

**Essais sur les déterminants et l'efficacité de la
tarification des services publics**
Une application aux évolutions du secteur de l'eau potable en France

THÈSE
Pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences Économiques
Présentée et soutenue publiquement
le 14 novembre 2017 par
Alexandre Mayol

Directrice de Recherche	Mme Carine Staropoli Maître de Conférences, HDR Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne
Rapporteurs	Mme Claudine Desrieux Professeur des Universités Université Paris II - Panthéon-Assas M. Éric Malin Professeur des Universités Université de Rennes 1
Suffragants	M. Claude Crampes Professeur des Universités émérite École d'Économie de Toulouse M. Philippe Gagnepain Professeur des Universités Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne M. Stéphane Saussier Professeur des Universités IAE de Paris - Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne

*L'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne n'entend donner
aucune approbation ni improbation aux opinions émises
dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées
comme propres à leur auteurs.*

Remerciements

Durant ma première année de thèse, une personne croisée durant une conférence m'avait dit : « *une thèse se commence lorsqu'elle se termine* ». Ces propos m'avaient semblé bien elliptiques à l'époque. Aujourd'hui, alors que je suis en train d'achever la rédaction de ce manuscrit, j'en mesure un peu mieux toute la signification. En couchant sur le papier l'ensemble de mes chapitres de thèse, je mesure le chemin parcouru durant ces trois années passées en doctorat. Durant cette thèse, il y a eu, bien sûr, un cheminement intellectuel nourri de multiples travaux. Mais il y a eu également des rencontres et des personnalités qui auront été structurantes tout au long de ce parcours. Je souhaite, par ces quelques lignes, leur témoigner de ma gratitude.

Mes premiers remerciements s'adressent à Mme Carine Staropoli, ma directrice de thèse. Sans elle, cette aventure n'aurait, sans doute, jamais été possible. C'est elle, qui, alors que j'étais encore en Master 2 de Droit Public des Affaires, m'a encouragé et aidé à me réorienter vers la science économique pour entamer ce doctorat. C'est elle, également, qui m'a fait confiance dans mes débuts comme jeune enseignant, en me confiant mes premiers travaux dirigés à Paris 1. Je sais également que son appui a été déterminant pour obtenir le financement de ce doctorat. Tout au long de cette thèse, elle aura été un véritable modèle de direction, sachant allier l'exigence avec la bienveillance. Je n'ai jamais osé compter le nombre de relectures, de commentaires, de mails et d'échanges durant ces trois ans. Cependant, une chose est sûre : Carine a été d'une disponibilité et d'un soutien indispensables. Je tiens donc à lui témoigner de mon immense gratitude pour tout ce qu'elle m'aura

apporté, en espérant pouvoir continuer à travailler à ses côtés dans les projets de recherche que nous avons. J’espère également pouvoir m’appuyer sur son exemple et ses précieux conseils, pour devenir à, mon tour, un enseignant-chercheur de qualité.

Ensuite, il m’importe de remercier le Professeur Stéphane Saussier. Stéphane a fait partie, avec Carine, de ces personnes qui ont cru en moi dès le début. Stéphane a toujours fait preuve de disponibilité et de bienveillance durant ce doctorat. Ses remarques en séminaire, ses relectures et ses commentaires ont été d’une grande aide. De plus, il m’a permis d’allier la réalisation de travaux académiques avec celle de travaux opérationnels, comme ce fut le cas à Dunkerque. Le travail à ses côtés m’a permis d’approfondir cette conviction partagée que la recherche doit être au service de la société.

Je tiens également à remercier nommément les autres membres de mon jury de thèse. Parmi eux, le Professeur Claudine Desrieux, que j’ai eu la chance de rencontrer au tout début de mon projet de thèse et dont les conseils ont été particulièrement précieux. Le Professeur Éric Malin, ensuite, qui a été l’un des premiers à m’encourager dans mon projet de thèse en économie et à appuyer son financement, alors que j’étais encore élève à l’ENS de Cachan. Enfin, je tiens à remercier les Professeurs Claude Crampes et Philippe Gagnepain d’avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse en tant que suffragants.

Ce travail de thèse n’aurait pas, non plus, été possible sans la collaboration et l’amitié de mes différents co-auteurs. En premier lieu, M. Simon Porcher, que j’ai eu la chance de rencontrer et qui m’a apporté l’expertise qui était la sienne dans le secteur de l’eau potable. Ensuite, M. Benjamin Michallet et M. Antoine Prévét, avec qui j’ai eu la joie de co-écrire le troisième chapitre de cette thèse. Leur enthousiasme et leur amitié auront été très importants dans la finalisation de ce travail.

Je souhaite également remercier l’Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne (notamment, l’Ecole Doctorale et Loïc Sorel), l’Ecole d’Economie de Paris et l’IAE de Paris pour ces trois années de doctorat. Un remerciement spécial au Syndicat de

l'Eau du Dunkerquois et à son équipe pour m'avoir permis de travailler en toute indépendance sur l'expérience qu'ils ont menée.

Au cours de ces trois années de thèse, j'ai pu rencontrer de nombreux enseignants-chercheurs et seniors qui m'ont aidé à avancer dans ce projet par leurs commentaires, leurs remarques et leurs relectures. Parmi eux, je souhaiterais remercier Miguel Amaral, Laure Athias, Jean Beuve, Eric Brousseau, Eshien Chong, Julie de Brux, François Facchini, Jean Gatty, Pierre Kopp, Zoé Le Squeren, Frédéric Marty, Thierry Pénard, Yannick Perez, Simon Porcher, Emmanuel Raynaud, Ludvine Roussey, Elodie Rouviere, Maria Salvetti, Laurent Vidal et Patricia Vornetti.

De plus, j'ai eu la chance de pouvoir intégrer des équipes de recherche et de partager des bureaux avec de nombreuses personnes. En premier lieu, les anciens du bureau « 229 » de la Maison des Sciences Economiques, auront été des compagnons de route précieux. Parmi eux : Riham Ahmed Ezzat, Eric Dubois, Maxime Fajot, Sophie Massin, Benjamin Michallet, Marysia Ogrodnik, Cem Ozguzel, Antoine Pietri et Miléna Spach. Ensuite, au sein de la Chaire EPPP, je souhaite adresser un remerciement particulier à Anissa Boulemia, Charles Bizien, Lisa Chever, Olivier Cristofini, Aude Le Lannier, Marion Chabrost, Ouïam Kadouri, John Moore, Jean-Christophe Thiebaud, Phuong Tra, Louise Vidal. Je souhaite bon courage à ceux qui, parmi eux, sont en train de commencer ou de finir leur thèse !

Je souhaite également remercier mes nombreux collègues enseignants qui ont été les témoins de mes tribulations doctorales, avec un remerciement particulier aux collègues de Paris 1, de la CPGE du Lycée Blomet, de Sciences Po et du Lycée Evariste Galois de Sartrouville.

Bien évidemment, l'achèvement de ce travail n'aurait pas été possible sans la présence et l'amitié à mes côtés de nombreuses personnes. Je souhaite témoigner de l'importance qu'ont eu mes anciens professeurs, en prépa, à l'Université et à l'ENS pour inspirer et motiver ce projet. Mes amis, également, auront été les témoins et les supports de cette longue route vers la fin de la thèse. Ils auront

été, parfois, les témoins bien malgré eux de ses vicissitudes. Je souhaite donc remercier Florian Abadie, Victor Augias, Guilhem Avérous, Benoît et Claire-Marie Barral, Jean-Marie Belledent, le Lieutenant Frédéric Bourdeau, Alexandre Courbin, Simon Fontvieille, Amélie Gavalda, Amandine Grima, Julie David, Michaël Jalaguié, Jean-Marie Johnmathews, Adrien Laurent, Samuel Ligonnière, Kévin Mauban, Quentin Navarro, Christophe Rault, Michel Roca d'Huyteza, et bien d'autres, pour leur amitié et leur contribution, à leur manière, à ce projet.

Enfin, un remerciement spécial à ma famille, mes parents, mon frère, et beaucoup d'autres, qui ont contribué par leur présence et leur indéfectible soutien à garder le cap depuis tant d'années. Je mesure combien leur attention et leur écoute ont été importantes dans les moments de doutes.

Je terminerai ces remerciements par une mention toute particulière à tous les étudiants à qui j'ai eu l'immense joie d'enseigner durant ces quatre années d'enseignement. Embrasser la carrière d'enseignant a été la motivation première de cette thèse. Sans leur enthousiasme, je n'aurais certainement pas mis la même énergie pour achever ce travail. Ils m'ont fait prendre conscience de ce que signifiait l'expression sur le « *plus beau métier du monde* » et m'ont convaincu que c'était celui que je voulais exercer. J'espère pouvoir continuer encore longtemps à leur faire partager ma passion et à contribuer, à ma petite échelle, à leur formation intellectuelle et humaine.

Avant-Propos

Cette thèse, intitulée "*Essais sur les déterminants et l'efficacité de la tarification des services publics : une application aux évolutions du secteur de l'eau potable en France*", est composée de trois essais appliqués au secteur de l'eau potable en France. Chaque essai correspond à un chapitre. Les liens et la logique entre les chapitres de la thèse sont présentés dans l'introduction générale. Toutefois, chaque chapitre peut être lu séparément. Ceci peut impliquer la présence d'informations redondantes au fil de la thèse.

Essais sur les déterminants et l'efficacité de la tarification des services publics

Une application aux évolutions du secteur de l'eau potable en France

La présente thèse propose une étude théorique et empirique des déterminants de la tarification des services publics et de leurs conditions d'efficacité. La prise en compte des enjeux environnementaux et sociaux, le déploiement des réseaux intelligents et la contrainte forte de maîtrise des coûts ont conduit à la mise en œuvre de nouvelles pratiques en matière tarifaire et organisationnelle dans les services publics. Cette thèse propose trois essais consacrés à l'impact de ces nouvelles pratiques dans l'eau potable en France.

Dans un premier temps, nous analysons le passage d'un tarif affine à un tarif progressif sur le comportement des consommateurs d'eau potable, à partir d'une expérience naturelle menée à Dunkerque. Un premier résultat indique que la demande a baissé avec ce nouveau tarif, tout en créant des distorsions. Un deuxième résultat indique que la réaction des consommateurs au signal-prix a été ambivalente. Ces travaux suggèrent de repenser le design tarifaire et l'accompagnement des consommateurs dans leurs choix pour limiter les biais cognitifs.

Dans un deuxième temps, nous analysons comment l'organisation politique locale (en France, le niveau de la commune, du syndicat de communes ou de l'intercommunalité) et le mode de gestion (public ou privé) peuvent influencer la performance du service public. L'incidence de ces configurations organisationnelles sur les coûts n'a jamais été étudiée simultanément par la littérature. Nous proposons un modèle théorique, validé par une étude empirique à partir d'un panel des services d'eau français, qui met en évidence l'impact de ces différentes configurations organisationnelles sur le prix.

Mots clés : *Monopoles, tarification, services publics, économie industrielle, eau potable, évaluation des politiques publiques, agence commune, microéconomie appliquée*

Abstract

Essays on the determinants and the efficiency of the public utilities' tarification

An approach to the French drinking water sector evolutions

The present thesis proposes a theoretical and empirical study of the determinants of the pricing of public services and their conditions of effectiveness. Taking into account environmental and social issues, the deployment of smart grids and the strong constraint on cost control have led to the implementation of new pricing and organizational practices in public services. This thesis proposes three essays devoted to the impact of these new practices in drinking water in France.

First, we analyze the transition from an affine tariff to a progressive tariff on the behavior of consumers of drinking water, starting from a natural experiment conducted in Dunkerque. A first result indicates that demand has decreased with this new tariff, while creating distortions. A second result indicates that the consumer reaction to the price signal has been ambivalent. This work suggests to rethink the tariff design and the accompaniment of the consumers in their choices to limit the cognitive biases.

In a second step, we analyze how the local political organization (in France, the level of the single municipality, the union of communes (*Syndicats*) or super-municipality (*communauté de communes*) and the management mode (public or private) can influence the performance of the public service. The impact of these organizational configurations on costs has never been studied simultaneously by the literature. We first propose a theoretical model to analyze them together. Then, from a panel of French water services, we observe empirically that these different organizational combinations have an impact on the price.

Mots clés : *Monopoly, tariff, public utility, industrial organization, drinking water, public policy, common agency, microeconomics*

Table des Matières

Remerciements	2
Avant-Propos	7
Résumé	8
Abstract	11
Introduction Générale	14
1 Social and nonlinear tariffs on drinking water: cui bono? Empirical evidence from a natural experiment in France	47
1.1 Introduction	47
1.2 Case study and proposition: the Dunkerque experience	50
1.2.1 Dunkerque’s “éco-solidaire” tariff	51
1.2.2 Propositions	55
1.3 Data	57
1.3.1 Sample	57
1.3.2 Variables	57
1.4 Empirical Strategy	61
1.4.1 Diff-in-diff model for the global consumption	62
1.4.2 Model for the different types of consumers	64
1.4.3 Impact of the tariff on social consumers	65
1.5 Results	65
1.5.1 Results from the diff-in-diff model	66
1.5.2 Results for the different categories of consumers	67
1.5.3 Graphical analysis of the trends for the social consumers . .	68
1.5.4 Relationship between consumption and size of the household	69
1.5.5 Summarize	71
1.6 Conclusion	71

1.7	Appendix	75
1.7.1	Extended results for diff-in-diff model	75
1.7.2	Extended results for random effect regression	76
2	Tarifs discriminants et monopoles de l'eau potable: Une analyse économique du comportement de consommation	77
2.1	Revue de littérature sur les tarifs discriminants	84
2.2	Modélisation du tarif éco-solidaire de Dunkerque	87
2.2.1	Les paramètres du modèle	88
2.2.2	Introduction des seuils de consommation avec discrimination parfaite	89
2.2.3	Introduction des élasticités et des pondérations des groupes	92
2.2.4	Introduction d'un tarif croissant par blocs à trois tranches avec discrimination imparfaite	95
2.2.5	Application numérique du modèle à partir du tarif éco-solidaire de Dunkerque	98
2.3	La stratégie empirique	101
2.3.1	Propositions	102
2.3.2	Les données	103
2.3.3	Les modèles empiriques	113
2.3.4	Résultats	116
2.3.5	Analyse des transferts inter-groupes	117
2.4	Conclusion	120
2.5	Annexe : simulateur de facture de Dunkerque	125
3	Providing public utilities in a common agency framework: making, buying and governance	129
3.1	Introduction	129
3.2	Theoretical Model	134
3.2.1	Single-Principal structure and baseline case	134
3.2.2	Multi-Principal structure	136
3.2.3	Super-Principal structure	140
3.2.4	Comparison of costs	143
3.2.5	Determinants of the Principal's choice	144
3.3	Data and Empirical Strategy	146
3.3.1	Data and Sample	149
3.3.2	Specification	151
3.3.3	Empirical Strategy	153
3.4	Results	154
3.4.1	Results for the Control variables	154
3.4.2	First stage of the benchmark : private vs public management and political structure	155
3.4.3	Results 2 : private vs public ; political structure and size	157

3.4.4	Summary of the results	157
3.5	Discussion and Conclusion	159
3.5.1	Discussion on the empirical results	159
3.5.2	Conclusion	160
3.6	Appendix	163
3.6.1	Expected utility functions of the Principal	163
3.6.2	Distribution of the dependent variables	164
3.6.3	Summary of the theoretical and empirical results	167
	Conclusion générale	170
	Bibliographie	177
	Liste des Tables	187
	Liste des Figures	188

« On peut, jusqu'à un certain point, comparer l'influence des théories économiques sur la société à celle des grammairiens sur le langage.

Les langues se forment sans le concours des grammairiens et se corrompent malgré eux ; mais leurs travaux jettent du jour sur les lois de la formation et de la décadence des langues. »

Antoine-Augustin Cournot

*Recherches sur les principes
mathématiques de la théorie des
richesses, 1838.*

Introduction Générale

«Il n'y a rien de plus utile que l'eau, mais elle ne peut presque rien acheter ; à peine y a-t-il moyen de rien avoir en échange.

Un diamant, au contraire, n'a presque aucune valeur quant à l'usage, mais on trouvera fréquemment à l'échanger contre une très grande quantité d'autres marchandises. »

Adam Smith, 1776

Recherches sur la nature et les causes de la Richesse des Nations.

MOTIVATION ET CONTEXTE GÉNÉRAL

LES NOUVEAUX ENJEUX AUTOUR DE LA TARIFICATION DES SERVICES PUBLICS

En 1776, dans la *Richesse des Nations*, Adam Smith considérait que, parmi les devoirs du Prince, figurait celui "*d'ériger et d'entretenir certains ouvrages publics et certaines institutions que l'intérêt privé d'un particulier ou de quelques particuliers*

ne pourrait jamais les porter à ériger ou à entretenir, parce que jamais le profit n'en rembourserait la dépense à un particulier ou à quelques particuliers, quoiqu'à l'égard d'une grande société ce profit fasse beaucoup plus que rembourser les dépenses".

La fourniture et la tarification des services publics sont des sujets anciens dans la littérature économique. La théorie néoclassique, notamment, met en évidence la notion de "*bien public*" et l'existence de productions à rendements d'échelle croissants aboutissant à la formation de monopoles naturels. Pourtant, la théorie économique montre la sous-optimalité de l'équilibre d'un monopole ([Cournot \[1838\]](#)) et analyse les différents mécanismes tarifaires permettant, à la fois de réduire la perte de surplus, et de couvrir les coûts fixes du monopole. [[Dupuit, 1844](#)] et [[Pigou, 1929](#)], par exemple, proposent une *théorie des monopoles discriminants* pour réduire les distorsions de l'équilibre du monopole. Selon cette théorie, y a trois degrés de discrimination tarifaire possibles. La discrimination du premier degré consiste à tarifier chaque consommateur à hauteur de sa disposition marginale à payer. La discrimination de degré 2 différencie en fonction de la quantité achetée, mais pas en fonction du type de consommateur. Enfin, la discrimination de degré 3 se fait en fonction du type de consommateur, quelle que soit sa consommation. La tarification discriminante permet d'accroître le surplus collectif et, donc, de réduire la perte sèche. D'autres contributions, issues de l'économie industrielle, proposent d'analyser le monopole en situation d'information asymétrique. Elles proposent des mécanismes pour inciter le monopole à réduire sa rente informationnelle, tout en saturant sa contrainte de participation ([Boiteux \[1956\]](#), [Akerlof \[1970\]](#) ; [Tirole \[1988\]](#)). Dès lors, l'analyse économique de la tarification des services publics est d'abord marquée par celle du traitement des situations de monopoles naturels et d'information asymétrique afin d'accroître le surplus collectif.

Cependant, en pratique, la tarification des services publics a fait l'objet d'arbitrages politiques ne visant pas toujours la couverture des coûts, mais privilégiant des objectifs de politique industrielle ou de péréquation tarifaire. Dans de nombreux

secteurs, des tarifications simples ont été privilégiées, comme la tarification au coût moyen, malgré leur caractère distorsif. Le choix de tarifs simples s'explique par la capacité limitée des autorités publiques à accéder à une information suffisamment complète. Par exemple, la mise en place d'un tarif discriminant implique d'avoir une information sur la quantité consommée de manière régulière ou de pouvoir légalement discriminer les différents types de consommateurs. Par ailleurs, la réaction des usagers du service public à des mécanismes de prix complexes est difficilement prévisible et peut mettre en péril son équilibre financier. Ainsi, l'existence de biais cognitifs peut conduire les consommateurs à mal réagir aux signaux-prix des tarifs discriminants (en ce sens, [Ito \[2014\]](#) dans le cas de l'électricité).

Aujourd'hui, pourtant, l'approche de la tarification des services publics est renouvelée avec l'émergence de nouveaux enjeux qui conduisent à repenser la question du prix.

Depuis les années 1980, la *libéralisation* des services publics a conduit à repenser l'approche du prix en cherchant de nouveaux moyens pour réduire les coûts et, *in fine*, le prix payé par l'utilisateur. Plusieurs leviers ont été utilisés à cette fin. La théorie des marchés contestables ([\[Baumol et al., 1983\]](#)), notamment, va conduire à une segmentation verticale ou horizontale (le *unbundling*) de nombreux services publics pour y introduire de la concurrence potentielle ou effective. Les services publics sont alors restructurés pour améliorer leurs performances sous l'influence de principes de gestion issus du secteur privé appliqués aux monopoles publics. À ces éléments structurels visant l'organisation des monopoles, les politiques publiques cherchent à mieux encadrer la relation entre les pouvoirs publics et les entreprises délégataires de services publics pour limiter les manipulations sur les prix. En France, par exemple, la loi "Sapin 1" de 1993¹, a renforcé la transparence dans la passation des contrats publics et limité la durée des contrats de délégation de services publics. L'instauration de procédures plus transparentes dans l'attribution des délégations

¹Loi n 93-122 du 29 janvier 1993 relative à la prévention de la corruption et à la transparence de la vie économique et des procédures publiques.

de services publics a voulu limiter les risques de corruption et de manipulation sur les prix. Enfin, l'administration des services publics a été rationalisée au profit des regroupements dans des structures politiques de coopération inter-communales, comme ce fut le cas, par exemple, avec la loi dite "Chevènement" de 1999² instituant les Établissements Publics de Coopération Intercommunale à fiscalité propre (les *communautés de communes*). Ce type de politique a été conduit également dans d'autres pays, comme le Royaume-Uni, avec la création des *Combined Authority* dans les années 2000. Il s'agissait alors de réaliser des économies d'échelle organisationnelles en regroupant les collectivités territoriales en charge de certains services publics.

Dans ce contexte, l'amélioration de l'efficacité des services publics a été l'objectif principal des politiques publiques. De nombreuses autorités de régulation sectorielles ont été créées, à cette fin, pour surveiller et contrôler les politiques tarifaires des monopoles gestionnaires de service public (ARCEP, CRE, ARAFER...).

Ces enjeux de réduction du prix, focalisés essentiellement sur l'offre, ont été complétés par ceux liés à la maîtrise de la demande. Jusqu'à présent le comportement de consommation était traité de manière verticale descendante. En effet, dans certains secteurs (gaz, eau, par exemple) le consommateur se voyait imposer une grille tarifaire. La tarification était généralement basée sur des relevés périodiques des compteurs ou sur la base de forfaits déconnectés de la consommation réelle. Cependant, le déploiement des réseaux et des compteurs intelligents conduit à repenser le rapport du consommateur au tarif. Désormais, ce dernier peut optimiser en temps réel sa consommation en fonction, d'une part, de l'évolution du prix, mais également des signaux envoyés par l'opérateur pour lui suggérer des modes de consommation. Par exemple, le recours aux "*nudges*" ("coups de pouce") illustre la manière dont il est désormais possible de suggérer des comportements aux consommateurs grâce

²Loi n 99-586 du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale.

aux nouvelles technologies. Ces innovations permettraient de dépasser les biais cognitifs des consommateurs face aux tarifs complexes. L'opérateur peut envoyer des signaux au consommateur pour lui suggérer un comportement en fonction de la disponibilité de la ressource. Ces méthodes pourraient, à terme, optimiser la problématique du lissage de pointe dans certains secteurs comme l'électricité. Le prix des services publics est donc profondément renouvelé par cette approche visant à responsabiliser le consommateur dans ses choix et à rendre la tarification plus dynamique.

Cette problématique de maîtrise de la demande fait également écho à l'introduction des enjeux écologiques dans la tarification des services publics. La problématique écologique est une préoccupation importante des pouvoirs publics, comme en témoigne l'adhésion de nombreux pays à des traités internationaux contraignants en la matière (l'Accord de Paris en 2016, par exemple) ou encore plusieurs rapports d'organisations internationales (en ce sens, le rapport [OCDE \[1987\]](#)). L'Union Européenne, par exemple, dans sa stratégie "*Europe 2020*" de 2010, vise l'émergence d'une croissance "*intelligente, durable et inclusive*". A cette fin, les Directives et Règlements Communautaires intègrent ces enjeux dans les objectifs à réaliser par les Etats membres. En France, la question écologique s'est traduite par la constitutionnalisation en 2004 de la *Charte de l'Environnement* et par l'introduction des diagnostics environnementaux dans les marchés publics. En matière de tarification, un changement de paradigme a été opéré dans les services publics. Désormais, les opérateurs sont encouragés à ce que les tarifs reflètent mieux la rareté des ressources naturelles et incitent au changement des comportements des consommateurs ([Eiller et al. \[2015\]](#) sur les questions énergétiques). Dans l'électricité, par exemple, certains pays ont introduit des tarifs progressifs pour inciter à la maîtrise de la consommation, comme c'est le cas dans certains Etats des Etats-Unis ([Ito \[2014\]](#), pour un exemple dans l'électricité aux États-Unis).

Enfin, les pratiques tarifaires des services publics ont été influencées par les enjeux sociaux. La volonté de garantir à tous l'accès aux services publics a conduit à re-

penser les mécanismes de redistribution entre usagers. La question de la gratuité totale ou des tarifs réduits pour les service public au bénéfice de certaines catégories sociales fait l'objet de débats réguliers. Par exemple, en Île-de-France, la gratuité de l'abonnement pour les bénéficiaires de l'Aide Médicale d'État a été supprimée en 2014 par le Conseil Régional. A l'inverse, il existe des tarifications spécifiques appliquées à certains bénéficiaires de minima sociaux, afin de leur permettre d'accéder à la ressource. Pourtant, des auteurs comme Boiteux [2013] ont dénoncé le recours à ces tarifs discriminants à des fins sociales, critiquant qu'il s'agissait d'assister les plus démunis "*en faussant les prix en leur faveur partout où c'est possible*".

LE SECTEUR DE L'EAU POTABLE EN FRANCE : UN SECTEUR EMBLÉMATIQUE DES ÉVOLUTIONS DES SERVICES PUBLICS

Comme nous venons de le voir, l'approche de la tarification des services publics a profondément évolué et fait émerger de nouvelles pratiques. La présente thèse s'intéresse spécifiquement au secteur de l'eau potable en France qui est emblématique de ces changements. En effet, ce secteur a connu des évolutions dans les principes de la tarification, afin de répondre aux enjeux sociaux et environnementaux ; mais il a connu, également, des évolutions institutionnelles importantes afin de réduire ses coûts organisationnels.

Depuis la Révolution, l'eau potable en France est sous la responsabilité des communes qui régulent des monopoles locaux. A la différence d'autres services publics, ce secteur n'a jamais été centralisé au niveau national ; raison pour laquelle il y a aujourd'hui 12 475 services locaux d'eau potable (ONEMA, 2017³). Sur le plan économique, le secteur représente environ 1 % du PIB français, soit 11 milliards d'euros en 2017, pour une consommation annuelle de 5,5 milliards de mètres cubes par an (source : Fédération professionnelle des entreprises de l'eau). L'organisation

³Rapport national des données SISPEA de mai 2017 de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques.

du secteur de l'eau potable en France a fait l'objet deux évolutions majeures qui sont abordées dans cette thèse.

L'introduction des tarifs progressifs dans l'eau potable depuis 2010

Premièrement, les principes de la tarification des usagers ont été profondément repensés dans ce secteur. Jusqu'en 2010, l'objectif prioritaire des tarifs était la couverture des coûts liés à l'exploitation et à l'entretien du réseau par l'auto-financement, puisque l'article L.210-1 du code de l'environnement dispose, que : "*les coûts liés à l'utilisation de l'eau [...] sont supportés par les utilisateurs*". Les monopoles locaux gestionnaires de l'eau potable ne pouvaient mettre en place qu'une tarification linéaire ou affine (*prix en euros par m³*), sans modulation possible du tarif en fonction des consommateurs ou de la quantité achetée ⁴. Schématiquement, le prix de l'eau était uniquement défini par :

- Une part dite « fixe » qui correspond à un abonnement dont le montant est réglementé. Elle ne peut dépasser 30 % du prix total dans les communes urbaines et 40 % dans les communes rurales.
- Une part dite « variable » qui correspond à un tarif uniforme appliqué au volume consommé. Avec ce mode de tarification, le prix marginal est égal au prix moyen pour la part variable.

A ces deux parties, s'ajoutent la TVA (5.5 %) et les redevances collectées par les Agences de l'Eau qui en déterminent les montants (11% du prix). A titre indicatif, selon le Rapport 2016 de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), la part fixe représente environ 17 % du prix total de la facture d'eau potable

⁴L'article L.2224-12-4 du code général des collectivités territoriales disposait que : "*Toute facture d'eau comprend un montant calculé en fonction du volume réellement consommé par l'abonné et peut, en outre, comprendre un montant calculé indépendamment de ce volume en fonction des charges fixes du service et des caractéristiques du branchement, notamment du nombre de logements desservis*".

(hors taxes et redevances) contre 83% pour la part variable. Sur une facture établie à partir d'une norme réglementaire de 120 m³, l'abonnement coûte en moyenne, au niveau national, 39,8 € contre 195,2 € pour la part variable.

Ce système tarifaire présente plusieurs avantages. Il est simple à établir et prévisible pour les consommateurs puisqu'il s'agit d'un tarif uniforme. Cependant, il n'a aucune propriété incitative puisque le tarif ne dépend ni de la quantité consommée ni du profil du foyer. De plus, la facturation en France n'est pas toujours individualisée, puisque l'eau est incluse dans les charges locatives pour certaines habitations collectives, sans être reliée à la consommation réelle. Les tarifs n'étaient donc ni incitatifs ni sociaux. La gestion de la rareté de la ressource était uniquement pilotée de manière réglementaire par des arrêtés municipaux ou préfectoraux restreignant les usages de l'eau à certaines périodes, tandis que la redistribution sociale était gérée par une subvention, *ex post*, à la consommation. Depuis 2004, la loi prévoyait que des Fonds de Solidarité Logement (FSL), gérés par les départements, interviendraient en cas d'impayé d'eau potable en sollicitant un abandon de créance de la part de l'opérateur (à ses frais, donc). Cependant, ce dispositif avait pour principale limite d'être mobilisable seulement après la constatation d'un impayé. De plus, la mesure ne s'appliquait pas aux impayés de charges collectives d'immeubles incluant l'eau potable. Enfin, le caractère auto-déclaratif de ce dispositif était problématique puisqu'en 2011, 60 000 usagers avaient bénéficié du FSL, alors que leur nombre potentiel était estimé à 526 000 (Fédération des Maires des Villes Moyennes).

Cependant, les paradigmes autour de la tarification de l'eau potable ont évolué pour mieux intégrer les dimensions sociales et environnementales. D'abord, la Directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000 (Directive 2000/60) a défini de nouveaux objectifs européens dans la politique de l'eau pour y intégrer les dimensions sociales et environnementales. En France, ces objectifs cadres vont se traduire par deux grandes lois qui ont ouvert de nouvelles possibilités d'expérimentations tarifaires. La loi

sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 a ouvert, à partir de 2010⁵, la possibilité de mettre en place des tarifs progressifs qui sont, en réalité, des tarifs discriminants de degré 2 (au sens de la théorie des monopoles discriminants). La loi Brottes de 2013 a permis, ensuite, de créer des discriminations de degré 3 par la *"définition de tarifs tenant compte de la composition ou des revenus du foyer, l'attribution d'une aide au paiement des factures d'eau ou d'une aide à l'accès à l'eau"*⁶. Enfin, cette même loi a interdit les coupures d'eau aux particuliers, y compris lorsqu'ils ne payaient pas leurs factures (article L115-3 du code de l'action sociale et des familles) en imposant une fourniture gratuite aux opérateurs.

Au terme de ces changements législatifs, le choix a été fait par le législateur de promouvoir les discriminations tarifaires pour réaliser les objectifs sociaux et environnementaux décrits précédemment. L'enjeu est double. D'abord, il s'inscrit dans un contexte où le taux d'impayé avoisine les 0,7 % (chiffre de 2017, ONEMA), malgré les différents dispositifs d'aides en place. L'expérimentation de nouveaux instruments essaie de trouver un palliatif à ces difficultés de recouvrements pour certains ménages. Ensuite, sur le plan environnemental, le législateur souhaite responsabiliser directement le consommateur en l'incitant financièrement à réduire sa consommation. Cet enjeu tend à se renforcer avec les risques de sécheresse, comme l'illustre l'appel lancé en 2017 par les Ministres de l'Ecologie et de l'Agriculture aux collectivités à restreindre les usages dans certaines régions en raison du risque important de non-renouvellement des nappes phréatiques. Ainsi, ces nouvelles formes de tarifs progressifs dans l'eau potable intègrent complètement les trois principes de la tarification définis par l'OCDE [1987] : efficience, équité et couverture des coûts. En faisant le choix des discriminations tarifaires, le législateur a accepté de remettre en cause le principe d'égalité devant les charges publiques qui interdisait, jusqu'alors,

⁵La loi crée un nouvel alinéa à l'article L.2224-12-4 du code général des collectivités territoriales, disposant que : *"A compter du 1er janvier 2010 et sous réserve du deuxième alinéa du I, le montant de la facture d'eau calculé en fonction du volume réellement consommé peut être établi soit sur la base d'un tarif uniforme au mètre cube, soit sur la base d'un tarif progressif. Cette facture fait apparaître le prix du litre d'eau."*

⁶Loi n 2013-312 du 15 avril 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre et portant diverses dispositions sur la tarification de l'eau et sur les éoliennes.

ce type de discrimination. Par ailleurs, il a souhaité promouvoir une maîtrise de la demande par les incitations financières plutôt que par des interdictions verticales.

Pourtant, quatre ans après la loi Brottes de 2013, seuls 22 services locaux (sur 13 000) ont mis en place ce type de tarification, signe d'une réticence des monopoles et des élus pour les tarifs discriminants ⁷. Le bilan économique de la mesure semble difficile à établir aujourd'hui faute de données. C'est la raison pour laquelle nous avons souhaité, dans cette thèse, analyser précisément l'impact d'une telle mesure.

Les changements institutionnels dans le secteur de l'eau potable depuis les années 1990

Deuxièmement, un changement institutionnel important est intervenu dans le service public de l'eau potable. Comme nous l'avons dit, sur le plan historique, les communes sont responsables du service public de l'eau. Pourtant, leurs marges de manœuvre ont été encadrées par d'importants changements législatifs. D'abord, les communes, en tant qu'autorités régulatrices, peuvent fournir le service par une gestion directe sous la forme de régies ou par une gestion déléguée dans le cadre d'une délégation de service public auprès d'un opérateur privé. Cependant, face à des pratiques contractuelles critiquées (contrats de délégation avec une durée supérieure à 30 ans, par exemple), la loi Sapin ⁸ de 1993 a limité la durée des délégations de service public pour les remettre en concurrence plus fréquemment. Il s'agissait principalement de limiter les abus autour du prix des services publics, dans un contexte marqué par des scandales de corruption dans les services publics. Depuis cette période, le prix de l'eau est perçu comme le signal d'une bonne gestion du service public et sa réduction est un enjeu politique majeur dans le débat public.

⁷Les collectivités autorisées à mettre en place des expérimentations tarifaires sont répertoriées dans le décret n 2015-962 du 31 juillet 2015.

⁸La loi n 93-122 du 29 janvier 1993 relative à la prévention de la corruption et à la transparence de la vie économique et des procédures publiques.

En ce sens, la création de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) en 2006 et de la base de données SISPEA⁹ a contribué à renforcer la transparence du secteur. En effet, cette base de données en accès libre permet à tous les citoyens de comparer les tarifs et les performances de l'ensemble des services d'eau pour chaque commune et d'interpeler plus directement les élus sur leur gestion. Ces changements ont nourri un débat récurrent sur les différences de prix entre la gestion en régie et la délégation de service public. Cette question a fait l'objet d'une littérature économique importante. Chong et al. [2015], par exemple, ont montré que les prix entre les régies et les délégations de services publics n'étaient pas significativement différents dans les grands services d'eau français (> 15 000 habitants). En pratique, plusieurs collectivités, comme Paris en 2010 ou Montpellier en 2016, ont décidé de reprendre en régie la fourniture d'eau potable, au prétexte que les opérateurs privés seraient plus coûteux que la production en régie. Le graphique 1, issu du rapport de l'ONEMA de 2016, représente la répartition des modes de gestion en France entre la gestion déléguée (délégation de services publics) et la gestion directe en régie. Nous constatons que la majorité de la population (61 %) est desservie par des opérateurs privés.

En plus de cet encadrement de la relation public-privé, le législateur a également souhaité revoir l'organisation des collectivités territoriales. La France compte 35 945 communes, c'est pourquoi les gouvernements ont cherché à rationaliser les coûts de gestion locale. Plusieurs dispositifs ont été créés à cette fin pour favoriser les regroupements communaux. D'abord, la loi du 22 mars 1890 a institué les "*Syndicats Intercommunaux à vocation unique*" (SIVU). Ces structures permettent aux communes de partager la gestion d'un service public dans une structure coopérative, sans pour autant renoncer à leur compétence. Ensuite, la loi dite "Chevènement"

⁹SISPEA : Système d'Information des services publics d'eau et d'assainissement.

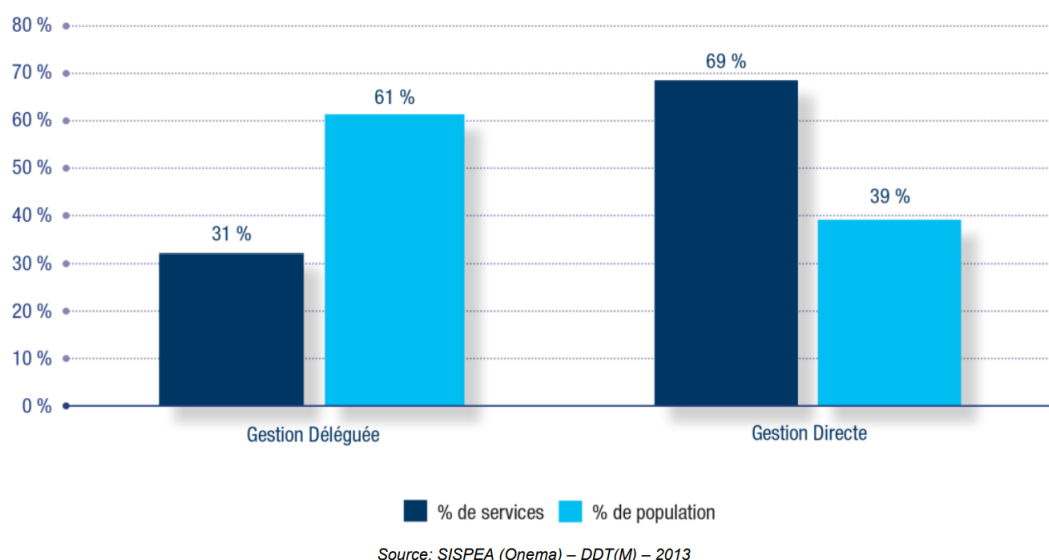


Figure 1: Répartition des modes de gestion en France, en 2013 (rapport ONEMA, 2016)

de 1999¹⁰ a encouragé le transfert de certaines compétences aux Communautés de Communes nouvellement créées. Il s'agit, principalement, de générer des économies d'échelle en mutualisant la gestion des services publics entre plusieurs communes.

Malgré la création de ces différentes structures de coopération, l'eau potable reste d'abord une compétence communale. Aujourd'hui, les communes ont la possibilité d'exercer discrétionnairement cette compétence avec d'autres communes au sein d'un syndicat, ou de la transférer à la communauté de communes à laquelle elles appartiennent. En 2017, 71 % des 12 000 services d'eau potable étaient gérés exclusivement par des communes, 27 % étaient gérés par des Syndicats et 2 % par des Communautés de Communes (250 des 1 842 *Communautés de Communes* avaient la compétence de l'eau potable). Ces éléments indiquent donc que les communes ont tendance à préférer gérer elles-même le service d'eau potable. Cependant, il n'existe pas d'étude en France sur l'effet de ces changements de mode d'administration sur le prix de l'eau. Les économies d'échelle organisationnelles avancées pour justifier le regroupement des collectivités n'ont, semble-t-il, jamais été démontrées dans l'eau potable.

¹⁰loi n 99-586 du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale.

Le prix de l'eau est donc devenu un enjeu pour conduire et évaluer les changements institutionnels du secteur, qu'il s'agisse d'encadrer la relation public-privé, comme de revoir l'organisation territoriale des autorités régulatrices du secteur. Pourtant, la littérature théorique, comme empirique, n'a jamais étudié l'effet simultané de ces changements organisationnels sur le prix. Cette question fait précisément l'objet d'un chapitre de cette thèse.

En définitive, nous venons de voir que deux changements importants étaient intervenus dans l'eau potable. Un premier concernant le mode de tarification avec l'introduction des tarifs discriminants depuis 2010 ; un second avec la redéfinition du schéma institutionnel local et des relations public-privé. Il ressort de ces évolutions que le prix devient une variable clé du changement dans l'eau potable. C'est pourquoi cette thèse cherchera à analyser **quels sont les déterminants et l'efficacité de la tarification des services publics**.

Pour répondre à cette question, nous adopterons deux angles pour traiter de la question du prix de l'eau potable. Les deux premiers chapitres, que nous allons présenter plus avant, s'intéressent au prix du point de vue de la demande. Il s'agit d'analyser l'effet d'un tarif progressif sur les consommateurs et l'efficacité d'un tel mécanisme pour réaliser des objectifs sociaux et environnementaux. Le troisième chapitre traite du prix sous l'angle de l'offre, et plus précisément de l'influence du mode de gestion et du mode d'administration local sur les coûts organisationnels.

SYNTHÈSE DES CHAPITRES

CHAPITRE 1 : TARIFS PROGRESSIFS ET SOCIAUX DANS L'EAU POTABLE : CUI BONO ?

Motivation

Nous venons de voir que le législateur a introduit les tarifs discriminants pour traiter des enjeux sociaux et environnementaux. Toutefois, cette possibilité ouverte depuis la loi de 2006 a suscité un engouement limité chez les services de fourniture d'eau potable. Ces tarifs, plus complexes que l'ancienne tarification, cherchent à opérer une redistribution entre usagers, tout en favorisant un certain mode de consommation par l'application de tranches progressives. Cependant, ce mécanisme se révèle complexe à mettre en œuvre pour plusieurs raisons évoquées par la littérature.

La littérature économique s'est montrée critique sur le recours à ces tarifs particuliers pour réaliser autant d'objectifs simultanément. Sur le plan théorique, de nombreux travaux ([Tirole \[1988\]](#), [Varian \[1989\]](#) et [Wilson \[1993\]](#)) ont traité de l'efficacité des tarifs discriminants en montrant la complexité des paramètres à définir pour assurer de bonnes propriétés incitatives et redistributives à ces tarifs. En effet, l'instauration de ces tarifs progressifs suppose, préalablement, que le monopole puisse parfaitement discriminer les consommateurs ou la quantité consommée. L'incomplétude de l'information ou son asymétrie peuvent conduire le monopole à accroître le caractère distorsif du tarif discriminant en augmentant ses marges de sécurité pour limiter le risque de perte ([Malin and Martimort \[2001\]](#)). La littérature théorique montre donc les conditions nécessaires à la mise en place d'un tel tarif.

Sur le plan empirique, la littérature a observé que les consommateurs ne réagissaient pas toujours de manière optimale au signal-prix. Les tarifs progressifs supposent que les consommateurs sont incités à réduire, ou du moins à mieux surveiller, leur consommation. Pourtant, un tel mécanisme incitatif présuppose une rationalité

quasi parfaite des consommateurs par un ajustement au prix-marginal et non au prix-moyen. En effet, les consommateurs doivent ajuster leur consommation en fonction de la tranche marginale du tarif, et non à la variation de la facture globale, pour réagir conformément aux objectifs du planificateur. Pourtant, en levant l'hypothèse de rationalité parfaite sous-tendue par les modèles théoriques de tarification optimale, nous obtenons des prédictions différentes. Premièrement, si on lève l'hypothèse d'information parfaite (en incertain), alors les consommateurs devraient réagir, non plus au prix marginal, mais à l'espérance de prix marginal ([Borenstein \[2009\]](#) et [Saez \[1999\]](#)). Ensuite, si on lève ensemble les hypothèses de rationalité et d'information parfaites, alors les consommateurs devraient réagir au prix moyen espéré ([Liebman and Zeckhauser \[2004\]](#)), adoptant ainsi un comportement sous-optimal. Selon ces auteurs, le fait pour un consommateur de réagir au prix moyen espéré s'explique lorsque le coût cognitif lié à la compréhension d'un phénomène complexe est supérieur au bénéfice espéré. Les études empiriques menées dans des secteurs, comme l'électricité, sur l'efficacité des tarifs progressifs montrent que les consommateurs réagissent plus au prix moyen qu'au prix marginal ([Ito \[2014\]](#)). Ces résultats suggèrent que les consommateurs seraient limités par des biais cognitifs face à la complexité de ces mécanismes ([Kahneman and Tversky \[1979\]](#), [Borenstein \[2008\]](#) et [Borenstein \[2012\]](#)).

Dans l'eau potable, quelques études ont été menées pour évaluer l'impact des formes tarifaires sur la consommation (([Garcia and Reynaud, 2004](#) ; [Porcher \[2014\]](#) ont analysé les différentes formes de tarification possibles en France). [Boland et al. \[1998\]](#), [Grafton et al. \[2011\]](#) ou encore [Binet et al. \[2016\]](#), [Barraqué et al. \[2007\]](#) et [Montginoul \[2013\]](#) pour certaines expériences limitées en France, ont pu montrer que les tarifs progressifs avaient un impact négatif sur la consommation des ménages. D'autres auteurs ([Castro-Rodríguez et al. \[2002\]](#) dans la ville de Vigo en Espagne) ont mis en évidence les problèmes de redistribution entre ménages créés par ces tarifs.

Il est donc ressorti de la littérature théorique comme empirique de fortes critiques sur le recours à ces tarifs discriminants pour réaliser de multiples objectifs. Dans ce chapitre, nous analysons à partir d'une expérience naturelle menée à Dunkerque (France), quel a été l'impact de ce changement tarifaire sur la consommation d'eau potable par des méthodes d'évaluation des politiques publiques.

Contexte de l'expérience naturelle de Dunkerque : le tarif éco-solidaire

Les chapitres 1 et 2 de cette thèse s'appuient sur la même expérience tarifaire naturelle menée à Dunkerque. En 2012, l'opérateur « Eau du Dunkerquois », délégataire de service public (privé), a mis en place, à l'initiative des élus, une tarification dite « éco-solidaire » sur son territoire. Il est à noter que, dans l'agglomération, les élus sont très innovants en matière de tarification des services publics, puisqu'ils expérimentent, par exemple, la gratuité des transports publics. Avant cette date, l'opérateur facturait l'eau potable domestique avec un tarif binôme sans modulation de la part variable. Le tarif éco-solidaire est donc un tarif progressif discriminant de degrés 2 et 3, qui discrimine en fonction de la quantité achetée et du type d'usager en prévoyant une tarification sociale. Ce mécanisme est singulier puisqu'il intègre deux dimensions, sociale et environnementale, explicites qu'il réalise par l'instrument tarifaire. En ce sens, le tarif de Dunkerque est plus sophistiqué que celui d'autres collectivités qui ont opté pour une discrimination tarifaire de degré 2 uniquement. L'introduction du tarif éco-solidaire a nécessité, au préalable, d'installer des compteurs individuels dans tous les foyers et d'individualiser la facture.

Les propriétés incitatives du tarif sont assurées par la progressivité croissante par blocs à trois tranches. Les consommateurs risquant un saut de tranche devraient être incités à limiter leur consommation pour éviter de changer de prix marginal. Les propriétés redistributives sont assurées par deux mécanismes. Le système de tranche, d'abord, permet d'organiser une redistribution entre les différentes catégories de consommateurs (les "petits", les "moyens" et les "gros") soumis au même

tarif. Ensuite, la tarification sociale (discrimination de degré 3) organise la redistribution entre les consommateurs standards et les consommateurs éligibles sur critère social. Il est important de préciser que ce tarif social est attribué automatiquement aux bénéficiaires de la CMU-C¹¹ (couverture maladie universelle), sans démarche de leur part. En effet, la loi a permis aux opérateurs d'accéder aux données de la Caisse d'Allocations Familiales (CAF) pour constituer son tarif social. Le prix de l'abonnement n'a pas été modifié par le nouveau tarif.

Les tranches sont les suivantes :

- Tranche 1 lorsque $Q < 75\text{m}^3$
- Tranche 2 lorsque $Q \in [75 ; 200 \text{ m}^3]$
- Tranche 3 lorsque $Q > 200\text{m}^3$

Le tarif social applique une réduction de 70 % sur la 1ère tranche.

Nous pouvons représenter graphiquement le changement introduit par cette nouvelle tarification.

La Figure 2 représente le prix marginal et le prix moyen de la part variable de la facture d'eau potable à Dunkerque pour un consommateur standard. L'abonnement n'a pas été intégré puisqu'il n'a pas été affecté par la mesure. Nous pouvons ainsi comparer l'ancien et le nouveau système de tarification.

Dans l'ancienne tarification (dénotée par l'indice P), le prix marginal MP_P est égal

¹¹Pour être éligible à la CMU-C, il faut remplir trois conditions. 1: résider en France de manière régulière ; 2: Résider en France de manière stable ; 3: Des conditions de ressources évaluées au niveau du foyer. Ce dispositif permet d'obtenir des réductions de prix dans l'électricité et le gaz également.

Figure 2: Prix pour les consommateurs standards

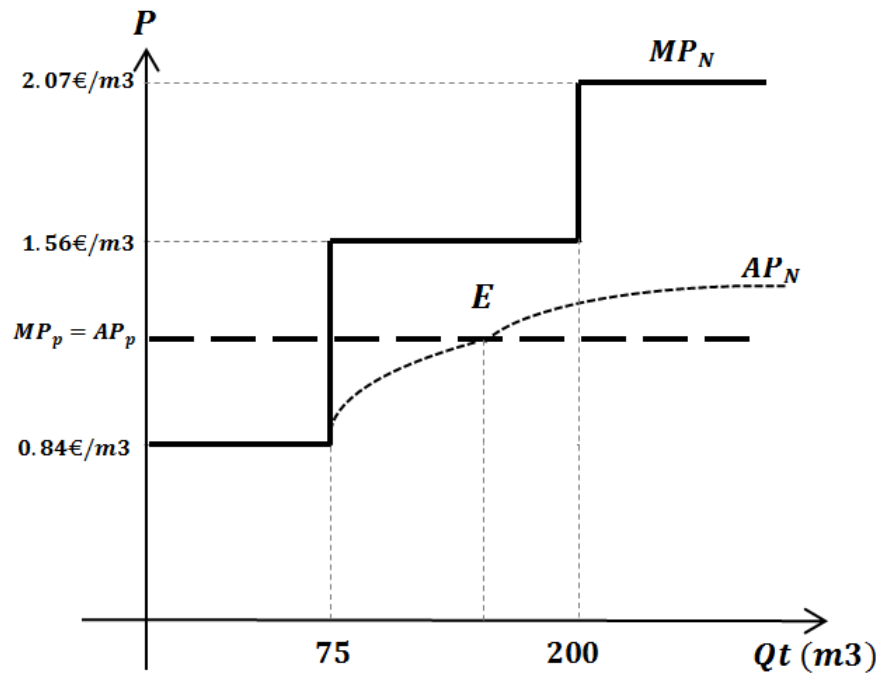
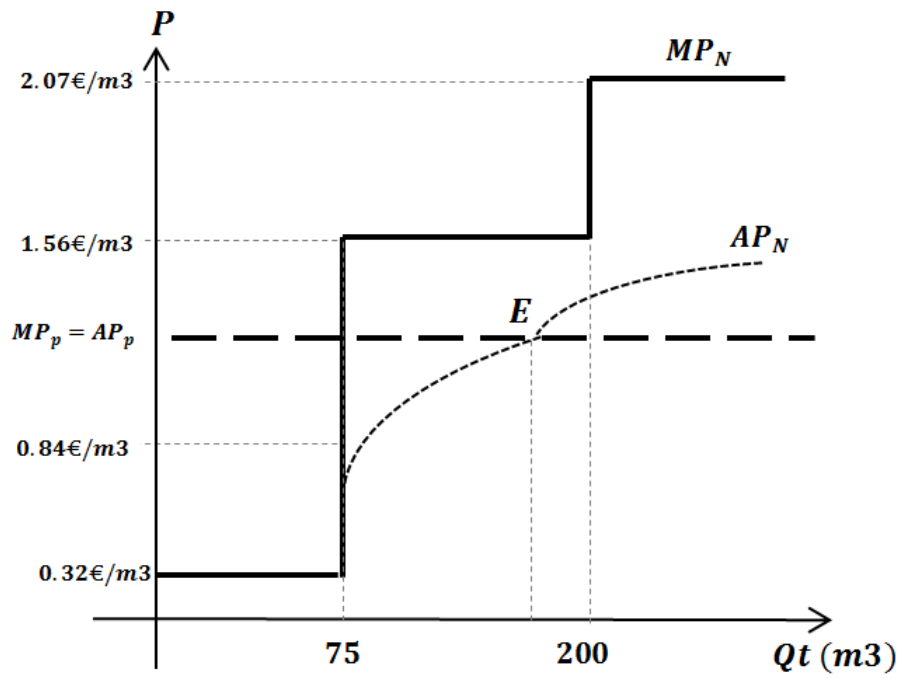


Figure 3: Prix pour les consommateurs bénéficiaires de la CMU



au prix moyen AP_P . Avec le nouveau tarif (dénnoté par l'indice N), le prix marginal MP_N et le prix moyen AP_N ne sont plus égaux. Nous observons alors qu'il existe un seuil (le point E) où le prix moyen de l'ancien tarif égalise celui du nouveau tarif. En ce point, l'effet du nouveau tarif sur la facture totale est nul.

La Figure 3 représente le tarif social qui intègre une réduction de 70 % sur la 1ère tranche du tarif. Cette tarification accroît les gains au nouveau tarif et déplace le point E vers la droite.

Stratégie empirique

Dans ce chapitre, nous utilisons un panel constitué par le Syndicat de l'Eau du Dunkerquois pour piloter l'expérimentation tarifaire. Il s'agit d'un panel représentatif de la population des 22 communes membres du Syndicat de l'Eau du Dunkerquois qui permet de suivre environ 1387 foyers de 2010 à 2013. Nous disposons de plusieurs variables comme : la consommation annuelle (en m3), la taille du foyer, la localisation ou encore le type d'habitation.

La stratégie empirique consiste à déterminer l'impact du changement de tarif sur la consommation des ménages. Pour ce faire, nous utilisons un modèle en double-différence et de régression linéaire avec effets individuels aléatoires pour évaluer économétriquement cet effet.

Quatre propositions sont testées dans ce chapitre. Une première proposition considère un effet négatif d'un tarif progressif sur la consommation globale, suivant les résultats obtenus par d'autres auteurs (cf [Grafton et al. \[2011\]](#) et [Montginoul and Alexandre \[2014\]](#) par exemple). La deuxième proposition assume que les consomma-

teurs réagiraient différemment selon leur type. Les petits consommateurs devraient plutôt augmenter leur consommation, tandis que les gros consommateurs devraient la réduire. Troisièmement, une proposition considère à partir des éléments de la littérature ([Renwick and Archibald \[1998\]](#)) que les consommateurs sociaux devraient consommer plus avec le nouveau tarif. Enfin, une quatrième proposition considère que la taille du foyer aurait un impact sur la capacité des consommateurs à réagir au changement de prix.

Résultats principaux et implications

Au global, l'introduction du nouveau tarif a réduit d'environ 10 % la consommation entre 2012 et 2013, corroborant le fait que les tarifs progressifs ont un impact négatif sur la consommation. Toutefois, les petits consommateurs -ceux qui sont dans la 1ère tranche- ont augmenté leur consommation d'environ 11 %, alors que les plus gros consommateurs l'ont diminuée de 12,8 %. Les consommateurs moyens, quant à eux, ont réduit leur consommation, mais moins fortement que les plus gros consommateurs.

Concernant les consommateurs bénéficiaires des tarifs sociaux, leur consommation a augmenté suite à l'introduction du nouveau tarif. Or, ces consommateurs à Dunkerque avaient des moyennes de consommation inférieures aux autres consommateurs avant le tarif éco-solidaire. L'introduction du nouveau tarif a donc permis un effet de rattrapage pour ces consommateurs, ce qui valide le caractère redistributif du tarif éco-solidaire de Dunkerque.

Enfin, nous observons que la taille du foyer semble jouer fortement sur la capacité des ménages à réagir au signal-prix. En effet, plus le foyer est grand, et moins il réagit aux changements tarifaires. Pourtant, ces ménages sont les principaux

perdants du nouveau tarif puisque le design tarifaire repose sur des tranches pré-définies pour un ménage "moyen". Dès lors, les seuils ne sont plus adaptés à des familles nombreuses qui vont se retrouver dans la catégorie des gros consommateurs sans pouvoir réduire leur consommation. Cette situation a conduit l'opérateur à introduire un "chèque eau" à la demande pour les familles nombreuses. Cependant, seules douze familles l'ont effectivement réclamé. Ce faible recours au chèque-eau permet de dire que le tarif reste distorsif pour la quasi totalité des grandes familles.

Ces résultats indiquent que, d'une part, les consommateurs ont réagi au changement tarifaire et qu'il y a eu une baisse de la consommation globale. Les propriétés incitatives, au niveau global, semblent bonnes pour le tarif éco-solidaire. En revanche, dans le détail, nous constatons d'importantes distorsions entre les foyers. Le caractère uniforme du design des tranches induit fatalement une inadaptation à tous les types de ménages. Ceci devrait conduire, soit à des mécanismes complexes de redistribution *ex post*, comme le chèque eau, soit à une meilleure individualisation des tranches (avec toute la complexité que cela peut induire...).

A partir de cette première étude qui analysait l'impact "avant/après" de la mesure sur la consommation, nous avons voulu approfondir la question du comportement des consommateurs et de sa rationalité face à de nouvelles structures tarifaires. Cette question fait l'objet du chapitre 2.

CHAPITRE 2 : TARIFS DISCRIMINANTS ET MONOPOLES DE L'EAU POTABLE : UNE ANALYSE ÉCONOMIQUE DU COMPORTEMENT DE CONSOMMATION

Motivation et contexte

Le chapitre 2 de cette thèse s'inscrit dans le prolongement du chapitre 1 en analysant sous un angle différent l'efficacité du tarif éco-solidaire. Il s'agit de se concentrer

sur la dimension comportementale de la demande d'eau potable face à ce nouveau tarif plus complexe. Comme nous l'avons montré précédemment, plusieurs études empiriques ont mis en évidence la rationalité limitée des consommateurs face au signal-prix. Dans l'électricité, particulièrement, [Ito \[2014\]](#) trouve que les consommateurs réagissent davantage au prix moyen qu'au prix marginal, contrairement à la prédiction de la théorie économique supposant une parfaite rationalité. C'est la raison pour laquelle des auteurs, comme [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#), ont mis en évidence une double problématique avec les tarifs progressifs. D'une part, leur mise en œuvre implique d'accepter certaines distorsions entre consommateurs en raison de l'incapacité des monopoles à discriminer parfaitement. D'autre part, la réaction des consommateurs étant incertaine, l'efficacité du mécanisme s'en trouve amoindrie, puisqu'elle repose sur la capacité de la demande à s'ajuster aux changements de tranches.

Notre question de recherche est la suivante : quelles sont les conditions d'efficacité d'un tarif progressif dans le cas de l'eau potable ? Pour répondre à cette question, nous réutilisons l'expérience naturelle menée à Dunkerque pour montrer, d'abord, les déterminants théoriques de l'efficacité d'un tarif progressif, et déterminer, ensuite, le comportement des consommateurs et son incidence sur l'efficacité du dispositif.

Stratégies théorique et empirique

Dans un premier temps, ce chapitre propose une extension du modèle de [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) pour le rendre applicable au tarif éco-solidaire de Dunkerque qui est un tarif progressif à trois tranches. Cette modélisation théorique permet de faire ressortir les principaux points d'attention pour déterminer l'efficacité du mécanisme : les élasticités des différentes catégories de consommateurs, d'une part, et le poids relatif des différentes catégories de consommateurs, d'autre part. En effet, un tarif progressif va supposer des transferts plus ou moins importants entre ceux

qui vont bénéficier d'une réduction de prix et ceux qui vont devoir payer plus pour compenser cette perte pour le monopole.

A partir de ce modèle, nous formulons plusieurs propositions testables autour du comportement des consommateurs face au signal-prix. En principe, la rationalité parfaite impliquerait une réaction au prix-marginal, tandis qu'un comportement sous-optimal conduirait à réagir au prix moyen. En fonction de ce résultat, nous pouvons faire plusieurs propositions sur le caractère distorsif du tarif progressif de Dunkerque.

Dans un deuxième temps, la stratégie empirique de ce chapitre réutilise principalement le panel de Dunkerque pour calculer économétriquement les élasticités des différents types de foyers, compte tenu du changement de prix. De ces résultats, nous pouvons ensuite calculer l'efficacité du dispositif en utilisant les données du fichier client sur les consommations réelles pour simuler l'évolution des recettes du monopoles et en déduire des éléments sur les transferts de recettes.

Résultats principaux et implications

Le tarif de Dunkerque visait deux objectifs : inciter à réduire la consommation en ciblant celle des plus gros consommateurs et organiser une redistribution entre usagers. Au terme de ce chapitre, nous retrouvons empiriquement les effets distorsifs présentés dans la modélisation théorique, puisque pour un gain marginal de 0.17€/m³ sur la tranche 1, il faut "générer une perte" de 0.55€/m³ sur la tranche 2 et de 1.06€/m³ sur la tranche 3. Cet écart de prix important semble justifié par les élasticités différentes que nous retrouvons pour les groupes de consommateurs : les gros consommateurs ont une élasticité plus forte que les petits consommateurs (différentiel de 0.20). Autrement dit, le tarif de Dunkerque crée une distorsion importante au détriment des gros consommateurs pour récupérer les pertes réalisées

sur la tranche 1. De plus, ces distorsions tarifaires conduisent à une augmentation des recettes globale avec le nouveau tarif, au détriment principalement des gros consommateurs qui supportent une grande partie du coût de la mesure. Plus largement, l'équité de ce dispositif est discutable en s'inscrivant dans la continuité des critiques de [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) et [Mayol \[2017\]](#) sur cette question.

Il ressort également comme résultat principal que les consommateurs situés dans les tranches extrêmes (petits et gros consommateurs) ont bien réagi au prix marginal. En revanche, les consommateurs intermédiaires, pour qui la facture globale n'a pas évolué (prix moyen quasi identique), n'ont pas réagi à la variation du prix marginal. Ce résultat suggère que les consommateurs réagissent de manière d'autant plus optimale que leur gain (ou perte) est importante. Il est à noter qu'une explication possible de ce comportement optimal serait l'effort important de pédagogie de l'opérateur (notamment par un simulateur de facture et des suggestions de changements de comportements) pour aider les consommateurs à faire des choix.

CHAPITRE 3 : FOURNITURE DE SERVICES PUBLICS DANS UN CADRE D'AGENCE COMMUNE : FAIRE, FAIRE-FAIRE ET MODE D'ADMINISTRATION

Le Chapitre 3 de cette thèse analyse la problématique du tarif de l'eau potable sous l'angle de l'offre et de l'environnement organisationnel. La problématique générale de ce chapitre vise à analyser les déterminants des différents choix organisationnels réalisés par une autorité politique, comme un Maire, d'une part, et montrer l'impact de ces choix sur les coûts d'autre part.

La motivation générale

Nous avons montré précédemment que les maires, en tant que responsables du service public de l'eau potable, sont confrontés schématiquement à trois choix : la qualité du service, le mode de gestion (public ou privé) et le mode d'administration politique (gérer seul, gérer avec d'autres communes dans un syndicat ou transférer la compétence à une communauté de communes).

Pris isolément, ces trois choix ont fait l'objet d'une littérature importante. Cependant, il n'y a jamais eu de travaux cherchant à analyser la possibilité de réaliser simultanément ces trois choix, et leurs conséquences sur les coûts du service public. Cette contribution vise précisément à analyser les déterminants et les conséquences de ces différents choix sur les coûts.

Schématiquement, deux types de littératures coexistent pour traiter les deux principaux choix organisationnels évoqués précédemment.

La question du "*make or buy*" a été traitée, d'abord, dans le cadre de la théorie des coûts de transaction initiée par Coase [1937], puis développée par Williamson [1985]. La théorie des contrats incomplets (Hart et al. [1997], Klein et al. [1978], Grossman and Hart [1986] et Hart and Moore [1990]), ensuite, met en évidence que la différence entre le mode de gestion public et le mode de gestion privé tient au droit de contrôle résiduel. D'autres auteurs, comme Maier and Ottaviani [2009], considèrent que l'organisation publique donne accès à plus de signaux informationnels que la structure privée. D'autres travaux, comme Desrieux [2008] et Desrieux [2006], montrent qu'il existe des continuums dans la contractualisation et que ce choix de la forme des contrats n'est pas neutre sur l'efficacité de la relation. (Gagnepain et al. [2011] traite cette question des formes contractuelles dans les contrats de transport urbain.

Sur la problématique du mode d'administration, le choix auquel est confronté le Maire dans l'eau potable est traité dans le cadre de la littérature sur l'agence commune. Celle-ci, introduite par [Bernheim and Whinston \[1986a\]](#), a défini que cette relation d'agence ([Jensen and Meckling \[1976\]](#)) spécifique aboutissait à des comportements stratégiques. En effet, chaque principal peut être tenté de manipuler la relation d'agence à son profit et au détriment des autres principaux. Comme le montre [Dixit \[2002\]](#), le secteur public est propice à ce type de manipulations. Lorsqu'on introduit un problème de sélection adverse dans ce cadre théorique ([Holmström and Milgrom \[1988\]](#)), la littérature a identifié des paramètres spécifiques autour du partage de l'effort entre les principaux ([Martimort \[1992\]](#) et [Stole \[1991\]](#)).

Sur le plan empirique, la littérature a analysé les différences de performance entre les modes de gestion ([Chong et al. \[2006\]](#), [[Chong et al., 2015](#)] pour l'eau potable). Cependant, les études montrent que les différences public-privé ne sont pas aussi significatives si l'on raisonne toutes choses égales par ailleurs. Il est à noter que ces études sont réalisées sans tenir compte de la forme organisationnelle de l'autorité publique gestionnaire.

Cependant, il est apparu qu'aucune contribution ne cherchait, théoriquement comme empiriquement, à analyser les déterminants et l'effet de ces différents choix sur les coûts de manière simultanée. Cette contribution vise à proposer un cadre théorique unifié pour traiter ces choix ensemble et formuler des propositions sur leurs implications en termes de coûts. Enfin, elle teste empiriquement les propositions dérivées du modèle théorique.

Le modèle théorique

Nous utilisons un modèle d'agence ([Jensen and Meckling \[1976\]](#)) avec aléa moral et aversion au risque des agents de type "LEN"¹² ([Holmstrom and Milgrom \[1987\]](#)). Ce type de modélisation est fréquent pour traiter des questions d'agence commune ([Dixit \[2002\]](#)). Nous considérons qu'un principal choisit un des trois modes d'administration : rester seul ("single-principal") ; gérer avec d'autres principaux ("Multi-principal") ; ou transférer la compétence à un regroupement de principaux ("Super-principal"). Le principal détermine également s'il fait produire le bien par un agent public ou par un agent privé. Enfin, il doit déterminer un niveau de qualité à fournir.

A partir de là, nous analysons les six couples de choix organisationnels possibles entre mode de gestion et mode d'administration. D'abord, il ressort du modèle que les différences public-privé ne se retrouvent que dans la configuration d'une administration de type "Multi-Principal". Dans les autres cas, cette différence public-privé ne se retrouve pas. Ce point est important puisqu'il suggère que, pour évaluer les écarts entre agent public et agent privé, il faut raisonner en tenant compte du type de Principal dont il dépend.

Ensuite, nous identifions deux principaux facteurs déterminants dans le choix : le degré de la responsabilité assumée par l'autorité publique, c'est-à-dire, les retombées, sur le principal, des actions des formes Multi ou Super-Principal, d'une part, et l'importance des économies d'échelle organisationnelles, d'autre part. A l'issue de cette modélisation, nous sommes en mesure d'identifier, pour un ensemble de couples (mode de gestion ; mode d'administration), la forme organisationnelle qui sera choisie par le principal, à qualité donnée.

¹²LEN : Linear Exponential Normal model.

Après avoir identifié les déterminants du choix du principal, nous montrons que celui-ci va affecter les coûts de fourniture du service. Il ressort que la configuration de l'agence commune (lorsqu'il y a un "multi-principal") est celle qui sera la plus couteuse en termes de coûts organisationnels.

La stratégie empirique et résultats

Nous testons ensuite empiriquement nos propositions dérivées du modèle théorique qui sont faites sur l'impact des choix organisationnels sur les coûts. Nous appliquons, alors, le modèle théorique au cas français. Le cas du "Single-Principal" peut être assimilé à la commune gérant seule son service d'eau ; celui du "Multi-Principal" est assimilable au Syndicat ; et enfin, celui du "Super-Principal" est associé à la communauté de communes. De plus, le cas de l'agent public correspond à celui de la régie et l'agent privé à celui de la délégation de service public.

Pour analyser le contexte français, ce chapitre utilise la base de données de SIS-PEA¹³ qui constitue un panel de l'ensemble des services d'eau potable français entre 2008 et 2014. Les variables de performance utilisées ont été définies au niveau réglementaire et sont collectées par les préfectures. La création de cette base en 2008 a étendu la base de données de l'IFEN¹⁴ qui couvrait la période 1998 - 2008 et utilisée par Chong et al. [2015]. Nous utilisons des modèles à effets individuels aléatoires pour déterminer si le mode de gestion et/ou le mode d'administration avait un impact sur le prix de l'eau potable (évalué en euros par m³).

Nos résultats empiriques confirment, pour une grande partie, nos propositions théoriques sur les différentes structures de coûts. En effet, il apparaît que le fait d'être en commune seule ou en communauté de communes n'a pas d'impact négatif sur le prix,

¹³Système d'information des services publics d'eau et d'assainissement.

¹⁴Institut Français de l'Environnement.

mais surtout que dans ces deux cas, la différence public-privé n'est plus significative. A l'inverse, la structure du « Syndicat » apparaît être la moins performante, avec des performances différentes selon le mode de gestion, conformément au modèle théorique. Dans un contexte français où les gouvernements successifs souhaitent inciter aux regroupements de communes pour diminuer les coûts organisationnels (fusion des régions, création des métropoles...), ces résultats sont importants car ils montrent que les communes et les communautés ne semblent pas se démarquer dans l'eau potable. En revanche, nous pouvons voir que le mode d'administration communal est, de loin, le moins cher de tous. Ceci interroge sur la pertinence des regroupements communaux dans tous les secteurs.

A ce stade, il est possible d'identifier plusieurs limites. D'abord, sur le plan théorique, l'utilisation d'un modèle standard de type LEN est critiquable puisqu'il implique des hypothèses fortes sur la linéarité des transferts. Ensuite, sur le plan empirique, nous ne sommes pas en mesure de tester l'ensemble des propositions, notamment pour expliquer le choix des collectivités. Ce point précis offre des perspectives pour de nouvelles recherches cherchant à observer comment les communes ont fait leur choix lors de la création des Communautés de Communes en 1999. Cependant, nous ne disposons pas, pour l'heure, d'une telle base de données.

Table 1: Synthèse des chapitres - Partie 1

Chapitre	Méthodologie (et données)	Résultats principaux
• Chapitre 1. Tarifs progressifs et sociaux dans l'eau potable : cui bono ? • Question de recherche. Quel est l'effet de l'introduction d'un tarif progressif sur la consommation d'eau potable ?	• Analyse économétrique (Double-Différence, MCO, Modèle à effets individuels aléatoires). • Expérience naturelle menée à Dunkerque à partir de 2012 avec le "tarif éco-solidaire" (tarif progressif à trois tranches + tarification sociale sur critère CMU-C). • Panel de 1384 foyers suivis de 2010 à 2013 avec des variables de consommation, de composition du ménage, de logement. • Objectif : Mettre en évidence l'effet causal du changement de tarif sur la consommation.	• La consommation globale a baissé suite à l'introduction du nouveau tarif. • Les petits consommateurs ont augmenté leur consommation, les gros consommateurs l'ont baissée. • Le tarif de Dunkerque est distorsif en ne tenant pas compte de la composition du foyer.
• Chapitre 2. Tarifs discriminants et monopoles de l'eau potable : une analyse économique du comportement de consommation • Question de Recherche. Quelles sont les conditions d'efficacité d'un tarif progressif dans le cas de l'eau potable ?	• Cadre : expérience naturelle de Dunkerque et tarif éco-solidaire. • Modèle théorique : extension et application du modèle de Crampes and Lozacheur [2014] au cas de Dunkerque. Formulation de propositions dérivées de ce modèle autour des conditions d'efficacité du tarif progressif. • Modèle empirique : estimer la demande d'eau à Dunkerque et évaluer la rationalité des comportements des consommateurs face à ce tarif. • Sources: Panel des 1384 foyers de Dunkerque suivis de 2010 à 2013.	• Les consommateurs ont globalement bien réagi au tarif progressif à Dunkerque. • Les petits et les gros consommateurs ont réagi de manière rationnelle au prix marginal et non au prix moyen. • Les consommateurs intermédiaires n'ont pas réagi au prix marginal. • Le monopole a augmenté ses recettes suite à ce tarif, en récupérant les pertes sur les gros consommateurs. Ces derniers assument financièrement une grande partie du dispositif.

Table 2: Synthèse des chapitres - Partie 2

Chapitre	Méthodologie (et données)	Résultats principaux
• Chapitre 3. Fourniture de services publics dans un cadre d'agence commune : faire, faire-faire, et mode d'administration • Question de recherche. Quels sont les déterminants et l'impact sur les coûts des choix du mode de gestion (public/privé) et du mode d'administration (niveau de compétence) ?	• Modèle principal-agent de type LEN avec aversion au risque. • Analyser théoriquement les propriétés et les coûts associés aux différentes configurations organisationnelles entre mode de gestion (public/privé) et mode d'administration (Single-Principal / Multi-Principal / Super-Principal). • Modèle empirique : base SISPEA de 2008 à 2014 pour évaluer économétriquement l'effet des différentes configurations organisationnelles sur le prix du service public de l'eau en France. • Méthodes : OLS, modèle à effets individuels aléatoires	• Le choix simultané du mode de gestion et du mode d'administration peut s'expliquer par deux facteurs : le degré de responsabilité laissé au principal et la présence d'économies d'échelle organisationnelles. • En France, les différences public-privé disparaissent lorsque le service est administré par une commune seule (principal unique) ou par une communauté de communes (Super-Principal). • En revanche, la forme syndicale (forme de type "Multi-Principal") apparaît être la moins efficace et rétablit une différence public-privé. La forme communale est la plus efficace.

Social and nonlinear tariffs on drinking water: cui bono? Empirical evidence from a natural experiment in France*

1.1 INTRODUCTION

Some goods, such as waste, energy, transport, and drinking water, have experienced recent changes in the paradigms around tariffs. First, the emergence of environmental concerns seeks to empower consumers and encourage them to limit waste. In developing countries, control of water resources is a public health issue that enables the improvement of network quality ([Basinga et al. \[2011\]](#)). For developed countries, limiting wastage can smooth demand peaks and reduce regional inequalities ([Erdlenbruch et al. \[2013\]](#)). Second, consumer empowerment must be reconciled with the accessibility challenge of resources.

Generally, drinking water management is primarily a natural monopoly under the responsibility of local authorities, who may delegate it or manage it themselves. The choice of the tariffs depends on the political authority and its goals. The issue of tariffs in developed countries was not discussed until the 1990s; however, prices

*This chapter will be published in *Revue d'Economie Politique*, volume 127, n6, 2017.

have become a major political issue. Privatization has renewed the problem of the existence of a trade-off value between the public management and the private delegation ([Chong et al. \[2006\]](#), [Chong et al. \[2015\]](#)). Moreover, new technologies make improved pricing possible (smart grids, smart meters). Finally, the government wants to implement new goals in the public utilities (social, environmental). Because of the shortcomings of coordinating the rules or bureaucracy, the instrument price rehabilitated in public services seems to decentralize the implementation of these objectives. Thus, in 2010, French law allowed the introduction of incentive tariffs and social tariffs in drinking water. Before 2010, the tariff design was standardized and disincentivized. The economic literature asks, can we find a tariff on drinking water that is both incentivized and fair? Following [Tinbergen \[1956\]](#), we can ask whether one instrument is able to meet several objectives. These contradictions refer to different articles showing the three main objectives of water pricing ([Fauquert and Montginoul \[2011\]](#); [Arbués et al. \[2003\]](#); [Dalhuisen and Nijkamp \[2002\]](#); [OCDE \[1987\]](#)): efficiency; equity and cost coverage.

Theoretically, drinking water pricing patterns can be analyzed through the pricing of monopolies ([Pigou \[1929\]](#)). First-degree price discrimination would offer every consumer an optimal range on price. If the first-order optimum is not feasible due to a lack of information, second-degree price discrimination suggests differentiating tariffs according to the amount consumed (nonlinear prices). Third-degree price discrimination is based on the consumer's profile (for example, a different tariff for households and a different tariff for agriculture). Finally, another option would be a constant variable rate price to better cover the costs of monopoly. These solutions (except the discrimination of degree 1) all generate distortions that must be compared.

In recent years, there have been discussions about whether nonlinear tariffs are more effective than linear tariffs in inciting demand management and redistribution.

The comparison between these forms types of tariffs has been studied both theoretically and empirically. Theoretically, [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) compared

linear versus nonlinear tariffs based on electricity. They concluded that the degree 2 discriminatory tariffs generate too much distortion due to the heterogeneity of the consumers. Nonlinear tariffs are unsuitable for some consumers who perform a significant deadweight loss. Empirically, the literature is ambivalent about the impact of these tariffs. The authors show that perfectly rational assumptions about consumers are not valid in practice. Consumers, when faced with complex tariffs and nonlinear rates, have a sub-optimal reaction to the price signal (same results: [Ito \[2014\]](#)).

Experiences (natural or controlled) indicate that consumers will react more positively to the expected average price than the marginal price. In addition, the consumer has a biased perception of complex tariffs ([Borenstein \[2008\]](#), [Borenstein \[2012\]](#), [Ito \[2014\]](#)). In the case of drinking water, the literature suggests a more nuanced impact of nonlinear rates. Typically, [Meran and Von Hirschhausen \[2009\]](#) or [Grafton et al. \[2011\]](#) have shown that the nonlinear tariffs encourage the reduction of consumption. Moreover, [Montginoul and Alexandre \[2014\]](#) showed that a 10% price increase would lead to a 1 to 3% decrease in water consumption. The consumers could also react to the price changes. However, [Barraqué et al. \[2007\]](#) highlight the information concern according to the mode of billing (e.g., monthly, quarterly, annually, individual, collective). The local context could strongly change the impact of the different prices (for instance, many studies were conducted in developing countries). This is why it is difficult to extrapolate the results from local studies without econometric and experimental methods.

The present study is based on a pioneer experiment conducted in France. The experiment introduced a nonlinear (three tiers) tariff backed with a social tariff on drinking water on the first tier. This tariff, called “tarification eco-solidaire”, was introduced in 2012 in Dunkerque (France) and is original for the following two reasons: it is the first experiment of this kind in a large city in France, and it explicitly pursues the two social and ecological goals described earlier. Using a public policy analysis, this study assesses the impact of this tariff on the consumption of water.

The main results are as follows: the introduction of the new tariff decreases the global consumption of the agents by about -10%; next, the consumer responses are not the same according to their type, as small consumers ($<75 \text{ m}^3$) increase their consumption, whereas large consumers ($>75 \text{ m}^3$) decrease theirs. Moreover, the design of the tiers appears to not be perfectly efficient because the different tiers are not related to the size of the households. Large families, for instance, cannot reduce their consumption according to the price and have to pay more. The “CMU” criteria used to give the social tariff is very restrictive (only 2% of the population). We suggest using another indicator, the “quotient familial”, based on the incomes and the size of the households, to discriminate among the consumers.

The results indicate a global efficiency of the nonlinear tariff while raising the issue of the equity of such a mechanism, specifically considering large families and the criteria for the attribution of social tariffs. Moreover, we agree with the proposal made by some authors ([Barraqué et al. \[2007\]](#)) to bill the water monthly to improve the information. In effect, to introduce this tariff, the municipality of Dunkerque installed individual meters and promoted ecological concerns in water consumption. In addition, the provider has significantly improved access to information on consumer behavior with invoice simulations and suggestions for change. These contextual elements also explain the magnitude of the results. This study questions the efficiency of this tariff according to the heterogeneity of the consumers.

Each household is not able to react to the marginal price, following the main results showed by [Ito \[2014\]](#) or [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#). However, the municipality of Dunkerque follows the proposition of [Fauquert and Montginoul \[2011\]](#) by introducing a flat-rate subsidy (“chèque eau”) for the large families in order to correct the distortions. However, only 12 families requested this subsidy due to a specific procedure. Additionally, we show that the progressive tariff in Dunkerque is quite sophisticated, building incentives and redistributing according to the type of household. However, the impact of this type of measure is strongly related to the information about incentives, consumption, and billing.

1.2 CASE STUDY AND PROPOSITION: THE DUNKERQUE EXPERIENCE

In France, municipal authorities are in charge of drinking water management. They can either manage these utilities in-house on their own or delegate this management to a private operator. In France, the tariff's design is based on the principle that "water pays water" ([Chong et al., 2006]) to ensure the self-financing of such a system by billing the users. The French design of the price is based on a binomial tariff: a variable component based on consumption, and a fixed component based on a subscription to get access to the goods. To these two parts, the taxes must be added. In most cases, the variable component is based on a constant marginal price. However, since 2010, the French law legalized pricing experiments to better discriminate amongst consumers on the basis of social criteria. This legal innovation paved the way to discriminating tariffs in the drinking water sector.

Dunkerque city's experiment introduced, by the end of 2012, a nonlinear, tier-progressive pricing in the variable component of the price. Dunkerque and its suburbs (in Northern France) delegate the management of drinking water provision to a unique private operator. This provider serves 27 townships and more than 90,000 subscribers, with 84,000 domestic subscribers ¹, representing a population of 221,836 people².

We will explain the design of the "éco-solidaire" tariff (2.1) before presenting the assumptions that we test empirically in our models (2.2).

1.2.1 DUNKERQUE'S "ÉCO-SOLIDAIRE" TARIFF

In 2012, after requests from representatives, a private operator set up a nonlinear tariff with social tariffs. Before the introduction of this new tariff, the provider was

¹<http://www.leaududunkerquois.fr/index.php?page=chiffres>

²Source : SISPEA

using a standard price for drinking water through linear pricing for the variable component and subscription fees for the fixed component. From 2012, the Dunkerque authorities initiated the tier-progressive pricing for the variable component (1.01 €/m³), leaving the fixed component of the price unchanged.

The new tariffs are based on three tiers depending on the volume of water consumed according to standards provided by the operator. Tier one is called the vital consumption tier and entails any consumption below 75 m³/year. Tier two, useful consumption entails consumption levels between 75 and 200 m³/year. Finally, tier three (called comfort) entails consumptions above 200 m³/year. If we refer to the [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) study, we can assume that this mechanism is redistributive among the small consumers and the others. In effect, the provider would like to increase the consumption for small consumers (if they are in tier one) by decreasing the price. Moreover, this discount on vital consumption is financed by the other categories. It is the reason why the nonlinear tariffs are considered redistributive.

A second mechanism complements the pricing scheme: the social beneficiaries of the universal health care coverage (couverture maladie universelle or CMU³) have access, at tier one, to a 70% discounted tariff from the normal price. This social tariff is automatically assigned.

The new tariff (in 2012) can be summarized in table [1.1](#).

The subscription is unchanged (10 €/year). We can represent in a graph this new pricing system to compare it with the linear pricing system. In Figures [1.1](#) and [1.2](#), we can compare the linear tariff and the nonlinear tariff.

Figures [1.1](#) and [1.2](#) represent the Price (**P**) and the quantity in cubic metres (**Qt**) to compare the previous and the new tariffs in Dunkerque and their impact on social and standard consumers. These graphs do not include the fixed component of

³This information is systematically collected by the provider from the social administration (CAF).

Figure 1.1: Price for standard consumer

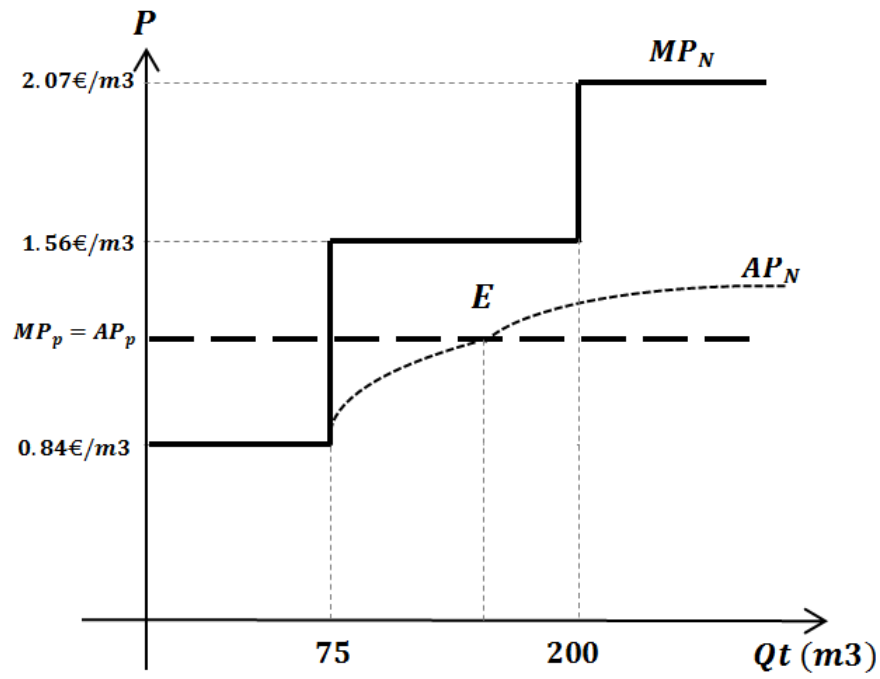
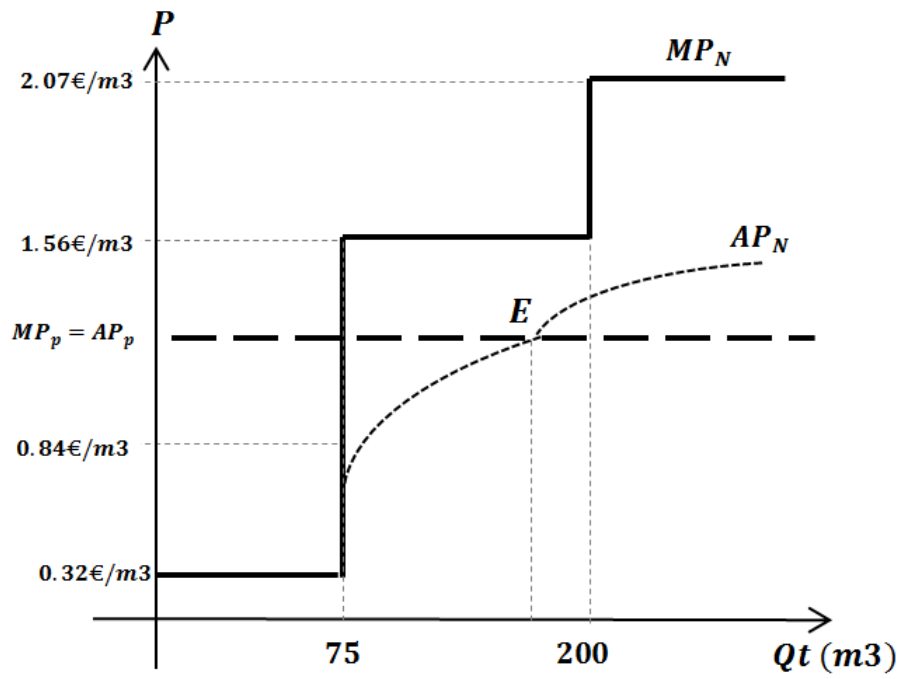


Figure 1.2: Price for social consumer



Tier	Name of the tier	Type of consumer	Consumption	Price
1	Vital consumption	Standard	from 0 to 75 m3	0.84€/m3
1	Vital consumption	Social	from 0 to 75 m3	0.32€/m3 (social discount : -70%)
2	Useful consumption	Standard and social	from 75 to 200 m3	1.56€/m3
3	Comfort consumption	Standard and social	>200 m3	2.07€/m3

Table 1.1: The different tiers of the tariff in 2012

the price. On the two graphs, the previous tariff is the horizontal line because the average price (**AP**) was equal to the marginal price (**MP**) ($AP_P = MP_P$). The new marginal price (MP_N) is a nonlinear tariff, and the curve of the new average price (AP_N ⁴)

“E” is the point where $AP_P = MP_P = AP_N$. The three main results obtained are as follows:

If $Q_t < E$ the consumer **wins** with the new tariff on the total price If $Q_t > E$ the consumer **loses** with the new tariff on the total price If $Q_t = E$ there is **no change** for the consumer on the total price

The theoretical impact of the new non-linear tariff is strongly related to the behavior of the consumers. Following Ito [2014], we know that if consumers are perfectly rational, they react to the marginal price and change their consumption according to the marginal tier; instead, if they have a bounded rationality or cognitive bias, as identified by Liebman and Zeckhauser [2004] and Ito [2014], they react to the average price. However, this paper does not try to estimate the elasticities or mea-

⁴AP = (Total Price)/Quantity depends on the tiers.

sure if the consumers react to the marginal or average price. The aim of this study is instead to measure the impact of the introduction of a non-linear tariff by using policy analysis methodology. In another study (Mayol and Porcher [2017], by using a different database and methodology, we try to estimate the demand and the elasticities in drinking water.

1.2.2 PROPOSITIONS

The Dunkerque experiment pursues both social and ecological goals simultaneously⁵. The main idea is the following: by implementing nonlinear progressive pricing, consumers will be incentivized to reduce their consumption, either to avoid reaching a higher tier or to avoid increasing their loss in a higher tier (opportunity cost). At the same time, the implementation of a social tariff should allow vulnerable consumers to be favored in comparison with others. Our objective is to assess the impact of this change in tariffs on the consumption of households while considering the different profiles of consumers.

Two criteria were examined here:

1. **Ecological goal:** Does the new tariff decrease consumption after the change? How do the different types of consumers react according to their different characteristics (i.e., size or level of consumption)?

2. **Social goal:** How are the standard and social consumers compared to others after the change?

Several propositions can thus be formulated and tested to evaluate this policy:

⁵Website: <http://www.leaududunkerquois.fr/index.php?menu=9&page=page&pageID=6>

The first proposition follows the empirical results of [Grafton et al. \[2011\]](#) or [Montginoul and Alexandre \[2014\]](#) and considers that the implementation of a nonlinear tariff will be not neutral on the consumption by lowering the global consumption of the agents. We can expect a negative impact on global consumption with this new pricing design. This assumes that the elasticity is nonzero for consumers and that consumers react to the price change.

Proposition 1. *A nonlinear tariff decreases the aggregated consumption of drinking water.*

According to the empirical results of [Meran and Von Hirschhausen \[2009\]](#), small consumers should benefit from the windfall effect of the new tariff to increase their consumption. The second proposition follows the [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) model about non-linear tariffs: the small consumers increase their consumption after the discount (here, if the consumption is <75 m³), and the others decrease their consumption after the discount (if the consumption is >75 m³). This is a standard redistributive mechanism between the different categories of consumers. Moreover, the different studies on the elasticity of French water demands show a negative elasticity (-0.08 and -0.22, according to the place in France ([Nauges and Reynaud \[2001\]](#))). We can assume that the consumers react to the price-change according to their level of consumption.

Proposition 2. *A nonlinear tariff positively impacts the consumption of the small consumers and negatively impacts the consumption of the others.*

[Renwick and Archibald \[1998\]](#) show that in California, high incomes are much less sensitive to changes in water prices than low incomes. In our experiment, the social consumers win more than do the others with the new non-linear tariff. Additionally, we can expect that the social consumers consume more than the others after the new tariff. This proposition tests the fairness of this tariff; because we suppose that

the social consumers need to be supported with a social discount to consume more drinking water (cf. [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#)).

Proposition 3. *Social consumers consume more than other consumers do with the new tariff.*

The last proposition refers to the study by [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) on nonlinear tariffs on electricity. They show that households are heterogeneous and that not all can react to price changes. For instance, the level of consumption of electricity, gas, or water could be related to the size of the household or the type of home (house or flat). In the drinking water sector, [Fauquert and Montginoul \[2011\]](#) show that the inefficiency of the non-linear model is due to the different characteristics of the households (especially for the large families). This is the reason why these authors suggest specific subsidies to correct this heterogeneity for the large families. In Dunkerque, we assume that the size of the household is strongly related to their consumption. Moreover, we test the following proposition to observe how the different types of households react to the price change. For instance, if large families do not react to the non-linear tariff, this confirms the inefficiency of the non-linear tariff on the consumption of some categories of households.

Proposition 4. *The impact of the tariff change is related to the size of the household.*

1.3 DATA

1.3.1 SAMPLE

Dunkerque’s provider specifically tracks consumption data of a representative panel of consumers before and after the new tariff (2012). The consumers were randomly selected. The panel entails 1387 consumers whose consumption was tracked from 2010 to 2013. Consumers were spread over the 22 townships of Dunkerque District (37% living in Dunkerque and 6.85% in rural areas), and 68.3% of the consumers

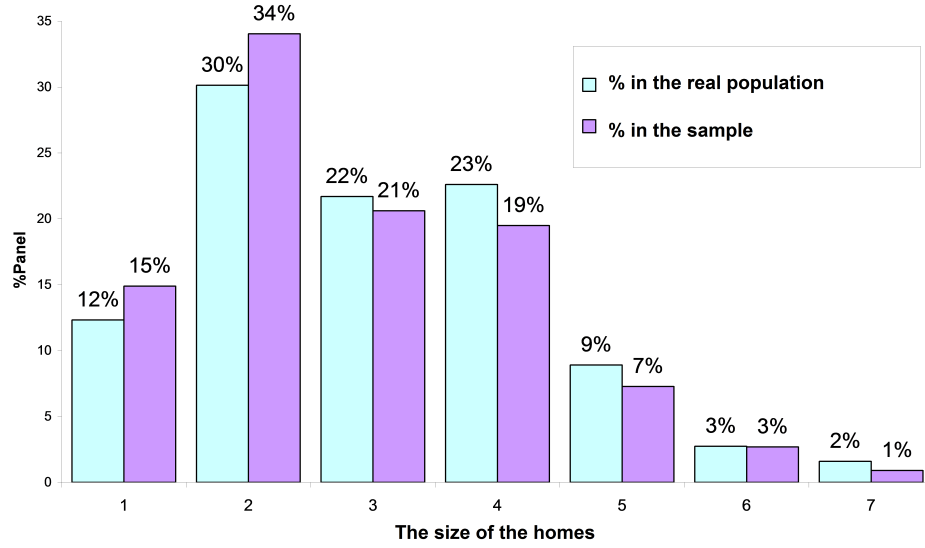


Figure 1.3: Size of the households (Source: Eau du Dunkerquois)

lived in an individual house (the rest lived in flats). The distribution of the size of the households is shown in Figure 1.3.

1.3.2 VARIABLES

1.3.2.1 *Dependent variable: the logged consumption*

The dependent variable is the logarithmic annual consumption. This variable from the panel assesses the subscriber's annual consumption of drinking water. By using this variable, we can assess the annual variations of consumption before and after the introduction of a new tariff. Some observations must be formulated on the water consumption reported on the database.

In this study, we built three categories of consumers according to their marginal tier:

- **Small consumer** when $Q < 75 \text{ m}^3$ (i.e., marginal tier is 1)
- **Medium consumer** when $Q \in [75; 200]$ (i.e., marginal tier is 2)

Obs.	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	Year
858	89.04	58.06	2	691	2010
978	83.38	55.41	2	602	2011
1110	81.95	50.63	1	323	2012
1267	80.43	55.89	1	464	2013

Table 1.2: Descriptive statistics of the consumption

Obs.	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	Year	Social
838	89.41	58.04	2	691	2010	No
954	83.80	55.34	2	602	2011	No
1081	82	50.61	1	323	2012	No
1234	80.52	55.60	1	464	2013	No
20	73.5	58.25	14	203	2010	Yes
24	66.95	56.69	11	223	2011	Yes
29	73.10	51.39	16	192	2012	Yes
33	76.84	66.66	3	341	2013	Yes

Table 1.3: Descriptive statistics of the consumption (standard vs social)

- **Large consumer** when $Q > 200$ m³ (i.e., marginal tier is 3)

First, the panel is unbalanced for consumption⁶. This can be explained by the fact that clients could register for new subscriptions (after moving houses) after the start of the data collection (in 2010). Second, the consumption for the provider has faced a decreasing trend since 2009. The following table (1.2) summarizes the main descriptive statistics in the original data (before the outliers dropped).

As such, there is the same decreasing trend of water consumption in Dunkerque district. However, there are some outliers with very low consumption (< 10 m³) that represent fewer than 20 observations. These outliers can be explained by moving houses, possible secondary houses, or specific situations in a rural zone (house with a private source). Finally, it is useful to observe the average consumption for each user profile, with a distinction between social and standard consumers.

From this Table 1.3, the following were observed:

⁶The econometric results are not impacted if the panel is balanced.

- On average, social consumers consume less than other users.
- Their number in the sample is quite small, which may impact the average.

In these conditions, it seems relevant to focus on the universal health care coverage beneficiaries and the non-beneficiaries to know if the new tariff benefited one of the two categories more.

1.3.2.2 Independent variables

Control variables.

Consumption is a function of two intuitive factors: the number of potential users on the same water meter and the characteristics of the housing. The variable HOUSEHOLDSIZE indicates the number of people residing the household. The variables FLAT, HOUSE, and HOUSEWITHOUTGARDEN indicate if the householders live in a flat or a house. There is a control variable (ECOLOGICALSENSIBILITY) relative to the “psychological profile” of the individuals concerned with environmental issues (The question was “Are you ready to reduce your consumption to save the resource?”, with a yes/no answer. This survey took place before the introduction of the new tariff.). ECOLOGICALSENSIBILITY is a dummy variable allows us to assess if the household is naturally willing to make efforts to reduce its consumption. However, we know that this variable is based on a subjective and declarative information. This question may involve an elicitation effect ([Jacquemet et al. \[2013\]](#)), issue the question may suggest a socially desirable response. However, the conditions for carrying out the questionnaire make it possible to limit this bias. This effect could be reduced by the fact that actual household consumption was known, thus reducing the ability to lie. The variable RURAL indicates the location of the house. We introduced a meteorological variable indicating the rainfall from the data provided by Météo France. We tested an alternative on the temperature, which had no

Variable	Average	Standard Deviation	Min.	Max.
Householdsize	2.792	1.355	1	10
Flat	0.316	0.465	0	1
House	0.622	0.484	0	1
Housewithhoutgarden	0.061	0.239	0	1
Ecologicalsensitivity	0.781	0.413	0	1
Rural	0.068	0.252	0	1
Eastsector	0.832	0.373	0	1
Pluviometry	685.97	111.72	558.6	865

Table 1.4: Control variables

effect on the results. Finally, the variable EASTSECTOR specifies if the consumer is in the eastern or western sector (EAST/WEAST) because the two sectors are not managed by the same provider for waste collection. The following Table 1.4 summarizes the descriptive statistics for the control variables. These variables are constant and thus do not change over time.

Categorical variables.

We created the following categorical variables to draw a distinction between several profiles of individuals:

- The variable “CMU” indicates (dummy) if the household is a beneficiary of the universal health care coverage. The French social administration (Caisse d’Allocations Familiales) provides this information.
- Three dummy variables indicate if the consumer is in the first, second, or third tier.
 - **Tier 1** if consumption $\in [0 ; 75]$
 - **Tier 2** if consumption $\in [75 ; 200]$
 - **Tier 3** if consumption > 200

Additionally, Tier 1 and Tier 3 are farther from the E point than Tier 2. We assume that the impact of the new tariff could be more significant for farther consumers.

1.4 EMPIRICAL STRATEGY

The main models used in this study are related to the standard methods in public policy evaluations. Our objective in this first part is to assess the impact of an exogenous change of tariff on the agent's consumption using econometrics. To do so, this study uses two methods: the diff-in-diff and a standard linear regression that includes dummy variables.

The Fisher test confirmed individual effects on consumers, whereas the Breusch-Pagan⁷ (1979), the Hausman test⁸ (1978) and the Mundlak test⁹ (1973) confirmed the presence of random effects. Moreover, the presence of numerous time-invariant variables in our database (i.e., almost all of the variables of control do not vary over time) excludes using a fixed effects model with this database. The results from random effects are crossed with a standard ordinary least square regression.

1.4.1 DIFF-IN-DIFF MODEL FOR THE GLOBAL CONSUMPTION

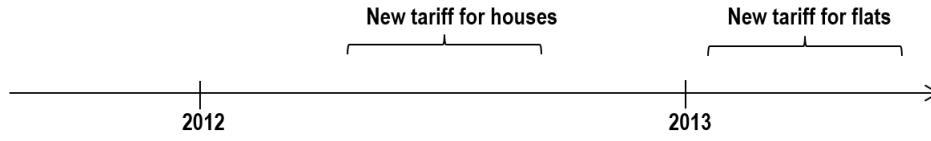
First, to compute the impact of the measure on the global consumption, this study uses a diff-in-diff model. This method used in public policy evaluation aims to compare two groups: a control group and a treated group. Our main problem was that there were only consumers who received the treatment in the database. We thus had to identify a good control group.

The type of housing was used to identify the control group. Indeed, the tariff change

⁷Results of the Breusch Pagan test: $\text{Chi2} = 390.19$ and $\text{Probability} > \text{chi2} = 0.0000$ (if $p > 0.1$ there are no random effects).

⁸Results of the Hausman test: $\text{prob} > \text{Chi2} = 0.5981$ (if $p < 0.1$ there is a reject of H_0 on the absence of systematic difference between Fixed Effect and Random Effect).

⁹Results of the Mundlak test: $p < 0.0000$, which confirms the presence of random effects.



was implemented in the Dunkerque area during the last semester of 2012. However, the previous drinking water pricing system generates a dualism between individual houses and collective housing (mostly flats). Indeed, each individual house has an individual meter. However, this was not necessarily the case for flats. In most of the cases, the price of the water was implemented in rental charges according to a repartition key that accounts for the surface area. The installation of individual water meters in Dunkerque took a long time, and the impact of the new tariff was realized mainly in 2013 for all of the users.

As such, the consumers living in a flat—excluding social housings that anticipated the change—were considered a control group because in 2012, they did not have the new tariff. This distinction between the groups was also made in studies by Ito (2010), who distinguished between two sectors to observe the different reactions to tariffs. The following graph (1.4) summarizes the delay in the introduction of the measure according to the housing:

The comparisons of the trends confirm that the housing is a good criterion to distinguish between the two categories of users. Moreover, Figure 1.4 shows that the quadratic fit of the consumption for the consumers in house diverges in 2012. There is no divergence for the flat consumers. This result confirms that the housing is a good variable to run the diff-in-diff model.

Thus, the housing type appeared to constitute the right discriminative variable between the control group and a treatment group. Formally, we look to estimate the log for individual consumption with individual (α_i) and temporal (τ_t) random effects, giving the following formula:

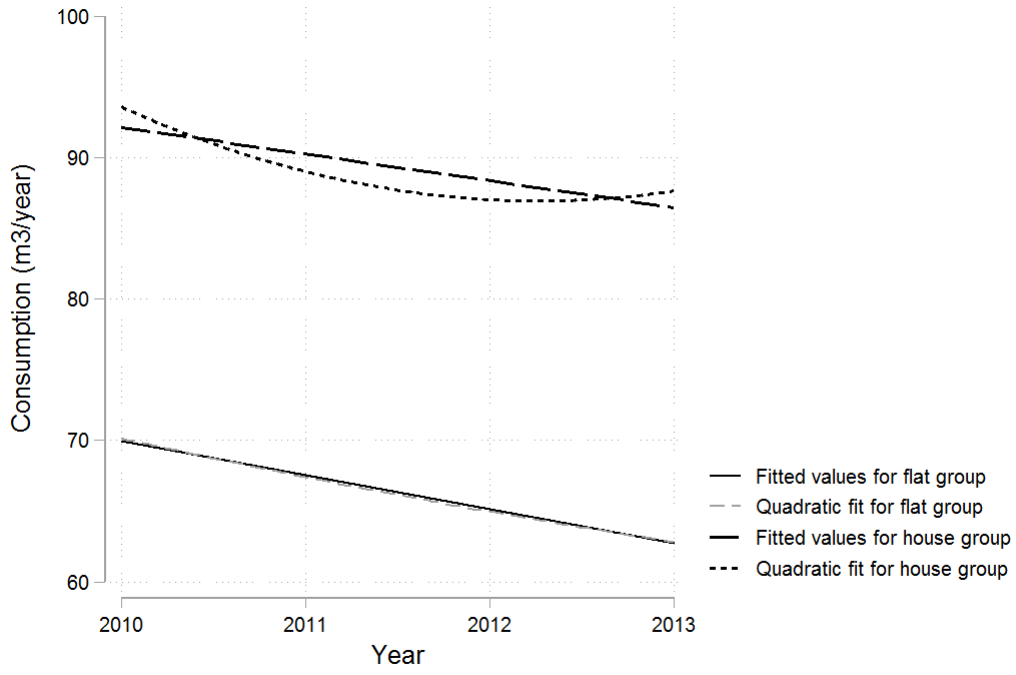


Figure 1.4: Fitted values of the consumption for the two groups of consumers

$$\begin{aligned}
 \text{LogConso}_{it} = & \beta_0 \\
 & + \beta_1 \text{HOUSE}_{it} \\
 & + \beta_2 \text{MEASURE}_{it} \\
 & + \beta_3 \text{HOUSE}_{it} \times \text{MEASURE}_{it} \\
 & + \beta_4 \text{ControlVariables}_{it} \\
 & + \tau_t + \alpha_i + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

i designating agent i and t designating the reference year. Thus, the β_3 coefficient will give the double difference effect of the tariff change for the treated group of consumers living in individual housing. This model should confirm the impact of the tariff change on global consumption.

1.4.2 MODEL FOR THE DIFFERENT TYPES OF CONSUMERS

Since the global impact on consumption is confirmed, the following model uses a random effect regression model using dummy interaction variables to test the impact of the tariff change according to the user's profile (small-middle-large). It was not possible to use the previous diff-in-diff model because the distribution of the type of consumers was not symmetrical in the two groups. Indeed, the large consumers are more important in the houses than in the flats. We use three groups of consumers according to their TIER during the t-1 year.

Formally, the model is as follows:

$$\begin{aligned} \text{LogConso}_{it} = & \beta_0 \\ & + \beta_1 \text{TIER}_{it-1} \\ & + \beta_2 \text{MEASURE}_{it} \\ & + \beta_3 \text{TIER}_{it-1} \times \text{MEASURE}_{it} \\ & + \beta_4 \text{ControlVariables}_{it} \\ & + \tau_t + \alpha_i + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

The different β_3 coefficients give both the sign and magnitude of the impact of the new pricing system on consumptions according to the type of consumers.

1.4.3 IMPACT OF THE TARIFF ON SOCIAL CONSUMERS

The number of social consumers (approximately 25) in the database is not sufficiently significant to use in an econometric model. In effect, the average is too sensitive to the variance of this group. However, to analyze the impact of this tariff change on the consumption, this study uses a graphical analysis with a quadratic fit to compare before and after.

1.5 RESULTS

This section presents successively the different results from the models exposed previously. The main conclusions from our empirical study are presented in a summary, with possible interpretations from economic theory and literature.

1.5.1 RESULTS FROM THE DIFF-IN-DIFF MODEL

The following table (1.5) presents the results from the first diff-in-diff realized for all consumers, excluding the social beneficiaries (the extended version of table 5 is presented in the appendix).

<i>Dependent variable : LogConsumption</i>	RE	OLS
HOUSEHOLDSIZE	0.222*** (15.68)	0.221*** (16.59)
MEASURE	-0.834*** (-17.22)	-0.175*** (-2.82)
HOUSE	0.349*** (5.91)	0.309*** (5.17)
MEASURE x HOUSE	-0.107*** (-2.85)	-0.089* (-1.85)
Cons.	0.000 (.)	2.886*** (21.90)
Number of obs.	2870	2870
Number of groups	1085	-
Year effect	yes	yes
R2	0.2125	0.2134

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.010

Table 1.5: Results for diff-in-diff model

Several remarks can be made concerning the results from this diff-in-diff model:

- The household size is a leading explanatory variable of the drinking water consumption.
- Living in a house has a positive impact on consumption. The intuitive interpretation is that people living in houses usually have larger families than

people living in flats. Moreover, a house usually comes with a garden, which implies more water requirements.

- The final result from the diff-in-diff (MEASURE*HOUSE) shows a negative impact of the tariff change on consumption. In other words, the new tariff program significantly decreases (-10.7%) the households' consumption. This result is confirmed by the alternative model realized with a simple linear regression.

Overall, the impact of the tariff change is thus negative on the global consumption. This result is similar to empirical results, showing that nonlinear progressive threshold tariffs tend to lower consumption ([Grafton et al. \[2011\]](#)). This model confirms our main propositions.

However, it is possible to discuss the magnitude of the result found. Indeed, this result is very high compared to other studies, which show variations on the order of 2 to 3% ([Montginoul and Alexandre \[2014\]](#)). There are several possible explanations. First, the treatment group is not exactly the same as the control group. The consumption trend of apartments and houses was the same before 2011 (cf. graph). However, the reaction of consumers in the house may have been stronger due to the possibility of substitutes (rainwater harvesting for example). At the aggregate level, consumption has not decreased by 10% because the (majority of) apartments have mitigated this effect. Moreover, the magnitude of the overall variation can also be explained by the very important communication of the provider to the users. Indeed, individualized information was provided to the consumers to explain the tariff, to make simulations and to make suggestions for changes in behaviour in the case of an increase in the invoice. Foaming has also been widely distributed to reduce the consumption of drinking water. It is therefore important to account for the very proactive local context in terms of reducing drinking water consumption, which explains why consumers respond effectively to price. This joins the discussion on the quality of information about individual consumption.

1.5.2 RESULTS FOR THE DIFFERENT CATEGORIES OF CONSUMERS

This random effect model (non diff-in-diff) tries to assess the measure's impact *ceteris paribus* by dissociating the consumers' profiles using categorical interaction variables.

Some general remarks:

- The global impact of the measure with this model is harder to interpret since the impact goes in opposite directions with respect to the consumers' profiles.
- Small consumers tend to increase their consumption following the introduction of the measure.
- In contrast, medium and large consumers reduce their consumption.

These results (table 1.6) confirm the proposition that the main financial beneficiaries of the measure are small consumers. As a consequence, they will tend to increase their consumption to benefit from the windfall effect of the new tariff. In contrast, for large consumers, the measure is highly disadvantageous from the financial perspective since it encourages them to reduce their own consumption.

<i>Dependent variable : LogConsumption</i>	RE	RE
HOUSE	0.187*** (3.97)	0.187*** (3.97)
HOUSEHOLD	0.250*** (17.64)	0.250*** (17.64)
MEASURE	-0.050*** (-2.79)	0.063*** (2.78)
MEASURE x LAG.TIER1	0.113*** (3.81)	
MEASURE x LAG.TIER2	-0.113*** (-3.81)	
MEASURE x LAG.TIER3	-0.128* (-1.77)	-0.241*** (-3.23)
Cons.	3.483*** (39.82)	3.394*** (40.49)
Number of obs.	3352	3352
Number of groups	1294	1294
Year effect	yes	yes
R2	0.329	0.329

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.010

Table 1.6: Results for the different categories of consumers

1.5.3 GRAPHICAL ANALYSIS OF THE TRENDS FOR THE SOCIAL CONSUMERS

Due to a small number of social consumers, this study uses an imperfect way to measure the impact of the new tariff program on the social consumers. We expect that these consumers increase their consumption for two main reasons. First, before the new tariff, they consume less than the other standard consumers. Second, they benefit more from the new tariff. The following graph shows two trends: the trend for the social consumers and the trend for the others. Moreover, two curves represent the quadratic fit to observe the divergence in the quadratic fit from 2012 (introduction of the measure).

This graph (Figure 1.5) gives an interesting interpretation framework of the previous variations: the standard consumers tend to decrease their consumption during the new tariff implementation, whereas the social consumers overconsume slightly after the implementation. This difference could be interpreted as a catch-up effect of the social consumers, whereas the other users will, on average, temper their own

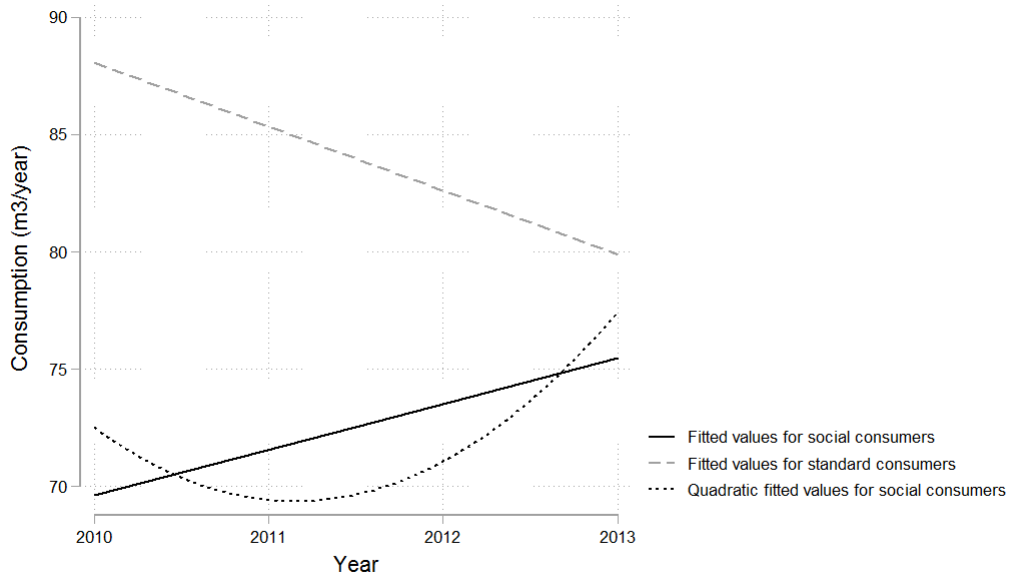


Figure 1.5: Fitted consumptions for social consumers

consumption. However, this interpretation is not based on an econometric model.

1.5.4 RELATIONSHIP BETWEEN CONSUMPTION AND SIZE OF THE HOUSEHOLD

Nonetheless, on fairness, the results (figure 1.6) are more ambiguous. Who is actually carrying the cost of such a tiered pricing system? It appears that numerous families have a different elasticity than the others. We observe in graph 6 that the evolution of the trend is highly related with the size of the household when $N \in [2;4]$. Additionally, the larger the household is, the smaller the decrease of the trend is. There is an exception when the size is 1.

This situation can be explained by the presence of an incompressible consumption. Thus, we can think that the design of the slices was made for a representative family with at least two people. This result recommends improving the design of the tiers. The actual uniform design has to be adapted according to the type of households and housing, especially for the large families. In effect, the very small households ($N=1$) win with the new tariff, whereas the large families pay much more. This is the reason why our discussion could be more focused on these households. However,

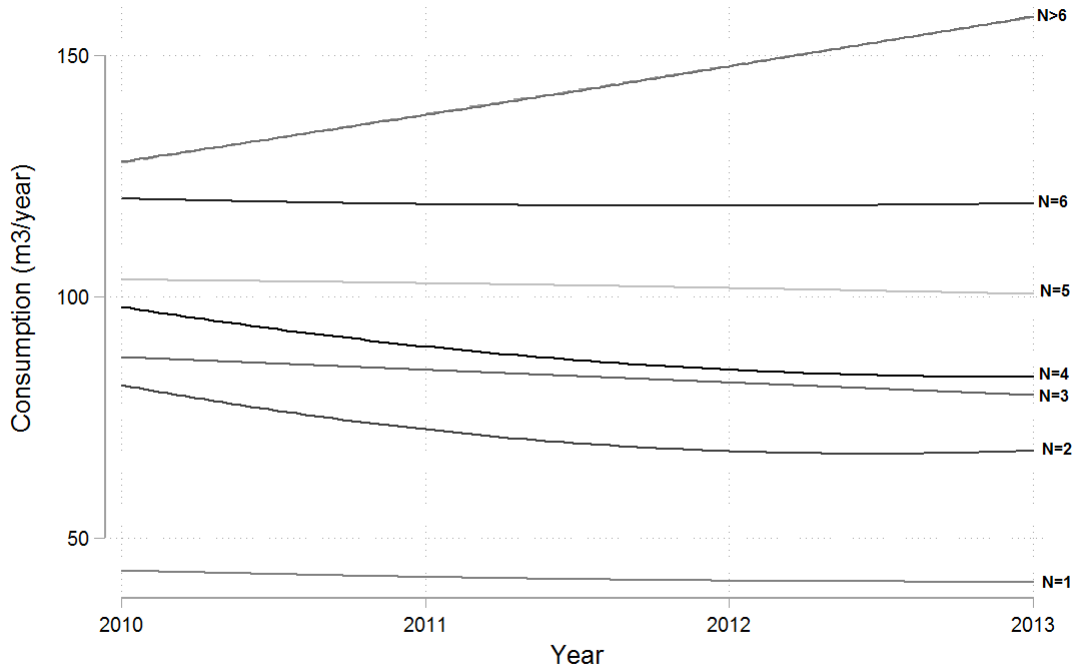


Figure 1.6: Mean of consumption and size of households (N) - 2010-2013

we can discuss the heterogeneity of the elasticities according to the households. The difference between N2, N3 and N4 can also be explained by the change in the type of housing that can be implied by the arrival of a child in the family. This results in a different elasticity.

1.5.5 SUMMARIZE

This study questions who actually benefits from the implementation of nonlinear and social tariffs for drinking water. This is a pioneering contribution aimed at empirically assessing the overall impact of a complete pricing change on drinking water users' consumption. What can be concluded from it? First, we confirm the results from the literature according to which tiered pricing usually causes a decrease in consumption. Second, by observing the different types of consumers more precisely, it actually appears that small consumers are more sensitive to windfall effects caused by a lower tariff but that large consumers are incentivized to reduce their consumption. Finally, a social device on such pricing designs seems to increase the consumption but is more of a catch-up effect. We can summarize

the results as follows (Table 1.7):

Proposition	Results
Proposition 1: A nonlinear tariff decreases the aggregated consumption of drinking water.	Confirmed
Proposition 2: A nonlinear tariff positively impacts the consumption of the small consumers and negatively impacts the consumption of the others.	Confirmed
Proposition 3: Social consumers consume more than other consumers do with the new tariff.	Not confirmed
Proposition 4: The impact of the tariff change is related to the size of the household.	Confirmed

Table 1.7: Final Results

1.6 CONCLUSION

How do we interpret these results? The overall efficiency of the new pricing mechanism seems good since it did not cause global overconsumption. However, as [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) explain, the several limitations of this type of tariff are related to the redistributive mechanism. In effect, to decrease the price for “vital consumption” (tier 1), the monopoly must increase the price for the others who pay the discount. From our results, we observe that the small consumers increase their consumption significantly. They represent approximately 50% of the population in Dunkerque. Additionally, the losses for the monopoly from this discount are very important (the marginal cost of the new price is -0.17 €/m³). This is why the monopoly increases the marginal price strongly for the other consumers ($+0.55$ €/m³ for the tier 2; $+1.06$ €/m³ for the tier 3). The legal obligation to have a financial equilibrium suggests that the monopoly transfers the cost of the measure to others with low price elasticity. Additionally, the redistributive mechanism generates distortions and social costs for 50% of the consumers (tier 1 + tier 2). Moreover, the heterogeneity of the households is not considered in the mechanism design. We show that the consumption seems to be strongly related to the size of the household. However, the different tiers were designed according to a representative type of household. This standard design could be negative for large families.

Until 2013 and the Brottes Law, it was forbidden for the providers to discriminate between consumers. A better tariff should consider the individual characteristics when designing the tiers. Moreover, we can discuss the criteria for the social consumers. The actual criteria (CMU or not) is quite limiting because only 2.45% of the population is concerned. Additionally, a social criterion based on fiscal and social information could be more efficient (e.g., the “quotient familial”). Since 2013, the French Law permits the use of fiscal information to design special social tariffs. We suggest introducing redistributive mechanisms (e.g., special tiers, subventions) for the large families to correct the negative impact of the progressive tariff, following the [Fauquert and Montginoul \[2011\]](#) proposition. For instance, in Dunkerque in 2012, a special measure called “chèque eau” (flat-rate) was created to subsidize the consumption for the large families ($N > 5$). However, because receiving this grant implies a specific demand, only 12 families benefited from it in 2012.

The present study extends the debate on the plurality of the goals assigned to public policies. In their note to the Conseil d’Analyse Economique, [Saussier and Tirole \[2015\]](#) reminded us of the difficulty to simultaneously drive several objectives in public orders. We show, through the analysis of this experiment, that two objectives can be reached by accepting some social costs.

We could compare our article with another natural experiment in France from Niort. Some studies (EauAnd3E – ANR Villes Durables and [Aubert \[2013\]](#)) tried to measure the impact of the progressive tariff on the consumption in Niort. The different studies show that the consumption decreases with the progressive tariff (from -1 to -2%). However, this study differs from ours for several reasons. First, the geographic and social contexts are very different. In Niort, the average drinking water consumption is 110 m³/year against 80 m³/year in Dunkerque. Moreover, the region of Niort was confronted with an important drought during the period studied (to recall, the rainfall in Dunkirk is different from Niort). This may have

impacted the rate change. In addition, the data used in this study were aggregate data.

Our study could be supplemented by a more detailed analysis of possible transfers between individual and professional consumers. Indeed, the presence of agriculture modifies considerably the ecosystem of the monopoly of drinking water. In addition, *ex ante* and *ex post* analysis of incremental tariffs must account for the local context because the consumption of drinking water depends on multiple factors (income for instance).

Moreover, we can renew the debate on the monthly billing of drinking water. Several authors, such as [Barraqué et al. \[2007\]](#), highlighted the need to improve the quality of information on drinking water consumption. From this point of view, the installation of individual meters and, above all, monthly payments, appear to be indispensable for improving the effect of the price signal. With smart meters, we can hope that the meter reading will improve to make discriminatory tariffs more efficient. Without up-to-date and easily accessible information, the price signal cannot play its role, particularly among the precarious public. In Dunkerque, the impact of the new tariff can be largely explained by the pro-activity of the supplier to help consumers react well to the marginal price, as observed in, e.g., invoice simulations, communication operations, and suggestions for changes in behavior. These elements all agree with the authors' proposals ([Ito \[2014\]](#), [Barraqué et al. \[2007\]](#)) to improve the quality of information to improve the efficiency of progressive tariffs.

Therefore, our study raises the question of the design of tariffs and the information available to consumers.

This study, however, presents some serious econometrical limitations. First, the absence of a real control group and the lack of more precise sociodemographic data make our interpretation of the results quite fragile. Second, due to the very small number of social consumers in the panel, it is impossible to run an econometric

model on this group.

The second limitation lies in the “public policy” approach of this paper. The aim was to assess the overall impact of a measure without trying to quantify the elasticity of the consumers. Finally, we raised the question of the profit and loss associated with this measure only from the point of view of the consumers. It could be useful to observe who benefits from the measure on the collective surplus level by considering the different financial constraints of the provider. Therefore, the evaluation of the tiers and their implications on the final profit should be the subject of a deeper study to determine who (the supplier or the consumer) actually benefits with a nonlinear pricing system. These points will be analysed in another study by using different database and econometric models ([Mayol and Porcher \[2017\]](#)).

This first paper seeks to shape part of the social and environmental concerns in utility management. Pricing innovations deserve to be encouraged and studied, if we consider the institutional constraints and behaviours that can influence their success. Because drinking water in France is in perpetual development, we hope that this empirical contribution will lead to more global thoughts on the efficiency and fairness of public services pricing.

1.7 APPENDIX

1.7.1 EXTENDED RESULTS FOR DIFF-IN-DIFF MODEL

<i>Dependent variable : LogConsumption</i>	RE	OLS
HOUSEHOLD SIZE	0.222*** (15.68)	0.221*** (16.59)
ECOLOGICAL SENSIBILITY	-0.045 (-0.91)	-0.069 (-1.54)
RURAL	-0.137* (-1.69)	-0.065 (-0.89)
EAST SECTOR	-0.093* (1.84)	0.078* (1.71)
PLUVIOMETRY	0.005*** (36.28)	0.001*** (4.85)
MEASURE	-0.834*** (-17.22)	-0.175*** (-2.82)
HOUSE	0.349*** (5.91)	0.309*** (5.17)
MEASURE x HOUSE	-0.107*** (-2.85)	-0.089* (-1.85)
Cons.	0.000 (.)	2.886*** (21.90)
Number of obs.	2870	2870
Number of groups	1085	-
Year effect	yes	yes
R2	0.2125	0.2134

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.010

Table 1.8: Extended results for diff-in-diff model

1.7.2 EXTENDED RESULTS FOR RANDOM EFFECT REGRESSION

<i>Dependent variable : LogConsumption</i>	RE	RE
HOUSE	0.187*** (3.97)	0.187*** (3.97)
HOUSEHOLDESIZE	0.250*** (17.64)	0.250*** (17.64)
RURAL	-0.063 (-0.94)	-0.063 (-0.94)
EASTSECTOR	-0.023 (-0.49)	-0.023 (-0.49)
PLUVIOMETRY	0.000 (0.55)	0.000 (0.55)
MEASURE	-0.050*** (-2.79)	0.063*** (2.78)
LAG.TIER1	-0.090*** (-3.56)	
MEASURE x LAG.TIER1	0.113*** (3.81)	
LAG.TIER2		0.090*** (3.56)
MEASURE x LAG.TIER2		-0.113*** (-3.81)
LAG.TIER3	-0.543*** (-11.96)	-0.454*** (-9.78)
MEASURE x LAG.TIER3	-0.128* (-1.77)	-0.241*** (-3.23)
Cons.	3.483*** (39.82)	3.394*** (40.49)
Number of obs.	3352	3352
Number of groups	1294	1294
Year effect	yes	yes
R2	0.329	0.329

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.010

Table 1.9: Extended results for the different categories of consumers

Tarifs discriminants et monopoles de l'eau potable: Une analyse économique du comportement de consommation*

*« On nous propose aujourd'hui non d'aider les pauvres à devenir moins pauvres mais de **les assister en faussant les prix en leur faveur partout où c'est possible**. Ainsi pourront-ils mieux vivre en restant pauvres – ce qui est certes tout à fait indispensable. Mais c'est un pis-aller. Et le problème est de trouver la manière la moins nocive de les assister. »*

« On optimise ainsi la facilité, mais pas forcément l'efficacité de l'assistance : pour les indigents, mieux vaut manger de la viande dans l'ombre, que d'éclairer une assiette vide. »

Marcel Boiteux [2013], Éclairer une assiette vide ? in Commentaire, (3), 662-664.

Traditionnellement, la tarification des services publics en monopole est conçue pour réaliser un double objectif : réduire la perte sèche et assurer la couverture des coûts. Il s'agit alors de trouver des solutions à l'équilibre sous-optimal des monopoles. Parmi ces solutions, les tarifs discriminants, théorisés initialement par

*Chapitre co-écrit avec S. Porcher (IAE de Paris).

[Pigou \[1929\]](#), permettent de réduire l'inefficience de l'équilibre du monopole. Il y a trois degrés de discrimination tarifaire. La discrimination du premier degré consiste à tarifier chaque consommateur à hauteur de sa disposition marginale à payer. La discrimination de degré 2 différencie en fonction de la quantité achetée, mais pas en fonction du type de consommateur. Enfin, la discrimination de degré 3 se fait en fonction du type de consommateur, quel que soit son type. La tarification discriminante permet d'accroître le surplus collectif et, donc, de réduire la perte sèche. Cependant, leur mise en œuvre pratique est rendue difficile par une problématique d'information et de capacité des monopoles à discriminer les individus. De plus, dans le contexte français, certaines discriminations tarifaires sont également interdites par la loi, au nom du principe d'égalité.

Toutefois, les tarifs discriminants sont remis au goût du jour pour réaliser d'autres objectifs que la réduction de la perte sèche du monopole. Premièrement, en matière d'accessibilité à la ressource, les tarifs discriminants peuvent sembler pertinents pour opérer des transferts entre des catégories de consommateurs, puisqu'on peut appliquer des prix différenciés selon le type d'individus que l'on souhaite favoriser ou pénaliser. Ce type de mécanisme est particulièrement étudié dans le domaine de la taxation optimale ([Mirrlees \[1971\]](#), [Atkinson and Stiglitz \[1976\]](#) et [Diamond \[1998\]](#)), mais également en matière de tarification des services publics ([Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#)). Cela est, notamment, le cas dans l'électricité et dans l'eau avec des tarifs progressifs. Deuxièmement, au niveau environnemental, les tarifs discriminants ont été expérimentés pour inciter à la maîtrise de la demande en pénalisant les consommations élevées. L'instauration de tarifs croissants par blocs permettrait d'inciter les consommateurs à limiter leurs consommations.

Cependant, les analyses théoriques, comme empiriques, autour des tarifs progressifs se montrent souvent critiques à leur sujet. Nous pouvons synthétiser deux principales critiques sur ces tarifs discriminants. D'une part, ces tarifs supposent des distorsions importantes entre les catégories de consommateurs pour assurer, a minima, l'équilibre budgétaire du monopole ([Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#)).

D'autre part, la réaction des consommateurs au signal prix n'est pas toujours conforme aux prédictions théoriques, dès lors que l'on admet une imperfection de leur rationalité. Par exemple, [Ito \[2014\]](#) a montré, au travers d'une expérience naturelle aux États-Unis, que les consommateurs américains d'électricité réagissent plus fortement au prix moyen qu'au prix marginal. Ce dernier point rend l'instauration d'un tarif progressif (qui instaure une discrimination de degré 2 ou 3) très incertaine en termes de résultats.

C'est pourquoi, en pratique, la tarification des monopoles a d'abord été guidée par un objectif simple de couverture des coûts fixes. [Boiteux \[1956\]](#) traite la question de la tarification des monopoles naturels en formalisant une tarification reportant la couverture des coûts fixes sur les agents ayant une élasticité-prix faible et qui peuvent payer. En pratique, la tarification des monopoles, notamment en France, se fera généralement au coût moyen.

Pourtant, depuis les années 2000, un nouveau paradigme émerge autour des tarifications des services publics, et plus particulièrement dans la fourniture de services comme l'eau, l'électricité ou le gaz. En effet, désormais de nouveaux objectifs, formalisés par des textes juridiques plus contraignants, apparaissent : préoccupations écologiques, enjeux sociaux sur la précarité énergétique et l'accès à la ressource, ou encore changement du rapport des consommateurs au prix. Face à ces nouveaux enjeux, les tarifs discriminants sont perçus, par les décideurs publics, comme une solution possible pour réaliser, simultanément, de multiples objectifs sans nécessiter de mettre en place des mécanismes complexes de redistributions *ex ante* ou *ex post*. L'apparition des nouvelles technologies, comme les compteurs intelligents et le *Big Data*, ont également facilité l'accès aux informations nécessaires à la discrimination et au comptage des consommations¹. Le prix du service public est donc repensé comme un signal informationnel - sur la rareté de la ressource par exemple - et comme un instrument d'incitation, afin de

¹Par exemple, la loi Brottes de 2013 a permis d'accéder aux données issues de l'administration fiscale et de la CAF pour pouvoir réaliser des tarifs sociaux en fonction de critères sociaux comme, la Couverture Maladie Universelle, le quotient familial, le revenu fiscal de référence etc.

repenser la relation entre le monopole et le consommateur.

Le cas de l'eau en France, qui est l'objet de notre étude, est emblématique de ce changement de paradigme. Les monopoles de l'eau potable en France sont gérés par les communes qui peuvent, soit en déléguer la gestion à un opérateur privé, soit en assurer la gestion en régie municipale. Jusqu'en 2010, l'objectif prioritaire des tarifs était la couverture des coûts liés à l'exploitation et à l'entretien du réseau (comme le rappellent Erdlenbruch et al. [2013] dans leur présentation du secteur de l'eau en France). L'auto-financement de ce service public est assuré par l'opérateur qui se rémunère directement en faisant payer les usagers ². La problématique de la redistribution sociale était uniquement pilotée par des prises en charge des impayés *ex post* au travers, par exemple, du Fonds de Solidarité Logement. La maîtrise de la demande, quant à elle, était gérée exclusivement de manière réglementaire par des restrictions saisonnières sur les usages de l'eau potable.

Cependant, depuis les années 2000, les "politiques de l'eau", tant au niveau national qu'eupéen, ont renouvelé la question tarifaire. Plus spécifiquement, la Directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000 (Directive 2000/60) définit les nouveaux objectifs européens des politiques de l'eau potable que les États membres doivent mettre en œuvre. La Directive impose de procéder à une "*analyse économique des modalités de tarification de l'eau*" et d'y intégrer les "*coûts environnementaux*"³. Par ailleurs, elle précise que les tarifs de l'eau doivent considérer les "*besoins environnementaux et sociaux*". Ces objectifs se sont alors traduits dans plusieurs lois en France qui ont abouti à promouvoir le recours aux tarifs discriminants pour les réaliser.

Jusqu'en 2010, les monopoles locaux gestionnaires de l'eau potable ne pouvaient pratiquer qu'une tarification linéaire ou affine (prix en euro par m³), sans modula-

²L'article L.210-1 du code de l'environnement dispose, en effet, que : "*Les coûts liés à l'utilisation de l'eau, y compris les coûts pour l'environnement et les ressources elles-mêmes, sont supportés par les utilisateurs en tenant compte des conséquences sociales, environnementales et économiques ainsi que des conditions géographiques et climatiques.*"

³<http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-directive-cadre-sur-l-eau>

tion possible du tarif en fonction des consommateurs ou de la quantité achetée ⁴. En d'autres termes, les tarifs ne pouvaient être ni sociaux, ni incitatifs du point de vue environnemental. Pourtant, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 a ouvert, à partir de 2010⁵, la possibilité de mettre en place des tarifs progressifs qui sont, en réalité, des tarifs discriminants de degré 2. La loi Brottes de 2013 a permis, ensuite, de créer des discriminations de degré 3 par la "*définition de tarifs tenant compte de la composition ou des revenus du foyer, l'attribution d'une aide au paiement des factures d'eau ou d'une aide à l'accès à l'eau*"⁶. De plus, cette même loi a interdit les coupures d'eau aux particuliers, y compris lorsqu'ils ne payaient pas leurs factures (article L115-3 du code de l'action sociale et des familles).

Ces évolutions législatives successives illustrent un changement dans l'approche de la tarification du service public de l'eau potable que l'on peut résumer par trois principes définis par l'OCDE [1987]: efficacité, équité et couverture des coûts. Ces évolutions ne sont pas seulement européennes, puisque d'autres pays ont mis en place de type de tarifs, comme le Québec (Leroux [2016]), qui a profité de l'installation des compteurs intelligents pour repenser sa tarification. Nous retrouvons également ces tarifs dans les pays en développement, où les tarifs progressifs sont pensés pour inciter les consommateurs à s'abonner au réseau et limiter les branchements sauvages (Nkengfack et al. [2017] pour le cas du Cameroun). Pourtant, l'idée de piloter autant d'objectifs simultanément au travers d'un instrument unique peut sembler critiquable, eu égard à la règle de Tinbergen [1952], selon laquelle un instrument doit être associé à un objectif.

⁴L'article L.2224-12-4 du code général des collectivités territoriales disposait que : "*Toute facture d'eau comprend un montant calculé en fonction du volume réellement consommé par l'abonné et peut, en outre, comprendre un montant calculé indépendamment de ce volume en fonction des charges fixes du service et des caractéristiques du branchement, notamment du nombre de logements desservis.*".

⁵La loi crée un nouvel alinéa à l'article L.2224-12-4 du code général des collectivités territoriales, disposant que : "*A compter du 1er janvier 2010 et sous réserve du deuxième alinéa du I, le montant de la facture d'eau calculé en fonction du volume réellement consommé peut être établi soit sur la base d'un tarif uniforme au mètre cube, soit sur la base d'un tarif progressif. Cette facture fait apparaître le prix du litre d'eau.*".

⁶Loi n 2013-312 du 15 avril 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre et portant diverses dispositions sur la tarification de l'eau et sur les éoliennes.

Près de quatre ans après la loi Brottes, seuls 22 services locaux (sur 15 000) ont mis en place ce type de tarification, signe d'une réticence des monopoles et des élus pour les tarifs discriminants^{7 8}. Les raisons sont multiples. Ces tarifs, considérés comme complexes, rendent difficilement prévisible la réaction des consommateurs, laquelle peut mettre en péril l'équilibre financier du monopole. Par ailleurs, l'efficacité d'un tel dispositif repose essentiellement sur les élasticités des différents types de consommateurs et peut conduire à transférer le coût du dispositif sur une catégorie d'usagers déjà fragilisée (comme le rappellent [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) pour les tarifs progressifs dans l'électricité). Enfin, des auteurs, comme [Boiteux \[2013\]](#), estiment qu'il ne faut pas, par principe, introduire de distorsions dans le signal-prix. En effet, l'auteur considère que "*on optimise ainsi la facilité, mais pas forcément l'efficacité de l'assistance*" en créant des distorsions.

Il existe, à l'heure actuelle, peu d'évaluation sur les expérimentations tarifaires menées dans l'eau potable. D'abord, le Comité National de l'Eau de mars 2017 a réalisé un "*Rapport d'étape sur la mise en œuvre de l'expérimentation pour une tarification sociale de l'eau*", sans fournir d'évaluation économique du dispositif. Celui-ci se borne à faire un état des lieux descriptif de l'état d'avancement et des modalités de mise en œuvre des tarifs. Sur le plan de la littérature académique, il existe peu d'études réalisées en France sur le bilan de ces expérimentations tarifaires, comme nous le verrons dans la revue de littérature. Ceci s'explique par la difficulté d'accéder aux données sur ces expérimentations. Par ailleurs, ces tarifs suscitent des controverses dans le débat public, avec plusieurs publications critiques dans la presse⁹. Les critiques relèvent que les tarifs progressifs ne profiteraient qu'à l'opérateur et non aux consommateurs.

Cet article se propose de faire une évaluation empirique à partir d'une expérimentation tarifaire naturelle menée dans l'agglomération de Dunkerque en 2012, où le

⁷Les collectivités autorisées à mettre en place des expérimentations tarifaires sont répertoriées dans le décret n 2015-962 du 31 juillet 2015.

⁸Il est à noter également que trois collectivités - les villes de Denain, Verdun et la Communauté d'Agglomération de Verdun - ont renoncé, après coup, à expérimenter ces tarifs.

⁹Par exemple, le site <http://www.eauxglacees.com/> publie régulièrement des contributions très critiques sur ces tarifs.

délégataire privé a mis en place, à la demande des élus, un tarif progressif appelé «*éco-solidaire*». Il est utile de préciser que cette mesure s'inscrit dans un contexte local où les élus locaux de l'agglomération de Dunkerque se veulent innovants en matière de tarification des services publics. C'est aussi à Dunkerque qu'est expérimentée la gratuité des transports en commun. Jusqu'à cette date, le tarif de Dunkerque était un tarif affine standard, avec une part fixe (l'abonnement) et une part variable uniformes. Le nouveau dispositif instaure un tarif progressif par blocs, articulé autour de trois tranches de consommation sur la seule partie variable du prix. Le prix de l'abonnement n'a pas été modifié. La première tranche, la moins chère, est celle correspondant à une consommation dite "vitale" ; la seconde tranche, au prix intermédiaire, correspond à la consommation dite "utile" et enfin, la dernière, est considérée comme une consommation de "confort". A ce mécanisme, s'ajoute une tarification sociale pour les bénéficiaires de la Couverture Maladie Universelle (CMU), constituée d'une réduction de 70 % sur la 1^{ère} tranche de consommation, dite « vitale ». La collectivité vise explicitement deux objectifs. D'une part, il s'agit de créer une redistribution entre les différentes catégories de consommateurs, afin que chacun puisse bénéficier d'un accès à l'eau ; d'autre part, il s'agit de créer des incitations pour préserver la ressource en associant les variations de la consommation à un changement de tranche.

Notre question de recherche est la suivante : quelles sont les conditions d'efficacité d'un tarif progressif dans le cas de l'eau potable ? Pour répondre à cette question, nous utiliserons l'expérience naturelle menée à Dunkerque pour montrer, d'abord, les déterminants théoriques de l'efficacité d'un tarif progressif, et déterminer, ensuite, le comportement des consommateurs et son incidence sur l'efficacité du dispositif.

Cet article s'appuie sur une extension du modèle développé par [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#), dont nous proposerons une application numérique au tarif éco-solidaire de Dunkerque à trois tranches, pour en montrer les principales conditions d'efficacité. Dans un deuxième temps, nous évaluerons économétriquement les

différentes élasticités des consommateurs pour déterminer comment ces derniers ont réagi au changement de tarif à Dunkerque. Ces résultats nous permettront de reconstituer les fonctions de demande et d'en tirer des conclusions sur la tarification progressive dans l'eau potable.

2.1 REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES TARIFS DISCRIMINANTS

La tarification des monopoles a fait l'objet d'une vaste littérature théorique et empirique. Sur le plan théorique, [Cournot \[1838\]](#) a montré que laisser le monopole tarifier librement conduisait à une perte sèche résultant de la non-tarification au coût marginal. Cette analyse a été complétée, ensuite, par plusieurs auteurs comme [Walras \[1896\]](#), [Marshall et al. \[1909\]](#) ou encore [Hotelling \[1938\]](#). Il s'agissait alors de proposer des solutions visant à limiter la perte sèche résultant de l'équilibre du monopole. Plusieurs auteurs comme [Dupuit \[1844\]](#), et [Pigou \[1929\]](#) surtout, vont mettre en avant l'intérêt de recourir aux discriminations tarifaires pour limiter la perte sèche et organiser des transferts entre consommateurs (ceux à faible utilité marginale et les autres). Ainsi, la *théorie des monopoles discriminants* va proposer plusieurs degrés de discriminations en fonction de la capacité du monopole à discriminer et des objectifs du planificateur social.

Tandis que ces solutions tarifaires s'inscrivaient dans un objectif originel de réduction du pouvoir des monopoles, leur transposition contemporaine dans les services publics répond à des enjeux multiples : couverture des coûts, redistribution, enjeux sociaux et environnementaux. Pourtant, ce recours aux tarifs discriminants est apparu inadapté pour plusieurs raisons théoriques et empiriques.

Sur le plan théorique, [Tirole \[1988\]](#), [Varian \[1989\]](#) et [Wilson \[1993\]](#) analysent l'efficacité des tarifs discriminants et montrent que la complexité des mécanismes d'incitation et de transferts limite leur efficacité. Plus spécifiquement, le degré de perfection de l'information, a priori, du monopole est importante pour réaliser le design tarifaire. [Malin and Martimort \[2001\]](#) recensent et synthétisent les limites

aux discriminations par les prix issues de cette littérature. Il ressort de leur contribution deux principes. Premièrement, un monopole discriminant réduit son offre en cas d'information incomplète ou asymétrique. Deuxièmement, les marges positives du monopole discriminant sont le reflet de son déficit informationnel sur les préférences des consommateurs. En effet, il ressort que la théorie économique conditionne l'efficacité de la discrimination à la capacité du monopole à discriminer et à l'absence d'information asymétrique entre le monopole et les consommateurs. Plus précisément, si le monopole ignore la réaction exacte des consommateurs au changement de prix, il aura tendance à accroître sa marge pour limiter le risque de perte.

Sur le plan empirique, la littérature a cherché à savoir comment les consommateurs réagissaient aux différentes formes de prix. La théorie économique a développé les discriminations tarifaires sous les hypothèses de rationalité et d'information parfaites. C'est la raison pour laquelle les discriminations tarifaires sont supposées avoir des propriétés incitatives en faisant réagir les consommateurs lors des changements de tranche. Cependant, lorsqu'on lève ces hypothèses, le critère de choix du consommateur s'en trouve modifié. Premièrement, si on lève l'hypothèse d'information parfaite (en incertain), alors les consommateurs devraient réagir, non plus au prix marginal, mais au prix marginal espéré ([Borenstein \[2009\]](#) et [Saez \[1999\]](#)). En conséquence, ils devraient intégrer le risque dans leur calcul rationnel et s'ajuster en conséquence en fonction de la distribution de ce risque. Ensuite, si on lève simultanément les hypothèses de rationalité et d'information parfaites, alors les consommateurs devront réagir au prix moyen espéré ([Liebman and Zeckhauser \[2004\]](#)), adoptant ainsi un comportement sous-optimal conduisant à ne plus réagir au changement de prix à la marge mais en moyenne. Selon ces auteurs, le fait pour un consommateur de s'ajuster sur le prix moyen espéré est justifié lorsque le coût cognitif lié à la compréhension d'un phénomène complexe est supérieur au bénéfice espéré.

Empiriquement, cette dimension comportementale a été testée pour savoir com-

ment les consommateurs réagissaient en présence de structures de prix complexes. Ito [2014], particulièrement, a cherché à savoir si les consommateurs d'électricité réagissaient plus au prix marginal ou au prix moyen face à un tarif progressif croissant par blocs, à partir de données issues d'une expérience naturelle aux Etats-Unis. Le résultat de cette étude montre que les consommateurs réagissent davantage au prix moyen qu'au prix marginal, traduisant une sous-optimalité de leur choix et confirmant le résultat de Liebman and Zeckhauser [2004]. L'économie expérimentale a essayé d'expliquer cette sous-optimalité par un ensemble de biais cognitifs (Kahneman and Tversky [1979]) qui peuvent intervenir dans le comportement individuel. Ces biais peuvent alors faire échec à une bonne réaction au signal-prix. Parmi ces biais, le biais de *statu quo* peut être cité pour expliquer le résultat obtenu par les études empiriques sur certains tarifs complexes (Borenstein [2008] et Borenstein [2012] dans le même sens que Ito [2014]). En effet, ce biais signifie que l'individu préfère ne pas modifier son comportement, si le changement lui semble plus coûteux que l'inaction. Dans le cas d'un tarif progressif, le consommateur doit, non seulement être attentif à sa consommation, mais également au signal du prix-marginal. Cette double complexité dans l'électricité semble faire obstacle à une bonne réaction des consommateurs. En France, des auteurs comme Crampes and Lozachmeur [2014] ont considéré que le manque de rationalité des consommateurs empêchait la mise en œuvre de ces tarifs discriminants. Par ailleurs, Borenstein [2012] et Crampes and Lozachmeur [2014], mettent en avant l'impact de l'équipement du foyer sur la sensibilité de la demande aux prix. Si les surconsommations sont dues essentiellement à des appareils vétustes (fortement consommateurs d'énergie), il sera très coûteux pour le consommateur de s'ajuster au prix à court terme.

Enfin, la littérature sectorielle sur l'eau potable a également mené quelques études comparatives des performances des différents modes de tarification. Boland et al. [1998] ont pu analyser les conséquences négatives des tarifs progressifs dans les pays en développement en raison de l'effet de seuil qui encourageait les branchements sauvages. Alors même que ces tarifs progressifs ont des résultats mitigés dans

les pays en développement, ils sont encouragés dans les pays développés depuis plusieurs décennies (cf en ce sens, le rapport de [OCDE \[1987\]](#)). [Grafton et al. \[2011\]](#) ont montré que la tarification progressive affectait négativement la consommation. Une étude, précédemment conduite à partir de l'expérience menée dans la ville de Dunkerque ([Mayol \[2017\]](#)), a montré que l'introduction d'un tarif progressif produisait un choc de demande négatif pour l'ensemble des consommateurs. Cette conclusion rejoint d'autres résultats, comme ceux présentés par [Binet et al. \[2016\]](#) sur la demande d'eau potable à la Réunion avec des tarifs progressifs, et surtout [Barraqué \[2016\]](#) qui analyse l'impact d'un tarif progressif dans une ville française moyenne. Ce dernier relève que l'impact sur la facture moyenne du tarif progressif est très limité, tandis que les effets distorsifs sont très forts pour les gros consommateurs. L'auteur observe même que cet effet distorsif encourage certains ménages à créer leur "propre forage". Dans ces conditions, l'auteur se montre très réservé sur ce type de tarifs étant donnée la multiplicité des facteurs en jeu. L'inéquité du tarif progressif a également été relevée par [Castro-Rodríguez et al. \[2002\]](#) dans une étude menée dans la ville de Vigo en Espagne.

La littérature présentée jusqu'ici fait ressortir plusieurs limites aux tarifs discriminants que l'on peut synthétiser en quelques points. D'abord, la principale critique réside dans le caractère distorsif des tarifs discriminants, puisqu'ils impliquent de réaliser des transferts entre différentes catégories de consommateurs (par exemple, des petits consommateurs vers les plus gros consommateurs). Ensuite, ces distorsions seraient renforcées par l'hétérogénéité des élasticités qui peut avoir une incidence sur la réaction des consommateurs au changement de tranche. Cette hétérogénéité peut s'expliquer, par exemple, par le fait que certains agents ont une part de leur consommation qui est incompressible en raison de la qualité de leurs installations. Enfin, la question de la rationalité individuelle des consommateurs face aux choix tarifaires peut créer une incertitude et une inefficacité sur l'impact de la mesure.

Nous allons à présent modéliser le tarif éco-solidaire de Dunkerque pour mettre en

avant les conditions théoriques nécessaires à la réalisation de ce tarif discriminant particulier. Puis, nous évaluerons empiriquement nos propositions dérivées du modèle théorique, afin d'analyser l'impact de ce tarif progressif sur le comportement des consommateurs.

2.2 MODÉLISATION DU TARIF ÉCO-SOLIDAIRE DE DUNKERQUE

Le tarif « éco-solidaire » de Dunkerque est à la fois un tarif discriminant de degré 2 et de degré 3 puisqu'il discrimine à la fois en fonction du volume consommé et du « type » de consommateur (CMU ou non CMU). Cependant, étant donnée que la dimension sociale du tarif est très marginale à Dunkerque (2 % des ménages concernés)¹⁰, nous allons uniquement modéliser et évaluer la progressivité du tarif en fonction du volume. La formalisation présentée ci-après reprend, dans une large part, le modèle développé par [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) en l'adaptant au contexte Dunkerquois d'un tarif progressif à trois tranches. La principale originalité du modèle dérivé de ces deux auteurs réside dans l'introduction d'une troisième tranche de consommation qui complexifie encore davantage la redistribution inter-groupes et les anticipations sur les résultats de la mesure.

2.2.1 LES PARAMÈTRES DU MODÈLE

2.2.1.1 *Les consommateurs*

Nous considérons un univers constitué de trois catégories de consommateurs répartis en fonction du volume consommé :

- **L** (petits)
- **M** (moyens)
- **H** (gros)

Les effectifs de chaque type de consommateur sont notés n_i où $i = \{L, M, H\}$

¹⁰cf [Mayol \[2017\]](#).

Chaque consommateur, appartenant à une classe de consommateurs spécifique, consomme une quantité d'eau notée x_i d'eau, laquelle lui procure un surplus noté $S_i(x_i)$ (avec $S' > 0$ et $S'' < 0$). Par hypothèse, nous considérons que les consommateurs d'eau potable ne vont pas se déplacer dans une autre commune pour échapper à la tarification du monopole (rejet du théorème de Tiebout [1956])¹¹.

Ce faisant, il existe trois fonctions de surplus différentes : $S_L(x_L)$; $S_M(x_M)$; $S_H(x_H)$

Sachant que $x_L < x_M < x_H$ on en déduit par transitivité que $S_L(x_L) < S_M(x_M) < S_H(x_H)$

2.2.1.2 Les coûts

Nous considérons ici une firme en monopole avec des coûts marginaux constants notés c et égaux aux coûts moyens.

2.2.1.3 L'équilibre de concurrence pure et parfaite

Le programme du planificateur social maximise l'ensemble des surplus des différents types de consommateurs sous contrainte de coûts. Soit :

$$\text{Max}_{x_L, x_M, x_H} n_L S_L(x_L) + n_M S_M(x_M) + n_H S_H(x_H) - c(n_L x_L + n_M x_M + n_H x_H) \quad (2.1)$$

La condition du 1^{er} ordre est telle que :

$$S'_L(x_L^*) = S'_M(x_M^*) = S'_H(x_H^*) = c \quad (2.2)$$

Autrement dit, à l'équilibre, le bénéfice marginal de chaque catégorie de consommateurs égalise le coût marginal, et donc le coût moyen. Sans l'hypothèse de

¹¹Plusieurs raisons pour retenir cette hypothèse de non-mobilité des consommateurs. Premièrement, l'eau potable représente une part relativement marginale du budget d'un ménage - environ 0.8 % du budget, selon l'association des Maires de France. De plus, dans notre cas d'étude, le surcoût généré par la mesure sera pour un gros consommateur d'environ 100 € par an. Il semble difficile d'imaginer des citoyens quitter une ville, pour une autre, pour une somme si faible. Deuxièmement, l'hypothèse de coûts nuls de déménagement faite par Tiebout ne nous semble pas crédible sur le plan empirique.

coûts constants, le résultat indiquerait simplement que chaque bénéfice marginal individuel égalise le coût marginal individuel.

A l'équilibre concurrentiel, le prix d'équilibre $p^* = c$, i.e. que le prix égalise le coût marginal et couvre l'intégralité des coûts totaux variables.

2.2.2 INTRODUCTION DES SEUILS DE CONSOMMATION AVEC DISCRIMINATION PARFAITE

La solution présentée précédemment est optimale au sens où un prix unique permet la couverture des coûts variables et l'allocation des consommations maximisant la somme des surplus individuels. Cependant, un autre équilibre peut être socialement préféré pour favoriser une approche plus redistributive.

Supposons que désormais, la collectivité souhaite que les consommateurs de type L accèdent à un minimum vital de consommation. Comme on ne peut obliger les consommateurs à consommer un certain niveau, il s'agit de créer des incitations par les prix pour que le petit consommateur modifie sa consommation.

Nous considérons à présent que la quantité optimale x_L^* n'est acceptable socialement que si celle-ci est supérieure ou égale au seuil $\underline{x}$, assimilable à un seuil de consommation vitale. Désormais, l'optimum de second rang introduit cette nouvelle contrainte telle que $x_L \geq \underline{x}$

Cet objectif, si on veut le décentraliser, va supposer de mettre en place trois prix différenciés, un pour les consommateurs L (noté p_L) et d'autres pour les consommateurs M et H, respectivement p_M et p_H .

Soit :

$$p_L = S'_L(\underline{x}) \leq c = p^* \quad (2.3)$$

Autrement formulé, le prix proposé par le monopole aux petits consommateurs doit être inférieur au coût marginal c , et par là au prix d'équilibre. Le

monopole va donc réaliser des pertes sur chaque unité vendue à ces consommateurs.

Sachant que $p_L < c$, chaque unité vendue représente un manque à gagner pour le monopole qui doit être compensé par les autres consommateurs lorsque le monopole est contraint à l'équilibre budgétaire (ce qui est le cas en France¹²). Dès lors, toute réduction du prix pour certains usagers doit être compensée par une hausse des recettes auprès d'autres consommateurs.

La **nouvelle contrainte de profit** (couverture des coûts tel que le profit sera nul) est telle que:

$$n_L(\underline{p} - c)\underline{x} + n_M(p_M(x_M) - c)x_M + n_H(p_H(x_H) - c)x_H = 0 \quad (2.4)$$

$p_M(x_M)$ et $p_H(x_H)$ sont les dispositions à payer des consommateurs M et H. Nous posons que :

$$p_M(x_M) = S'_M(x_M^*) \quad (2.5)$$

$$p_H(x_H) = S'_H(x_H^*) \quad (2.6)$$

Comme $p < c$ cela implique qu'a minima $p_M(x_M) + p_H(x_H) > 2c$ ou autrement formulé que $\frac{p_M(x_M) + p_H(x_H)}{2} > c$

i.e. que le prix moyen payé par les deux catégories d'usager est supérieur au coût marginal afin d'absorber les pertes réalisées avec les consommateurs L. Si on met en place des tarifs différenciés avec $p_L < p_M \leq p_H$, alors les prix de M et H vont compenser les pertes réalisées par p_L si $p_L < c$

L'autorité publique doit alors faire un choix sur la répartition du coût de la mesure entre les deux catégories : va-t-elle faire « payer » les moyens comme les gros (en

¹²En France, cette hypothèse est parfaitement crédible puisque le principe selon lequel l'eau paie l'eau contraint le monopole à un équilibre entre les recettes totales et les coûts totaux [Chong et al. \[2006\]](#).

faisant un prix moyen pour les deux, avec des distorsions fortes sur la disposition à payer) ; ou faire des tarifs différenciés selon la catégorie M ou H ?

Si tous les consommateurs M et H sont affectés avec un changement de prix dans tous les cas, cette situation réduit la consommation de M et H avec une relation d'ordre telle que : $x_M < x_M^*$ et $x_H < x_H^*$

Par transitivité : $x_M < x_M^* < x_H < x_H^*$

Si le régulateur n'entend pas bouleverser la nature des groupes (par exemple, si l'augmentation du prix réduit la consommation du groupe H au point qu'il réduit sa consommation jusqu'à devenir M) en conservant leurs positions relatives, nous pouvons tenir cette relation d'ordre avec la perte de surplus associée.

En pratique, cela signifie donc que le monopole va appliquer un transfert sur les deux autres catégories d'utilisateurs afin de compenser la perte des consommateurs L. Il y a plusieurs manières de réaliser ce transfert. Le monopole peut appliquer deux prix distincts pour M et H, ce qui implique une redistribution entre ces deux groupes. Il peut également appliquer un nouveau prix moyen pour lisser la redistribution de manière égalitaire. Il s'agit là d'un choix du planificateur pour déterminer la répartition du coût de cette mesure.

A ce stade, nous pouvons dériver trois résultats principaux :

- Les redistributions entre utilisateurs génèrent une perte sociale lorsque le monopole est contraint à l'équilibre budgétaire.
- Le coût du dispositif, au profit de L, est réparti entre une ou plusieurs catégories d'utilisateurs selon les choix faits par le planificateur central.
- Il peut exister une redistribution entre M et H pour faire payer plus les uns et moins les autres.

2.2.3 INTRODUCTION DES ÉLASTICITÉS ET DES PONDÉRATIONS DES GROUPES

L'analyse des gains et des pertes de surplus doit être raffinée par l'ajout de plusieurs paramètres importants, à savoir : le nombre de consommateurs dans chaque classe L, M et H ; leurs élasticités-prix de la demande et l'ampleur de la contrainte $\underline{x}$ fixée par le planificateur central.

Observons d'abord l'impact de la mesure sur le profit de la firme en fonction des variations du seuil de consommation $\underline{x}$. Pour ce faire, nous introduisons les fonctions de demande inverse $p(x_i)$.

En dérivant la contrainte de la firme

$$n_L(p(\underline{x}) - c)\underline{x} + n_M(p_M(x_M) - c)x_M + n_H(p_H(x_H) - c)x_H = 0 \quad (2.7)$$

nous obtenons, pour chaque catégorie de consommateur, la variation de leurs consommations respectives, toutes choses égales par ailleurs :

$$\frac{dx_H}{d\underline{x}} = -\frac{n_L[p(\underline{x})(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c]}{n_H[p_H(x_H)(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c]} \quad (2.8)$$

$$\frac{dx_M}{d\underline{x}} = -\frac{n_L[p(\underline{x})(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c]}{n_M[p_M(x_M)(1 - \frac{1}{\eta_M}) - c]} \quad (2.9)$$

où $\eta_i = -\frac{p_i}{p'_i x_i} > 0$ est l'élasticité-prix de la demande $i = L, M, H$

L'équation (2.8) et l'équation (2.9) représentent les impacts marginaux des variations de $\underline{x}$ sur la demande des autres consommateurs toutes choses égales par ailleurs. On observe ici que si le seuil $\underline{x}$ augmente, alors la demande de M et H diminue en retour (<0) puisque la logique de financement du monopole implique une stricte compensation des transferts.

Ce résultat indique donc que l'impact d'une telle redistribution se répercute sur les autres consommateurs de manière plus ou moins égalitaire en fonction des choix

du planificateur.

Nous observons alors que l'impact cumulé sur M et H des variations de la consommation des consommateurs L sera :

$$\frac{d(x_H + x_M)}{d\underline{x}} = -\frac{n_L[\underline{p}(\underline{x})(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c]}{n_H[p_H(x_H)(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c]} - \frac{n_L[\underline{p}(\underline{x})(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c]}{n_M[p_M(x_M)(1 - \frac{1}{\eta_M}) - c]} \quad (2.10)$$

Dans cette équation (2.10), nous voyons qu'il y aura des transferts entre les trois catégories de consommateurs, les catégories M et H supportant les variations des consommateurs de L.

De plus, l'élasticité apparaît comme un facteur important de l'efficacité d'une telle mesure. En effet, si l'élasticité des consommateurs M et H est forte, alors il faudra créer une forte distorsion sur le prix pour compenser la perte résultant de la baisse de prix pour L. L'ampleur des pertes est elle-même fonction de l'élasticité de ce groupe de consommateurs.

L'effet total de la mesure sur la consommation globale est plus incertain, puisque cela dépend des élasticités et de la pondération de chaque groupe de consommateur. Soit, en étudiant l'effet sur la consommation totale $n_L\underline{x} + n_Mx_M + n_Hx_H$:

$$\frac{d(n_L\underline{x} + n_Mx_M + n_Hx_H)}{d\underline{x}} = \frac{dn_L\underline{x}}{d\underline{x}} + \frac{n_Mx_M}{d\underline{x}} + \frac{n_Hx_H}{d\underline{x}} \quad (2.11)$$

$$= n_L - \frac{n_L[\underline{p}(\underline{x})(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c]}{n_M[p_M(x_M)(1 - \frac{1}{\eta_M}) - c]} - \frac{n_L[\underline{p}(\underline{x})(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c]}{n_H[p_H(x_H)(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c]} \quad (2.12)$$

Ainsi, selon l'élasticité de chaque groupe, l'impact sera plus ou moins important sur la consommation globale. Selon [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#), qui s'appuient sur une étude du CREG 2010, p. 10-16), les consommateurs L auraient une élasticité plus faible que les autres catégories de consommateurs dans l'électricité. Nous pouvons retenir, par hypothèse, que dans l'eau potable les élasticités des différents types de consommateurs sont différentes et, donc, que : $\eta_H > \eta_M > \eta_L$.

Que conclure à ce stade ?

- La redistribution intergroupes est coûteuse socialement.
- Il y a des arbitrages à faire sur la répartition du coût de la mesure entre les groupes.
- La discrimination intergroupes est une hypothèse forte en ce sens qu'ici, il est impossible pour L, M et H d'avoir le tarif de l'autre groupe. Elle suppose une information parfaite du monopole.
- Les élasticités sont un déterminant très important de l'impact social de la mesure et des compensations à faire entre les groupes.
- Si les élasticités sont faibles pour le groupe L, alors il faudra beaucoup diminuer le prix minimal et compenser fortement cette baisse vers les autres groupes : la perte de surplus sera très forte.

L'introduction d'une 3^{ème} tranche, par rapport au modèle de [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#), met en avant la complexité des transferts et leur caractère incertain. Les arbitrages autour de la fixation des seuils peuvent engendrer des pertes sèches très importantes.

2.2.4 INTRODUCTION D'UN TARIF CROISSANT PAR BLOCS À TROIS TRANCHES AVEC DISCRIMINATION IMPARFAITE

2.2.4.1 *Présentation d'un modèle à trois tranches*

En prolongeant le modèle de [[Crampes and Lozachmeur, 2014](#)] en y introduisant trois blocs (et non deux comme dans le modèle d'origine), supposons qu'il n'est désormais plus possible de discriminer les différents groupes de consommateurs, c'est-à-dire que le monopole ne peut plus individualiser le prix en fonction du type de consommateur. Nous retrouvons alors un mécanisme de tarif discriminant de degré 2, où seule la quantité consommée permet de discriminer les consommateurs. Dans ce cadre, nous levons l'hypothèse d'information parfaite en introduisant une asymétrie d'information, où le monopole ne connaît pas, ex ante, le type du

consommateur (L, M ou H).

Supposons donc que le planificateur propose un seul mécanisme pour l'ensemble des consommateurs. Désormais, nous avons une nouvelle structure tarifaire :

- **Prix linéaire de la 1^{ère} tranche** p_1 ;
- Seuil de changement de bloc x_1 ;
- **Prix linéaire du second bloc** p_2 ;
- Seuil de changement de bloc x_2 ;
- **Prix linéaire du troisième bloc** p_3 .

L'objectif est toujours d'avoir un tarif préférentiel sur la 1^{ère} tranche tel que $p_1 < p^*$.

2.2.4.2 La nouvelle contrainte de profit

La contrainte de financement de la firme est modifiée puisque désormais les consommateurs peuvent bénéficier de tous les types de tarifs :

$$(n_L + n_M + n_H)(p_1 - c)x_1 + (n_M + n_H)(p_2 - c)(x_M(p_2) - x_1 + x_H(p_2) - x_1) + (n_H)(p_3 - c)(x_H(p_3) - x_1 - x_2) = 0 \quad (2.13)$$

Ici, nous observons que puisque les groupes M et H peuvent bénéficier de la tarification progressive, la compensation intergroupe est beaucoup plus complexe et difficile à anticiper. Cependant, il peut être socialement préféré par le planificateur que les gros consommateurs paient davantage et réduisent leur consommation pour changer de groupe (de H à M).

Dans ces conditions, cela revient à intégrer une autre contrainte où nous souhaitons pénaliser plus fortement le groupe H par rapport au groupe M car leur consommation plus élevée serait socialement plus « indésirable » que celle des autres (par

exemple, s'ils ont des piscines).

Le nouvel objectif revient à chercher à ce que $x_H \leq x_H^*$ en considérant qu'il est socialement préféré que ces consommateurs achètent moins du bien au niveau global. Dans ces conditions, si nous évaluons socialement la mesure :

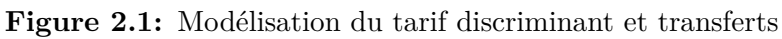
- La hausse de x_L est préférée socialement.
- Le transfert se fait davantage des gros consommateurs (H) vers les petits (L).
- Les consommateurs moyens ont une variation de leur consommation plus limitée, car la variation de prix est moins forte pour eux que pour les gros consommateurs (H).
- La consommation totale peut être affectée selon le poids relatif des différentes catégories de consommateurs et de leurs élasticités.

Si la collectivité préfère une redistribution telle que les consommateurs H soient largement pénalisés par rapport aux consommateurs L et M, alors cette situation pourrait être socialement préférable. Cependant l'efficacité de la mesure dépendra fortement des élasticités des groupes.

Dans la configuration présentée ici, le tarif croissant par bloc génère des pertes de surplus importantes au détriment essentiellement des consommateurs H. Ils vont supporter une plus large charge des transferts. Dans le graphique 2.1 nous voyons l'impact du tarif progressif sur les variations de surplus représentées par les aires situées sous les courbes de demandes (S').

2.2.4.3 Remarque sur l'introduction du risque dans le modèle

Il serait possible d'introduire, dans le modèle, une hypothèse d'information incomplète sur les préférences et les élasticités des différents types de consommateurs et, ainsi, raisonner à l'espérance. Une telle hypothèse conduirait le monopole à



recourir à des espérances de profit et non à des valeurs certaines.

L'introduction de l'incertitude aboutirait à un résultat similaire à celui développé par [Malin and Martimort \[2001\]](#), à savoir que plus l'incertitude du monopole est grande, et plus son mark-up augmentera pour s'assurer contre le risque d'une erreur d'anticipation. Autrement dit, en introduisant le risque dans le modèle, nous verrions que le monopole serait contraint d'augmenter ses marges pour éviter de remettre en cause son équilibre budgétaire *ex post*. Cette situation est crédible en pratique puisque, nous l'avons vu dans la revue de littérature, les études sur le comportement des consommateurs mettaient en évidence la réaction biaisée des consommateurs au signal-prix([Borenstein \[2012\]](#), [Ito \[2014\]](#)).

2.2.5 APPLICATION NUMÉRIQUE DU MODÈLE À PARTIR DU TARIF ÉCO-SOLIDAIRE DE DUNKERQUE

Modélisons à présent le tarif dit "éco-solidaire" de Dunkerque. En 2012, à l'initiative des élus, le délégataire en monopole a mis en place une discrimination tarifaire de degré 2 avec deux objectifs principaux : rendre accessible l'eau pour tous sur une première tranche de consommation (dite "vitale") et inciter à la préservation de la ressource en sur-facturant les consommations au delà du seuil de consommation vitale. La part fixe (l'abonnement) n'ayant pas été impactée par le nouveau tarif, nous ne l'avons pas intégré dans la modélisation.

Dans son *design*, le tarif distingue trois tranches de consommation :

- Faible quand $q < 75$ m³;
- Moyenne quand $q \in [75; 200]$ m³;
- Haute quand $q > 200$ m³.

Nous allons comparer l'ancien tarif (linéaire) avec le nouveau tarif.

2.2.5.1 L'ancien tarif linéaire :

Dans l'ancien tarif, **prix marginal = prix moyen** = 1,01 €/m³

A l'équilibre :

$$S'_L(x_L^*) = S'_M(x_M^*) = S'_H(x_H^*) = c = 1,01 \text{ euros/m}^3 \quad (2.14)$$

Ce tarif simple pratiquait une tarification uniforme au m³, de sorte que chaque unité consommée était tarifée au coût moyen.

2.2.5.2 Le nouveau tarif progressif :

Le nouveau tarif se décompose en trois tranches :

- **Tranche 1** : 0.84 €/m³ ;
- **Tranche 2** : 1.56 €/m³ ;
- **Tranche 3** : 2.07 €/m³ ;

Dans ce contexte, l'équilibre financier du monopole de Dunkerque va dépendre des comportements du consommateur de sorte que sa contrainte financière sera :

$$(n_L + n_M + n_H)(0.84 - 1.01)x_1 + (n_M + n_H)(1.56 - 1.01)(x_M(1.56) - x_1 + x_H(1.56) - x_1)(n_H)(2.07 - 1.01)(x_H(2.07) - x_1 - x_2)) = 0 \quad (2.15)$$

Nous voyons que chaque unité consommée, en comparaison avec l'ancien tarif (qui était égal au coût moyen) :

- pour x_1 fait perdre 0.17€/m³ à l'opérateur ;
- pour x_2 fait gagner 0.55€/m³ à l'opérateur ;
- pour x_3 fait gagner 1.06€/m³ à l'opérateur ;

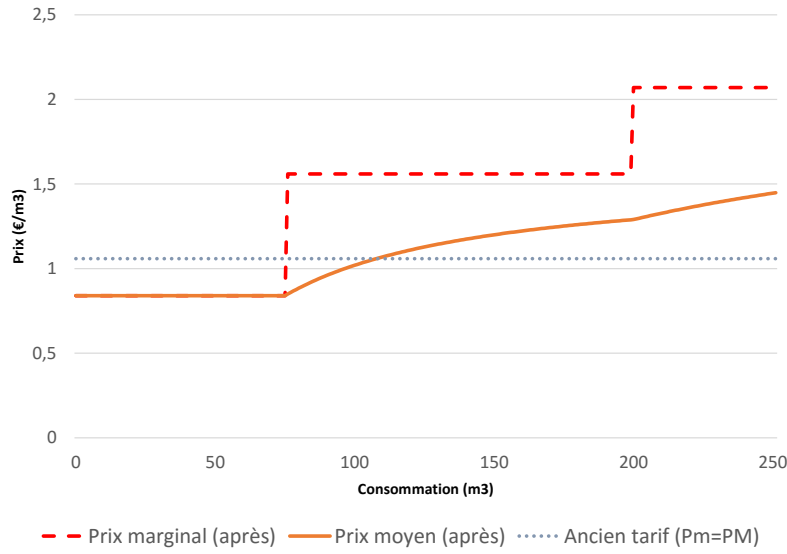


Figure 2.2: Modélisation du tarif de Dunkerque

Dans cette application numérique, nous constatons que pour un gain de 0.17€/m³ pour les consommateurs consommant x_1 (quel que soit leur type), il y a un gain marginal relativement faible, alors que pour les autres consommateurs, la perte de surplus est très élevée. Nous retrouvons ces éléments numériques dans le graphique 2.2 qui illustre l'ampleur des sauts de tranche et les évolutions des prix marginaux et moyens.

Dans cette étude, nous allons évaluer empiriquement ce dispositif pour obtenir :

- Les fonctions de demande des différents types de consommateurs selon leurs niveaux $x_L; x_M; x_H$ (type de consommateur inconnu a priori);
- Calculer les gains et les pertes totaux en fonction de la répartition des types de consommateurs;
- Les élasticités pour mesurer quel a été l'impact des variations tarifaires;
- Le coût social de la mesure.

Le modèle théorique nous aura permis de mesurer l'importance des élasticités et de la répartition des différents types d'utilisateurs pour évaluer les pertes sèches liées

à l'introduction d'un tarif progressif. Les gros consommateurs sont plus fortement pénalisés que les autres.

Nous pouvons alors observer que la question de savoir à quel type de prix le consommateur réagit devient particulièrement importante. En comparaison avec l'ancien tarif, la nouvelle tarification va créer des variations de surplus si l'on considère le prix marginal. En revanche, si on s'en tient au prix moyen, nous observons que les consommateurs moyens ont une variation de leur facture qui sera beaucoup plus faible. Par ailleurs, si le foyer consomme 109m³/an, la facture ne change pas pour lui et le nouveau tarif passerait inaperçu.

Au terme de cette analyse, nous avons pu voir que l'efficacité d'un dispositif de discrimination tarifaire repose, d'abord, sur une hypothèse de rationalité des consommateurs. En effet, pour que le changement de comportement puisse se faire, d'une part, et que la redistribution fonctionne, d'autre part, il faut que les consommateurs réagissent au signal du prix marginal. Pourtant, comme nous l'avons montré dans la revue de littérature, les études empiriques ont montré que les consommateurs ne se montraient pas toujours rationnels face à des choix complexes que sont les tarifs progressifs ([Borenstein \[2008\]](#) ou [Ito \[2014\]](#)). Dans ces conditions, l'analyse du dispositif doit se focaliser sur l'étude du comportement des consommateurs face aux différentes formes de prix. En tout état de cause, une mauvaise réaction des consommateurs pourrait accroître les distorsions du tarif progressif dans la mesure où son efficacité repose sur la capacité des individus à réagir au prix marginal.

2.3 LA STRATÉGIE EMPIRIQUE

Notre stratégie empirique consiste à analyser le comportement des consommateurs face au tarif progressif de Dunkerque en reconstituant les différentes fonctions de demandes.

2.3.1 PROPOSITIONS

Comme nous l'avons montré dans la revue de littérature et dans la modélisation, l'efficacité d'un dispositif cherchant à agir sur la demande avec le signal prix suppose préalablement une certaine rationalité des consommateurs. Cependant, il a été montré dans la littérature empirique que les consommateurs n'adoptaient pas toujours un comportement parfaitement rationnel face aux tarifs.

Le changement de tarif a provoqué pour tous les consommateurs un choc exogène sur le tarif de l'eau. Le prix marginal a été modifié pour tous les usagers, tandis que les variations de prix moyen ont été plus lisses. En effet, nous avons pu calculer qu'un usager consommant environ 109m³ ne voyait aucun changement sur sa facture compte tenu du *design* des tranches. Dès lors, les variations entre prix marginal et prix moyen ont été très variables d'un individu à l'autre.

Nous allons pouvoir tester plusieurs propositions.

Proposition 1 : Les élasticités des consommateurs sont hétérogènes

Le modèle présenté introduit une possible hétérogénéité des élasticités des trois groupes de consommateurs. Cette modélisation suit la modélisation retenue par [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) qui suppose que ces élasticités sont différentes. Par ailleurs, cette modélisation pourrait être corroborée empiriquement par les résultats obtenus par [Mayol \[2017\]](#) où l'on retrouve des réactions différenciées des consommateurs en fonction de leur tranche marginale. Ces différences de réactions pourraient s'expliquer par l'hétérogénéité des élasticités dans l'eau potable.

Proposition 2 : L'instauration d'un tarif progressif implique de fortes distorsions qui reposent fortement sur une catégorie de consommateurs

Cette proposition reprend les conclusions du modèle théorique selon lesquelles les gains réalisés par les petits consommateurs sont transférés sur les autres catégories

de consommateurs.

Proposition 3 : L’instauration d’un tarif discriminant se traduit par une baisse de la consommation globale

Comme nous l’avons montré dans le modèle, l’introduction d’une information asymétrique dans le modèle conduirait à devoir accroître les marges du monopole pour limiter les risques de perte. Dès lors, l’augmentation du caractère distorsif du monopole génère une hausse du coût pour les ménages et, selon le cas, une baisse de la consommation agrégée. Cette proposition prolonge la proposition formulée par [Malin and Martimort \[2001\]](#) selon laquelle le monopole discriminant réduit davantage les quantités offertes en cas d’information asymétrique, induisant par là une perte de bien-être social.

Proposition 4 : Les consommateurs réagissent plus au prix moyen qu’au prix marginal

Cette proposition teste la rationalité des consommateurs, qui est l’hypothèse comportement de base du modèle présenté précédemment. Elle s’appuie également sur le modèle développé par [Liebman and Zeckhauser \[2004\]](#) qui montrent que les consommateurs, qui ont une compréhension limitée des tarifs en plusieurs tranches, font des choix sous-optimaux en répondant au prix moyen et non au prix marginal. A partir d’une expérience naturelle menée aux États-Unis, [Ito \[2014\]](#) montre empiriquement que les consommateurs d’électricité réagissent plus au prix moyen qu’au prix marginal.

2.3.2 LES DONNÉES

2.3.2.1 *Le panel de Dunkerque*

Dans le cadre de l’élaboration du tarif éco-solidaire, le délégataire - Eau du Dunkerquois - a constitué un panel de consommateurs afin d’étudier plus finement les variations de la consommation avec ce nouveau tarif. Les consommateurs ont

été choisis de manière aléatoire, en veillant à leur représentativité. Ce panel a déjà été utilisé dans un précédent article de [Mayol \[2017\]](#) pour réaliser une évaluation du dispositif de Dunkerque. Les consommateurs présents dans la base sont répartis au sein des 22 communes du Dunkerquois, dont 37% vivent à Dunkerque. La majorité (68%) des foyers vivent dans une maison individuelle.

Le panel d'origine, non cylindré, a été ré-échantillonné. En effet, l'introduction du nouveau tarif s'est effectuée en deux temps à Dunkerque en fonction du type de logement. Les maisons individuelles ont immédiatement bénéficié du nouveau tarif, puisqu'elles disposaient déjà d'un compteur individuel leur permettant l'individualisation de leur facture. À l'inverse, les appartements n'ont bénéficié qu'avec un retard de plusieurs mois de la mesure puisqu'il a fallu installer au préalable des compteurs individuels dans les logements.

Dès lors, nous avons conservé les 68 % d'utilisateurs qui vivaient dans des maisons individuelles afin d'être certains qu'ils aient bénéficié de la mesure de manière homogène et de pouvoir mesurer le choc de prix sur deux années pleines (2012 et 2013). Dans cette étude, afin d'étudier les variations réelles de la consommation et des recettes nous avons également pu utiliser le fichier client anonymisé de l'opérateur pour analyser les variations agrégées. Ces informations nous ont permis d'obtenir des statistiques descriptives utiles pour analyser les variations des pertes et gains pour le monopole.

2.3.2.2 La variable dépendante

Nous cherchons à expliquer les évolutions de la consommation des ménages dans la commune à la suite de l'introduction de la nouvelle tarification. Dans le panel, la consommation est fournie de manière annuelle et représente la consommation réelle du ménage. La variable a été transformée en *log* pour pouvoir estimer les élasticités ensuite. Le tableau [2.1](#) récapitule les principales statistiques descriptives autour de la consommation :

Obs.	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum	Année
679	93.8704	59.12245	5	691	2010
742	89.50674	54.39476	5	602	2011
825	86.96727	50.27521	2	323	2012
899	87.73192	56.7618	1	464	2013

Table 2.1: Statistiques descriptives sur les volumes d'eau potable consommés en m3 / an

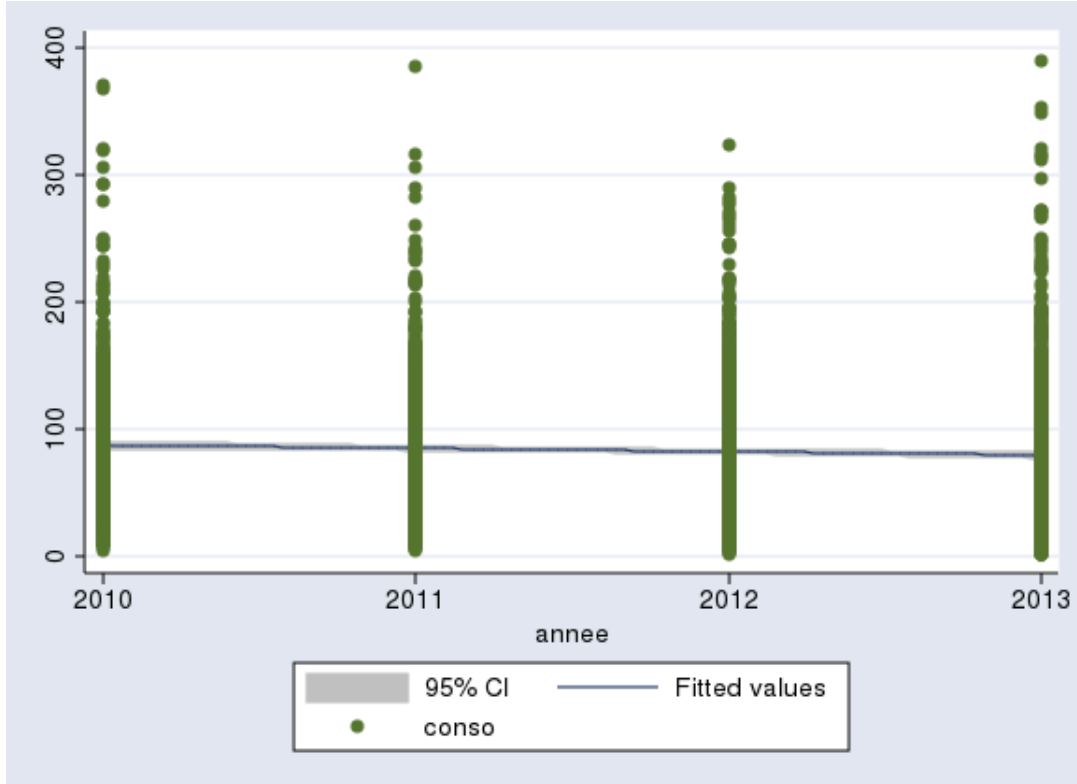


Figure 2.3: Évolution des tendances de consommation dans le panel ré-échantillonné

Nous observons, à Dunkerque, une baisse tendancielle de la consommation d'eau potable domestique qui est comparable avec les observations empiriques faites par [Montginoul et al. \[2017\]](#) au niveau national. Nous pouvons illustrer graphiquement (graphique 2.3 la baisse de la consommation du panel :

2.3.2.3 Les variables indépendantes

Les variables de contrôle

Nous savons ([Montginoul et al. \[2017\]](#), [Valero \[2015\]](#), notamment) que les facteurs sociodémographiques, météorologiques et de type de logement sont fortement

explicatifs de la consommation d'eau potable. Les variables disponibles nous permettent d'isoler les individus résidant dans une maison individuelle. Nous disposons également de la taille du foyer et du code postal afin d'identifier un effet de localisation. Nous avons également utilisé la variable POSITIFREDUIRE qui mesure la prédisposition psychologique du foyer à réduire sa consommation¹³. Nous pouvons attendre un effet négatif de cette variable sur la consommation des ménages qui ont répondu favorablement, puisqu'ils sont disposés, par principe, à diminuer leur consommation. D'autres variables ont été testées, comme la pluviométrie ou le fait d'être en zone rurale, par exemple, sans que cela ait d'incidence sur la significativité du modèle. Nous aurions pu attendre que la pluviométrie influe négativement sur la consommation, puisque les consommateurs pourraient utiliser des systèmes de récupération de l'eau de pluie ou avoir moins de besoins pour le lavage de voiture. Le fait de vivre en zone rurale aurait pu jouer également à la baisse si les individus ont plus d'espace pour récupérer l'eau de pluie, par exemple. La variable TAILLEDUFOYER mesure le nombre de personnes dans le foyer. Nous pouvons attendre un effet positif sur la consommation. Les deux tableaux suivants présentent les statistiques descriptives sur la taille du foyer, la variable POSITIFREDUIRE, d'une part, et sur la distribution des localisations géographiques par code postal ensuite. Cette implémentation du code postal est particulièrement intéressante puisqu'elle permet également de contrôler l'implantation par quartier au sein de la ville de Dunkerque. Cette variable du code postal intègre donc la localisation, afin de savoir si le comportement des résidents de Dunkerque est le même que ceux des autres communes de l'agglomération. Nous pourrions imaginer, par exemple, que le fait de vivre en zone rurale pourrait avoir une incidence sur la capacité des ménages à récupérer l'eau de pluie et ainsi réduire leur consommation d'eau de ville, par exemple.

Du point de vue des statistiques descriptives, en prenant 2013 comme année de référence, la distribution entre les trois groupes de consommateurs (T1 quand con-

¹³Il s'agissait d'une question fermée où la personne sondée devait indiquer si elle était prête à réduire sa consommation. Cette question était posée avant l'introduction du nouveau tarif. Nous avons développé dans le chapitre 1 des compléments sur l'effet d'élicitation développé par [Jacquemet et al. \[2013\]](#).

Variable	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Tailedufoyer	2.792	1.355	1	10
Positifreduire	0.7874601	0.4093223	0	1

Table 2.2: Les variables de contrôle

somation $< 75\text{m}^3$; T2 si consommation $[75 ; 200]$; T3 si $> 200\text{m}^3$) est la suivante :

- T1 : 45,9 %
- T2 : 46,12 %
- T3 : 7,79 %

Cette distribution, issue du panel, peut être mise en perspective avec la distribution de la population d'origine des consommateurs du Dunkerquois¹⁴ :

- T1 : 63.12 %
- T2 : 33.25 %
- T3 : 3.61 %

Nous voyons donc que le ré-échantillonnage du panel a conduit à réduire légèrement la classe des petits consommateurs. Ceci s'explique par le fait qu'en retenant uniquement les consommateurs en maisons individuelles, nous avons mécaniquement des personnes susceptibles de consommer un peu plus que la moyenne.

Le tableau 2.2 présente les statistiques descriptives des deux variables de contrôle utilisées.

Les variables de prix

Nous avons utilisé plusieurs *proxies* pour calculer les différents prix pertinents à étudier.

¹⁴Données issues du fichier client de Dunkerque.

En premier lieu, nous avons reconstitué la facture des usagers pour la seule partie variable. En effet, comme cela a été expliqué précédemment, la part fixe n'ayant pas été modifiée par le nouveau tarif, nous n'en avons pas tenu compte dans cette étude.

La variable PRIXFACTURE

Cette variable a été construite en deux temps. Nous savons qu'avant 2012, le prix marginal était égal au prix moyen, puisque la tarification était uniforme. Ainsi, le prix facturé avant 2012 était simplement la multiplication du tarif unitaire en €/m³ par la quantité consommée. Le tarif unitaire en 2010 était de 0.9634€/m³ ; puis 0.9785€/m³ en 2011.

A partir de l'instauration du tarif progressif, il y aura désormais trois tranches avec de nouveaux prix marginaux (cf la section 3). La facture totale a donc été reconstituée pour obtenir une *proxy* du nouveau prix payé par les usagers.

Les variables LogAP et LogMP

Nous avons voulu, ensuite, mesurer la sensibilité des consommateurs aux deux formes de prix étudiés : le prix marginal et le prix moyen. Pour ce faire, nous avons calculé les élasticités-prix directes de la demande des ménages en fonction des deux variables de prix transformées en log.

La variable *LogAP* du prix moyen en log a été obtenue en divisant simplement *PRIXFACTURE* par les quantités consommées (variable *CONSO*), puis en transformant cette valeur en log. La variable *LogMP* représente le log du prix marginal.

Les variables LogAP_{tz} et LogMP_{tz}

Soit z (où $z = 1, 2, 3$), l'indice de la tranche marginale du consommateur pour l'année t considérée. Nous pouvons segmenter les log de prix moyens et marginaux

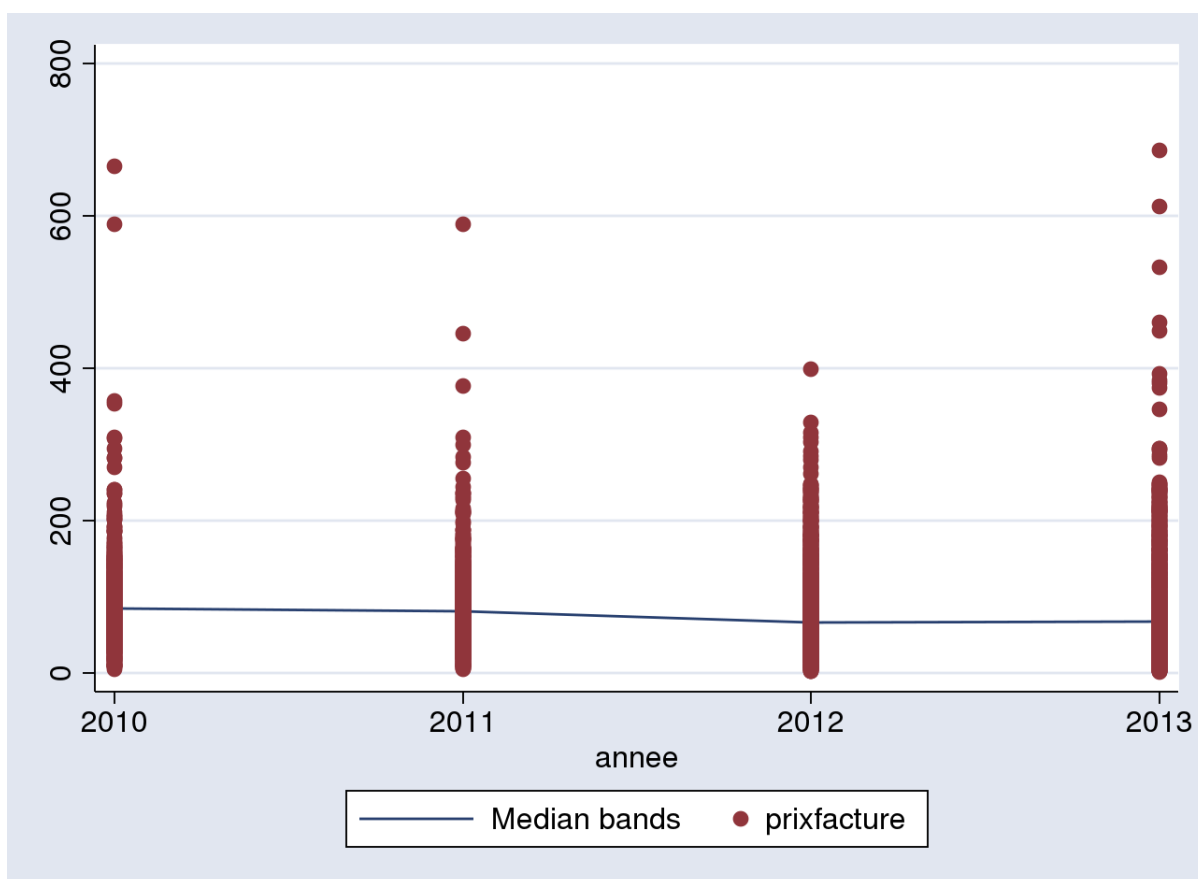


Figure 2.4: Évolution du prix facturé (global)

en fonction de la tranche marginale appliquée au consommateur. Il est à noter que nous utilisons l'indicateur de tranche comme une *proxy* pour déterminer si le consommateur est qualifié de "petit", "moyen" ou "gros" consommateur.

Nous pouvons à présent étudier les évolutions du prix facturé de l'eau potable sur le Dunkerquois, globalement, puis en fonction des tranches de consommateurs. Les graphiques 2.4, 2.5, 2.6 et 2.7 présentent les évolutions tendanciennes des factures au niveau agrégé et par catégorie de consommateur.

Nous pouvons tirer plusieurs enseignements de ces graphiques :

- Le prix de la facture globale a baissé depuis 2010;
- Pour les petits consommateurs de la tranche 1, le prix de la facture a connu une baisse de 2011 à 2012.

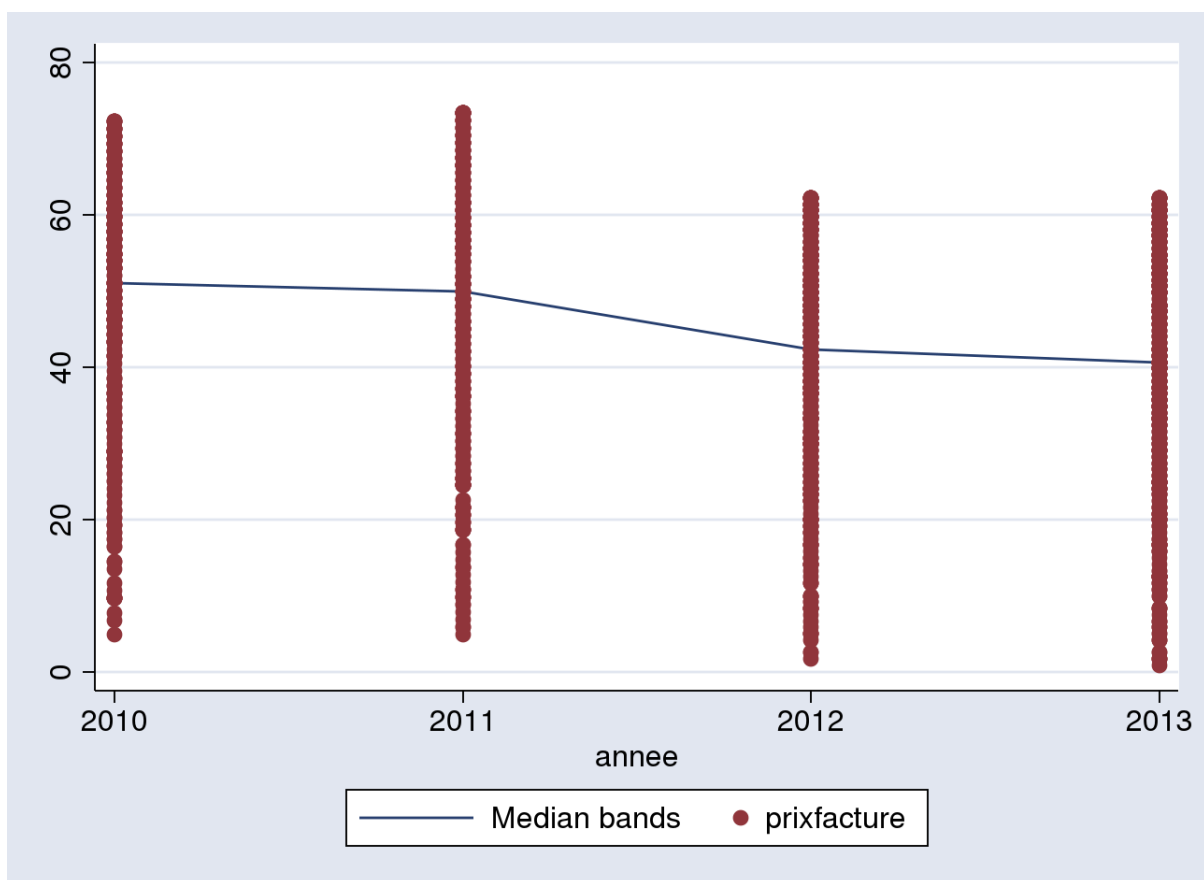


Figure 2.5: Évolution du prix facturé pour les consommateurs de la tranche 1

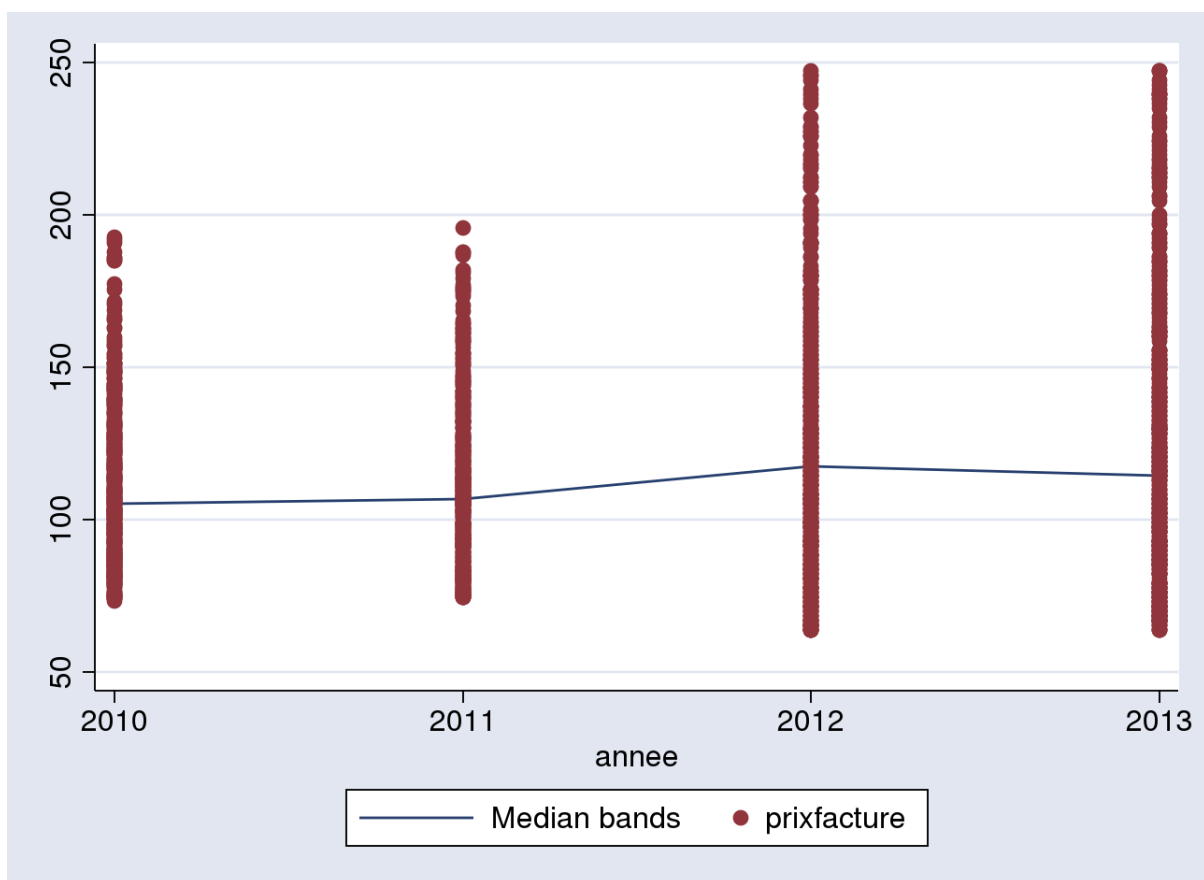


Figure 2.6: Évolution du prix facturé pour les consommateurs de la tranche 2

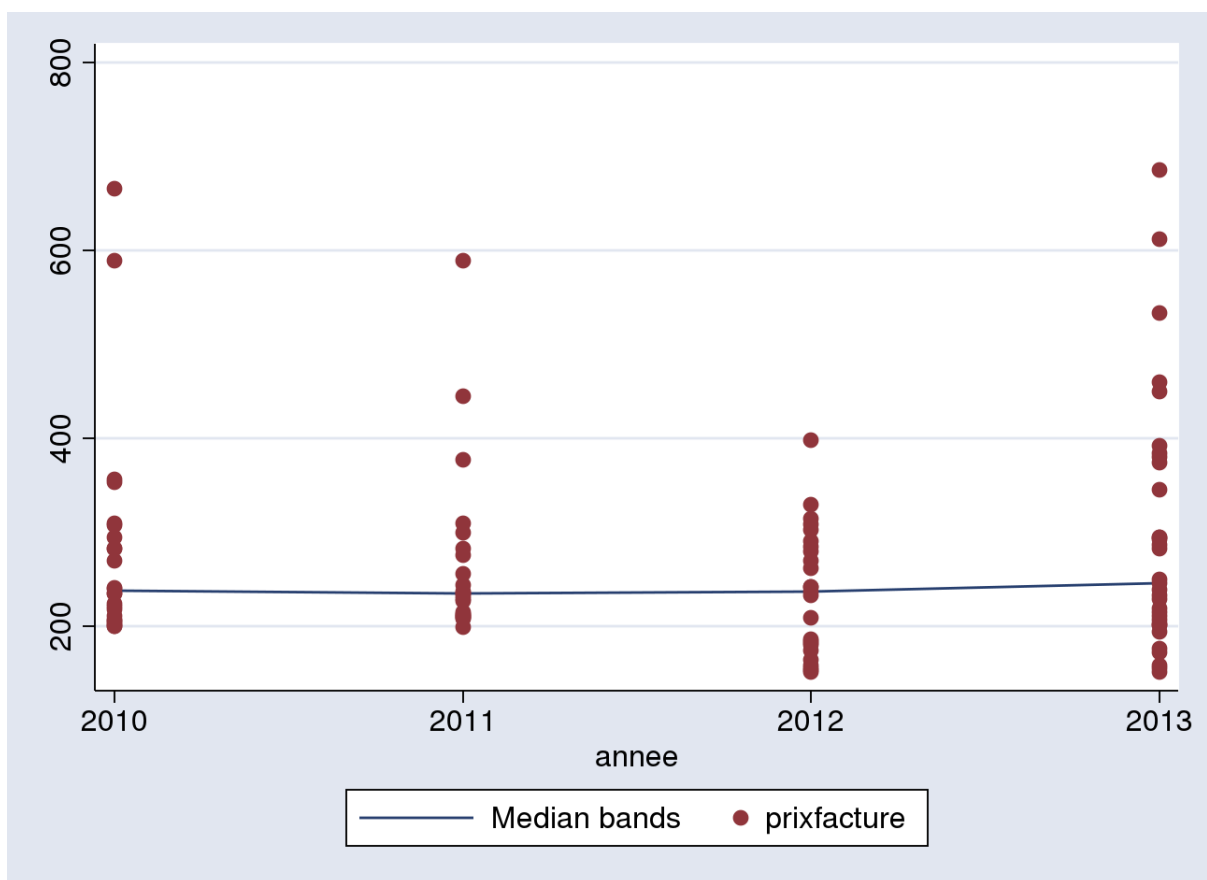


Figure 2.7: Évolution du prix facturé pour les consommateurs de la tranche 3

- Le prix de la facture médiane pour les tranches 2 a, inversement, augmenté pour les tranches 2.
- Le prix médian a également augmenté pour les tranches 3.

Toutefois, ces statistiques descriptives sont limitées. D’abord, il ne s’agit que de médianes et nous observons avec la présence de quelques valeurs extrêmes isolées. Ensuite, ces graphiques ne tiennent pas compte des changements potentiels de tranches entre les années. En effet, des consommateurs de la tranche 3 voyant leur facture augmenter ont très bien pu réduire leur consommation et ainsi changer de tranche marginale. Enfin, le lissage de la consommation des consommateurs de la tranche 3 peut être dû à une réaction des consommateurs qui ont ajusté leur consommation pour stabiliser leur facture d’eau potable.

Pour cet ensemble de raisons, cela justifie de recourir à des méthodes économétriques pour évaluer statistiquement l’impact des chocs exogènes sur les prix suite au changement tarifaire.

2.3.3 LES MODÈLES EMPIRIQUES

Nous allons présenter quatre modèles avec plusieurs objectifs. Premièrement, il s’agit de calculer les élasticités-prix directes de la demande par un modèle log-log. Deuxièmement, nous souhaitons estimer si les consommateurs réagissent au prix marginal ou au prix moyen.

Tous les modèles économétriques utilisés reposent sur une régression linéaire avec effets individuels. Le test de Fisher a confirmé la présence d’effets individuels, de même que les tests de Breusch-Pagan¹⁵ (1979), Hausman¹⁶ (1978) et de Mundlak¹⁷ (1973) ont confirmé des effets aléatoires.

¹⁵Résultats du test de Breusch Pagan : $\text{Chi}^2 = 390.19$ et Probabilité $> \text{chi}^2 = 0.0000$ (si $p > 0.1$ il n’y a pas d’effet aléatoire).

¹⁶Résultats du test de Hausman: $\text{prob} > \text{Chi}^2 = 0.5981$ (si $p < 0.1$ Rejet de H_0 sur l’absence de différence systématique entre effets fixes et effets aléatoires).

¹⁷Résultats du test de Mundlak: $p < 0.0000$, confirment la présence d’effets aléatoires.

2.3.3.1 Les modèles 1 et 2 : effets du prix marginal et du prix moyen sur la consommation

Ces deux modèles visent à estimer l'impact des variations du prix moyen et du prix marginal sur la consommation agrégée, toutes choses égales par ailleurs. Cependant, comme le rappelle Ito [2014], de nombreux auteurs dans la littérature sur les taxations non-linéaires ont mis en avant le problème d'identification lié au fait que le prix marginal dépendait directement du niveau de consommation. C'est la raison pour laquelle, suivant les méthodes préconisées par Ito [2014], nous implémentons un effet retardé sur la variable de prix. Cette modélisation est cohérente avec la réalité puisque les consommateurs sont généralement confrontés à leur consommation réelle de manière trimestrielle.

Formellement :

$$\begin{aligned} \text{LogConso}_{it} = & \beta_0 & + \beta_1 \text{LogAP}_{it-1} \\ & + \beta_2 \text{ControleVariables}_{it} \\ & + \tau_t + \alpha_t + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

i désignant l'agent i et t désignant l'année de référence. Les effets individuels sont capturés par (α_t) et l'effet année par (τ_t) . Ainsi, le coefficient β_1 nous donnera une estimation de l'élasticité en fonction des variations du prix moyen à l'année t-1.

Le second modèle est le suivant :

$$\begin{aligned} \text{LogConso}_{it} = & \beta_0 & + \beta_1 \text{LogMP}_{it-1} \\ & + \beta_2 \text{ControleVariables}_{it} \\ & + \tau_t + \alpha_t + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

i désignant l'agent i et t désignant l'année de référence. Ainsi, le coefficient β_1 nous donnera une estimation de l'élasticité-prix en fonction des variations du prix marginal à l'année t-1.

2.3.3.2 Les modèles 2 et 3 : effets du prix marginal et du prix moyen sur la consommation par catégories

Les deux derniers modèles cherchent à identifier l'impact relatif des variations des prix moyens et marginaux sur la consommation, en fonction des différentes catégories de consommateurs (petits, moyens ou gros). Pour identifier ces différentes catégories nous segmentons, par une variable catégorielle (t1, t2, t3), les différents prix pour isoler l'effet croisé d'appartenir à une certaine catégorie et de voir son prix évoluer. Formellement :

$$\begin{aligned}
 LogConso_{it} = \beta_0 & \quad +\beta_1 LogAP1_{it-1} \\
 & \quad +\beta_2 LogAP2_{it-1} \\
 & \quad +\beta_3 LogAP3_{it-1} \\
 & \quad +\beta_4 ControleVariables_{it} \\
 & \quad +\tau_t + \alpha_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LogConso_{it} = \beta_0 & \quad +\beta_1 LogMP1_{it-1} \\
 & \quad +\beta_2 LogMP2_{it-1} \\
 & \quad +\beta_3 LogMP3_{it-1} \\
 & \quad +\beta_4 ControleVariables_{it} \\
 & \quad +\tau_t + \alpha_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

Les coefficients β_1, β_2 nous donneront les élasticités-prix par catégories de consommateurs.

2.3.3.3 Résultats attendus et rappel des propositions

Le tableau (2.3 résume les propositions et les résultats attendus.

Proposition	Résultats attendus
Proposition 1 : Les élasticités des consommateurs sont hétérogènes.	$\epsilon_1 \neq \epsilon_2 \neq \epsilon_3$ où ϵ désigne l'élasticité-prix de la demande
Proposition 2 : L'instauration d'un tarif progressif implique de fortes distorsions qui reposent fortement sur une catégorie de consommateurs	Les transferts s'opèrent des petits consommateurs vers les autres consommateurs (nommés M et H dans le modèle)
Proposition 3 : L'instauration d'un tarif discriminant se traduit par une baisse de la consommation globale	L'élasticité-prix est négative
Proposition 4 : Les consommateurs réagissent plus au prix moyen qu'au prix marginal	Les coefficients β sont plus forts avec logAP qu'avec logMP

Table 2.3: Résultats attendus par propositions

2.3.4 RÉSULTATS

2.3.4.1 Résultats du modèle économétrique

Nous obtenons les résultats suivants (tableau 2.4) qui nous permettent de déterminer les élasticités par groupe de consommateurs :

	M1	M2	M3	M4
tailledufoyer	0.221*** (13.50)	0.254*** (19.71)	0.227*** (16.02)	0.222*** (17.40)
positifreduire	-0.068 (-1.27)	-0.097** (-2.32)	-0.078* (-1.70)	-0.115*** (-2.81)
L.logAP		0.034 (0.38)		
L.logMP	-0.201*** (-5.31)			
L.logMP1			-0.615*** (-4.24)	
L.logMP2			0.064 (1.30)	
L.logMP3			-0.662*** (-8.94)	
L.logAP1				0.306** (2.54)
L.logAP2				0.138 (0.96)
L.logAP3				0.066 (0.14)
cons	3.857*** (5.96)	3.724*** (6.82)	3.803*** (6.86)	3.871*** (8.33)
Nombre d'observations	2463	2223	2463	2223
Nombre de groupes	912	823	912	823
Effet année	Oui	Oui	Oui	Oui
R2	0.1864	0.2833	0.2375	0.2884

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.010$

Table 2.4: Résultats économétriques

Nous observons trois résultats principaux :

- Au niveau agrégé, les consommateurs ne réagissent pas aux variations du prix moyen (non significatif) mais réagissent au prix marginal, avec une élasticité au prix marginal de -0.2. Cette élasticité se rapproche d'autres calculs d'élasticités obtenus dans l'eau potable qui la situaient entre -0.08 et -0.22 (Nauges and Reynaud [2001] ; Porcher [2014]). Notre résultat reste donc cohérent cette étude réalisée en France.
- En revanche, les élasticités semblent plutôt hétérogènes lorsqu'on les calcule de manière segmentée. Ainsi, les consommateurs situés dans les tranches extrêmes semblent réagir fortement aux variations du prix marginal (environ

-0,6 pour les t1 et les t3) et dans des proportions similaires. Ces élasticités sont supérieures à la moyenne agrégée de -0.2.

- Les consommateurs intermédiaires, en revanche, ne réagissent pas au prix marginal (non significatif). Nous pouvons proposer une interprétation à la non-significativité de la variable du prix moyen (L.logAP2) pour les consommateurs intermédiaires. En effet, pour ces consommateurs, le prix moyen n'a pas beaucoup changé puisque leur niveau de consommation était proche du "point d'équilibre" (i.e. lorsque la facture totale ne change pas). Dans ces conditions, ne voyant pas leur facture changé, ils n'ont pas réagi au changement de tarif. Ces consommateurs intermédiaires ont donc réagi au prix moyen, qui n'a pas varié, et non au prix marginal qui, lui, a varié. S'ils avaient été parfaitement rationnels, ils auraient quand même réagi au changement de prix marginal.

En termes d'interprétation, ce résultat est différent de celui obtenu par [Ito \[2014\]](#) qui observait que les consommateurs réagissaient plus au prix moyen qu'au prix marginal. Dans cette étude nous montrons que les agents réagissent au prix marginal s'ils sont situés dans les extrémités des tranches du tarif progressif. De plus, au niveau agrégé, la demande semble réagir globalement au changement de prix.

2.3.5 ANALYSE DES TRANSFERTS INTER-GROUPES

Ensuite, à partir des données réelles issues de la base de données clients, nous avons pu recalculer les recettes du monopole en 2011 et 2013. Nous avons omis l'année 2012 pour tenir compte de l'entrée en vigueur différenciée de la mesure entre les appartements et les maisons. Les chiffres présentés dans le [tableau 2.5](#) varient légèrement ici par rapport au panel, puisque les appartements sont inclus dans cette base clients :

	2011	2013	Variation
Nombre de clients	91871	94006	2,32%
Consommation moyenne globale	80,4657	78,489	-2,46%
Conso moy si T1	55,966	58,482	4,50%
Conso moy si T2	111,677	111,632	-0,04%
Conso moy si T3	380,95	375,77	-1,36%
Effectifs T1	61,62%	62,93%	2,13%
Effectifs T2	33,41%	32,38%	-3,09%
Effectifs T3	4,95%	4,68%	-5,45%
Prix marginal moyen	0,98 €	1,15 €	17,13%
Prix moyen	0,98 €	0,93 €	-5,24%
Prix marginal t1	0,98 €	0,84 €	-14,15%
Prix marginal t2	0,98 €	1,53 €	56,36%
Prix marginal t3	0,98 €	2,04 €	108,48%
Recette T1	2 152 951,00 €	1 906 605,00 €	-246 346,00 €
Recette T2	3 382 243,00 €	3 645 558,00 €	263 315,00 €
Recette T3	1 698 335,00 €	2 227 794,00 €	529 459,00 €
Recette Totale	7 233 529,00 €	7 779 958,00 €	546 429,00 €

Table 2.5: Estimation des variations de recettes

Avant de proposer une interprétation de ces résultats, il est utile de préciser que ces calculs de recettes ne sont que des estimations qui ne tiennent pas compte des impayés¹⁸, par exemple, et des coûts. Autrement dit, l'augmentation significative des recettes ne signifie pas nécessairement une augmentation du profit. Ce tableau permet d'observer les évolutions réelles de la consommation sur le dunkerquois. Plusieurs enseignements peuvent néanmoins être tirés :

- La consommation moyenne a baissé d'environ 2,46% en 2 ans, ce qui confirme les résultats obtenus dans [Mayol \[2017\]](#) et notre calcul d'élasticité-prix de -0.2 qui ont observé un effet négatif de la mesure sur la demande.
- Cependant, cet effet est à nuancer avec les mouvements inter-groupes :
 - Entre 2011 et 2013, les petits consommateurs ont augmenté leur consommation de 4,5 %
 - Sur cette période, les consommateurs moyens ont peu changé leur consommation, alors que les gros consommateurs l'ont réduit de 1,36 %.
 Ceci confirmerait bien leur insensibilité aux variations de prix marginal.

¹⁸Remarque, le taux d'impayés avoisine les 0,7 % selon le rapport de l'ONEMA de 2016. Dès lors, ce taux ne devrait pas avoir une incidence significative sur les recettes.

- La catégorie des petits consommateurs a augmenté, alors que celle des moyens et gros a diminué, laissant envisager que des consommateurs ont changé de catégorie après le nouveau tarif.
- Les variations de consommation au sein des groupes doivent tenir compte de la mobilité inter-groupes, comme le met en avant le modèle théorique précédent. Les consommateurs peuvent changer de classe.
- Concernant les pertes du monopole, celles-ci ont été récupérées sur les consommateurs 2, mais surtout sur les consommateurs 3. Aussi, les T3 qui représentent 4,68% des consommateurs en 2013, ont fait croître les recettes du monopole de 529 459 €!
- La redistribution inter-groupes se fait sur les tranches 2 et 3, mais la tranche 3 subit la plus forte distorsion.

In fine, le tarif progressif étudié avait deux objectifs : d’une part, diminuer la consommation agrégée et d’autre part, inciter aux changements de comportements en instaurant une redistribution entre les consommateurs. De ce point de vue, le tarif remplit son rôle puisque les consommateurs ont réagi au signal des changements de prix marginaux pour les tranches extrêmes. Or, ces classes étaient précisément la cible des élus de Dunkerque. Comme attendu, les petits consommateurs ont consommé plus, et les gros consommateurs ont globalement consommé moins. Ceci illustre bien qu’il y a eu un transfert de consommation des gros consommateurs vers les plus petits consommateurs.

Il est à noter, toutefois, que si une part importante de gros consommateurs a réduit sa consommation pour retomber dans la tranche inférieure, une partie non négligeable des gros consommateurs n’a, semble-t-il, pas pu réduire sa consommation et a donc essuyé une perte sèche très importante. Cette remarque renvoie alors aux conclusions du modèle [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) mais également à l’étude [Mayol \[2017\]](#). En effet, parmi ces gros consommateurs, il est possible de retrouver des familles nombreuses dont l’élasticité-prix pourrait être nulle. Autrement dit, ce résultat interroge sur l’identité socio-démographique des « gros consommateurs »

sur qui repose le mécanisme de financement du tarif progressif.

Concernant la hausse des recettes au niveau agrégé, deux lectures sont possibles. Soit il est possible de considérer que le *design* du tarif a été construit de sorte à pouvoir accroître les recettes au détriment des consommateurs peu élastiques au prix ; soit il est possible d’interpréter cette hausse des recettes comme étant un révélateur de l’incertitude du monopole sur les préférences des agents. Cette dernière lecture rejoint la proposition de [Malin and Martimort \[2001\]](#) qui considère que la hausse de la marge du monopole discriminant est d’autant plus grande que son incertitude sur les préférences des consommateurs est importante. En l’espèce, le monopole de Dunkerque fait figure de pionnier dans la mise en place de ce type de tarif, et il n’a pas pu bénéficier d’un retour d’expérience important pour anticiper parfaitement la réaction des consommateurs. Ceci pourrait expliquer le besoin de prendre une marge. Enfin, ne disposant pas d’information sur les coûts, nous ne pouvons pas calculer les marges réelles du monopole.

2.4 CONCLUSION

Le tableau [2.6](#) suivant synthétise les résultats par rapport aux propositions :

Proposition	Résultat
Proposition 1 : Les élasticités des consommateurs sont hétérogènes.	Validée
Proposition 2 : L’instauration d’un tarif progressif implique de fortes distorsions qui reposent fortement sur une catégorie de consommateurs	Validée
Proposition 3 : L’instauration d’un tarif discriminant se traduit par une baisse de la consommation globale	Validée
Proposition 4 : Les consommateurs réagissent plus au prix moyen qu’au prix marginal	Partiellement Validée

Table 2.6: Résultats attendus par proposition

Notre étude a montré que le tarif progressif dans l’eau potable semblait remplir partiellement ses objectifs initiaux : inciter à réduire les consommations agrégées

en ciblant celle des plus gros consommateurs et organiser une redistribution inter-groupes. Théoriquement comme empiriquement, le monopole (ou le régulateur) doit, cependant, effectuer des arbitrages pour décider comment doit s'opérer la redistribution entre les catégories de consommateurs.

Dans le cas d'étude proposé nous retrouvons les effets distorsifs présentés dans la modélisation théorique, puisque pour un gain marginal de 0.17€/m³ sur la tranche 1, il faudra "générer une perte" de 0.55€/m³ sur la tranche 2 et de 1.06€/m³ sur la tranche 3. Cet écart de prix important semble justifié par les différentiels d'élasticités que nous retrouvons : les gros consommateurs ont une élasticité plus forte que les petits consommateurs (différentiel de 0.20). *In fine*, le *design* tarifaire conduit à une augmentation des recettes après l'introduction du nouveau tarif et se révèle distorsif pour les gros consommateurs qui supportent une grande partie du coût de la mesure.

L'équité des tarifs progressifs peut être discutée en prolongeant la critique de [Crampes and Lozachmeur \[2014\]](#) et [Mayol \[2017\]](#), puisqu'il reste difficile de déterminer les raisons pour lesquelles certains usagers ne réagissent pas au signal prix. L'étude menée précédemment sur Dunkerque a suggéré que les gros consommateurs étaient avant tout des familles nombreuses pour qui le nouveau tarif représente une perte importante sans vraiment pouvoir réagir au signal prix.

Cette question renvoie à la principale limite de nos données : l'impossibilité de connaître la composition socio-démographique des ménages observés. En effet, nous n'avons qu'une vision agrégée des consommations, sans possibilité d'analyser les différentes élasticités par type de foyer. Néanmoins, comme l'a souligné une précédente étude de [Mayol \[2017\]](#), l'élasticité-prix des consommateurs d'eau potable semble liée directement au nombre de personnes dans le foyer. C'est pourquoi l'opérateur a tenté d'instaurer le "chèque eau", qui est une subvention accordée aux familles nombreuses pour compenser la perte résultant du tarif éco-solidaire. Toutefois, ce dispositif basé sur l'auto-déclaration en Mairie, a été très peu suivi

par les consommateurs (moins de 10 familles l'ont sollicité sur l'agglomération).

Nous retiendrons de cette étude un résultat néanmoins très important et qui nuance les conclusions de [Ito \[2014\]](#) concernant la réaction des consommateurs au signal prix. En observant que certains agents, ceux situés aux extrémités des tranches, réagissent au prix marginal et non au prix moyen comme le suggérerait la théorie standard, cela vient contredire le résultat obtenu par [Ito \[2014\]](#) qui retrouvait une réaction au prix moyen espéré des consommateurs. Nous retrouvons, à l'inverse, un résultat proche de celui de l'auteur pour les tranches intermédiaires qui semblent plus sensibles à la "non variation" de leur facture qu'à la variation du prix marginal.

Ce résultat appelle à une discussion sur la rationalité des consommateurs face aux tarifs complexes. Il semblerait que cette complexité tarifaire soit moins difficile à appréhender pour le consommateur lorsque celui-ci est confronté à des sauts de tranches importants. Au niveau agrégé, le fait que l'élasticité au prix marginal soit proche de -0.2 montre, qu'au global, les consommateurs réagissent plutôt bien au signal prix. Cependant, dans le détail, nous observons que les consommateurs intermédiaires ne réagissent pas au prix marginal, tandis que les "petits" et les "gros" consommateurs y sont sensibles. Les consommateurs intermédiaires semblent plus sensibles au prix moyen qu'au prix marginal, puisque, ne voyant pas leur facture totale changer, ils ne vont pas adapter leur comportement au changement de prix marginal. Ce comportement peut renvoyer à une forme de rationalité limitée (au sens de [Simon \[1972\]](#)) et rejoint la contribution de [Liebman and Zeckhauser \[2004\]](#) qui montrent que le consommateur, sous hypothèse de rationalité limitée, devrait ajuster son comportement aux variations du prix moyen et non du prix marginal. Dès lors, la question de la rationalité du consommateur face aux tarifs complexes mériterait des travaux complémentaires, notamment pour approfondir l'acceptation et la perception des formes tarifaires.

A ces éléments, il convient de préciser également que le distributeur de Dunkerque a fait beaucoup d'effort pour expliquer et inciter à la bonne réaction au signal

prix en mettant en place, par exemple, un simulateur de facture. A la suite de la simulation qui indique le gain ou la perte avec le nouveau tarif, le simulateur propose des changements de comportements permettant de réaliser des économies sur la facture. Ceci indiquerait que les consommateurs seraient capables de bien réagir au signal prix, moyennant un accompagnement de la part de l'opérateur. Nous avons reporté en annexe (Figure 2.8 et 2.9) des extraits du site web de l'opérateur.

Enfin, il demeure que ce tarif, malgré les résultats plutôt positifs que nous observons, génère malgré tout de fortes distorsions qui interrogent sur l'équité du dispositif. Une petite minorité va supporter le coût global de la mesure, dans la mesure où elle ne peut que faiblement réduire sa consommation. Par ailleurs, l'incertitude qui pèse sur la réaction des consommateurs conduit le monopole à accroître les distorsions tarifaires afin de minimiser le risque de pertes sur les recettes. En effet, comme l'ont analysé Malin and Martimort [2001], les monopoles discriminants confrontés à une incomplétude de l'information devront accroître leurs marges dans la construction de leur schéma tarifaire. Puisque le monopole ne peut compter que sur ses recettes pour récupérer ses coûts, une erreur d'anticipation sur la réaction des consommateurs pourra lui être préjudiciable. C'est une des raisons qui pourrait expliquer l'augmentation des recettes après l'instauration du nouveau tarif.

Il reste une question qui reste en suspens : pourquoi avoir mis en place une telle mesure si des consommateurs y perdent ? Un début de réponse peut se trouver dans une approche très contextuelle de la mise en place de ce tarif. Il faut rappeler que ces tarifications sont sollicitées, d'abord, par les élus et qu'à ce titre, ils ne comptent pas trop pénaliser leurs électeurs. Or, à Dunkerque par exemple, l'opérateur indique que "80 %" des usagers ont vu leur facture baisser¹⁹. Cependant, une minorité a bien vu sa facture augmenter et aura payé le prix de la baisse des autres...

Plusieurs limites sont présentes dans cette étude. D'abord, compte tenu de nos

¹⁹<http://www.caissedesdepotsdesterritoires.fr/cs/ContentServer?pagename=Mairie-conseils/MCExperience/Experience&cid=1250268675929>

données de terrain, nous ne disposons pas d'informations sociodémographiques sur les ménages, et notamment leurs revenus. Or, il aurait été intéressant de savoir si les ménages réagissant bien au prix marginal étaient d'abord les catégories socio-professionnelles les plus élevées ou non. Deuxièmement, l'identification d'un effet causal peut être complexifiée par l'absence d'un contrefactuel dans cette étude. Néanmoins, cette question a déjà été traitée dans [Mayol \[2017\]](#), en utilisant la méthode des doubles différences pour isoler l'effet causal du nouveau système tarifaire à partir des types d'habitation. Troisièmement, nous ne sommes pas en mesure de calculer les variations de surplus, puisque nous ne disposons pas d'information sur la structure des coûts marginaux. Cela nous aurait permis d'avoir des informations sur l'évolution du taux de marge.

Une question reste donc ouverte dans notre étude : comment réduire le caractère distorsif d'un tarif progressif pour certaines catégories d'usagers, notamment les familles nombreuses ? Certains dispositifs comme le « chèque eau »²⁰ accordé aux familles nombreuses pourraient être un palliatif qui irait dans le sens de la citation de [Boiteux \[2013\]](#). Une autre piste est évoquée dans la construction du *design* tarifaire présenté par [Ito \[2014\]](#) : prévoir un *design* tarifaire adapté à chaque foyer, comme c'est le cas dans certaines États des États-Unis. La loi française le permet depuis 2013. Il pourrait s'agir d'une piste pertinente, mais au prix d'une complexité tarifaire toujours plus importante. D'autres collectivités en France ont élargi leurs critères d'attribution des tarifs progressifs. Ainsi, comme le rapporte le Comité National de l'Eau dans son rapport de 2017 sur l'évaluation des tarifs progressifs, environ 60 % des collectivités ont choisi une approche multi-critères (en prenant en compte le RSA, la composition du ménage, le revenu du ménage, le quotient familial par exemple). Néanmoins, le rapport ne présente aucune évaluation *ex post* de ces dispositifs. Il demeure, enfin, un questionnement sur le bilan "coût / avantage" de ces tarifs progressifs en comparaison avec les aides directes (comme le Fonds de Solidarité Logement). Là encore, il existe peu de chiffres disponibles et précis sur le

²⁰Ce chèque est pris en charge par la collectivité sous la forme d'une aide à la consommation. Cependant, étant donné le très faible nombre d'usagers qui l'ont sollicité, il n'a pas été jugé pertinent de le retenir dans la modélisation et la partie empirique.

coût de mise en œuvre de ces tarifications progressives. Le rapport estime en effet que " *le calendrier de mise en œuvre des expérimentations ne permet pas d'avoir le recul suffisant pour évaluer les coûts de gestion des différents dispositifs au regard de leur efficacité* ". Dès lors, dans notre étude, il n'est pas possible d'évaluer précisément le coût d'instauration de ce tarif progressif. Il s'agit là d'une limite importante pour évaluer l'efficacité d'un mécanisme progressif en lieu et place des mécanismes traditionnels de subventions directes. Nous pouvons regretter le manque de suivi des politiques publiques en l'absence de données fiables et exhaustives. Ceci est d'autant plus vrai que la base nationale SISPEA (Système d'information des services publics d'eau et d'assainissement), chargée de recenser les différents prix de l'eau en France, n'a aucunement tenu compte de ces évolutions de tarifs en continuant à raisonner sur la base d'une facture type à 120m³, alors même que cette moyenne n'est pas adaptée aux contextes locaux. Or, c'est précisément à partir des moyennes de consommation que les *designs* tarifaires sont réalisés. Il conviendra à terme d'arriver à chiffrer les différents coûts de mise en œuvre de ces tarifs pour les confronter à ceux des mécanismes moins complexes de subventions.

2.5 ANNEXE : SIMULATEUR DE FACTURE DE DUNKERQUE

EN SAVOIR PLUS

Figure 2.9: Extrait du simulateur de Dunkerque pour une facture de 200m3

Providing public utilities in a common agency framework: making, buying and governance*

3.1 INTRODUCTION

Local governments are in charge of the provision of several public goods and services such as hospitals, water services, waste management, etc. For each of these services the government has to make three different choices namely (1) the global quality of the delivered good or service, (2) the production mode, either public or private, and (3) whether or not it wishes to get together with other governments to jointly provide the service. When the actual literature analyzes these different questions, it shows that they have an impact on the price. However, both theoretical and empirical literature don't analyze these different questions simultaneously. We try to investigate the impact of these choices on the price of the utilities.

The French water sector is a good example to illustrate these main questions. In France, the Mayor has the responsibility of the water provision. To some extent, it has to choose the quality, the mode of provision and the political structure. As a matter of fact, the choice of the quality is not a very open one since a couple of French laws are defining the minimum level of quality. Secondly, it can either be provided in-house by using civil servants or be delegated to a private firm. In France a direct public management is called "*régie*", and in 2016 on the 15,000

*This chapter is based on a joint work with Benjamin Michallet and Antoine Prévet.

local public authorities identified in our data about one third is private and the rest is public ("*régie*"). The other choice the local government has to make concerns the political organization. In practice, the government has three possibilities : provide alone, to associate with other local governments, through a structure called "*Syndicat*" for example, or leave the responsibility of the public service to a super-structure. The first case corresponds to the municipal management ("*commune*"), the municipality deals with the water provision on its own. The second case (the "syndicats") is when municipalities are associated to share some competencies and provide a common water service. The last configuration corresponds to the "*communauté de communes*" where municipalities transfer their competencies to an other political structure, which is responsible for the water provision for several local governments. In 2016, in France, among the 15,000 local public authorities 71 % are "*commune*", 27 % are "*syndicats*" and 2 % are "*communautés*" (about 250 over 1 842 *Communautés de Communes* in France manage the provision of water).

However, we could question if these different choices (quality, mode of provision and political structure) have an impact on the price for the consumers and what is their respective impact. In practice, both the mode of production and the level of association seems to be key determinants of the cost. Since the nineties the French government has targeted these elements in order to improve the performance of the public utilities. For instance, the "Loi NOTRE" of 2015 promotes the "*communautés*" to reduce the costs of political organizations (by grouping the different cities) and the "*Loi SAPIN*" in 1993¹ tries to limitate the duration of the private contract.

Nevertheless these key elements have not been taken into account simultaneously in the literature. The main contribution of our article is to provide a theoretical framework to explain the determinants of the Mayor's three choices and their impact on the cost. Moreover, we try to empirically test our theoretical propositions on the French water sector. The water industry is an illustration frequently used in

¹Loi n 93-122 du 29 janvier 1993 relative à la prévention de la corruption et à la transparence de la vie économique et des procédures publiques.

both theoretical and empirical literature on make-or-buy decision. ([Martimort and Sand-Zantman \[2006\]](#) and [Chong et al. \[2015\]](#) are particularly relevant for us). It is the reason why we apply our theoretical framework to the French water distribution.

We can see how the actual literature separately gives different answers to the three dimensions of the choices.

Firstly, the choice between a public and a private provision mode is a recurrent issue in the economic literature. The main question relies upon the relative efficiency of those production modes and the final trade-off is between efficiency and transaction costs (i.e. cost of coordination). Note that this trade-off is close to the one identified in the common agency literature. A choice has to be made between efficiency and different costs. Firstly, in a transaction cost theory framework, [Coase \[1937\]](#) explains that authority given to the employer eases coordination problems. However, leaving no bargaining power to the Agent may discourage her to make profitable actions. This issue was developed by the “modern transaction cost economics” ([Williamson \[1975\]](#), [Williamson \[1985\]](#)). The transaction cost theory with [Williamson \[1985\]](#) gave a major contribution to model this issue. [Hart et al. \[1997\]](#), in a different theoretical framework, provide clear intuitions of the difference between a public and a private organization. Since then, the literature moved from coordination problems to efficiency developed by the theory of incomplete contract ([Klein et al. \[1978\]](#), [Grossman and Hart \[1986\]](#) and [Hart and Moore \[1990\]](#)). These papers share a similar approach based on contract’s incompleteness leading to ex-post bargaining with a focus on the efficient allocation of the negotiation power. In an incomplete contract framework they analyzed the effect of residual control rights à la [Grossman and Hart \[1986\]](#) on specific investments. In their work a public provision mode is characterized by the fact that the public manager has the residual control right and can then extract the rent of his Agent who thus faces weak incentives. In contrast when the residual control rights is left to the private operator, the incentives are stronger but he can invest in harmful activities from the Principal’s point of view.

An alternative way to model the different choices of provision modes can be found in [Levin and Tadelis \[2010\]](#) where the public or private mode of the provision comes from the selected optimal contract. This results from the fact that the amount of hours worked by the Agent is a public information whereas the effort stays a private one. In [Levin and Tadelis \[2010\]](#) a public production mode exhibits weaker incentives and productive efficiency but lower transaction cost since the Principal can avoid the moral hazard problem. In our model, there is no public information or residual control rights. Therefore, no matter what is the productive mode, the Principal faces a moral hazard situation. We assume that there is a particular authority relationship with a civil servant in a public production mode (as in [Levin and Tadelis \[2010\]](#) or [Grossman and Hart \[1986\]](#)) and we select a Principal-super-Agent modelization. This particular relationship makes it possible for the Principal to use different signals and therefore to manipulate the cost of the Agent's effort. The local authority faces a trade-off between lower production cost and higher cost associated to the risk because of the strategic game it plays with the other governments.

Secondly, about the question of the political structure's choice (single, associated or transferred), the common-agency framework is used by economic literature. The common agency problem has been introduced by [Bernheim and Whinston \[1986a\]](#) and arise when several Principals enter in a relationship with a single Agent. Such a configuration leads to strategic behaviors on the Principals' side since each one of them is willing to manipulate the common Agent in his own interest. [Bernheim and Whinston \[1986b\]](#) as well as [Dixit \[2002\]](#) identify public sector as a fertile ground for such multi-Principal configurations. [Holmström and Milgrom \[1988\]](#), in a moral hazard framework, find equilibrium with linear payments for two Principals. These results are extended by [\[Dixit, 1996\]](#) and [Dixit \[1997\]](#) to several Principals and other forms of cost functions. The main tradeoff associated with common agency in the moral hazard literature stands between gains when the efforts ordered by the Principals are complements and negative externalities due to the strategic game between Principals. The multi-Principal problem with adverse selection has been

developed by [Martimort \[1992\]](#) and [Stole \[1991\]](#). Adverse selection leads to some technical questions but the overall effect of common agency is similar to the one underlined with moral hazard.

The main contribution of our work is to bridge the gap between two literary traditions particularly relevant for the public sector : the common agency problems (to analyze the question about the political organization) and the choice between private and public provision mode. In our theoretical model, based on a Principal-Agent framework, we give different propositions on the determinants of the choice and the impact on the costs. We assume that the organizational choices have an impact on the costs.

Empirically, our contribution aims to test several propositions on the costs associated to the different couples of choices between mode of provision (public / private) and political structure (*commune*, *syndicat*, *communauté*). We follow the methodology developed in the main study on the French water sector by [Chong et al. \[2015\]](#). In this study, they don't find any impact of the mode of provision on the price (in the large cities). However, this study doesn't take into account the political structure. Based on an unbalanced panel of 15,000 French drinking water services from 2008 to 2014, we measure the impact of the different couples of organizational structures on the price. Our results show that the public-private difference is no longer significant when the Mayor manages alone (*Commune*) the service or transfers the responsibility to a super structure (*Communauté de Communes*). On the other hand, when the municipalities are only associated (*Syndicats*), the public-private difference is significant. These results exhibits strong evidences that the political structure is important in the performance between public-private provision. Finally, their operational implication suggests that grouping municipalities does not necessarily generate economies of scale: grouping also involves a loss of accountability that is at the expense of costs.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 develops the theore-

tical model and section 3 sets out our data and our empirical methodology. Section 4 presents the results and section 5 discusses and concludes.

3.2 THEORETICAL MODEL

We use a Principal-Agent model with Moral Hazard and risk averse protagonists based on linear compensation, negative exponential utility functions, and normally distributed performance measure (LEN-Model), as developed by [Holmstrom and Milgrom \[1987\]](#). This framework gives simple intuition, is particularly useful to model common agency problems (see [Dixit \[2002\]](#)) and is robust to manipulation. With this modelization we can represent the three choices made by the local authorities, as we described in our empirical context.

In this model, the Principal can choose three organizational structures:

- Single-Principal : the Principal is single
- Multi-Principal : the Principal joins other Principals
- Super-Principal : some Principals transfer the responsibility to a "Super-Principal"

Moreover, to provide the good, the Principal can select two types of Agent:

- Public Agent
- Private Agent

Moreover, the Principal has to select a quality for the good. According to the different choices, this model provides an unique theoretical framework to analyze the determinants of the choice and the impact on the costs.

3.2.1 SINGLE-PRINCIPAL STRUCTURE AND BASELINE CASE

When a Single-Principal wants to provide a good himself, there is no common agency problem. It will be our baseline case. This Single-Principal can either choose a

public Agent or a private one to provide the good. In any case the Principal can not observe her action. We face an agency problem with moral hazard. Thus, the private or public nature of the Agent affects the informational structure ². Principal and Agent (public or private) exhibits CARA-type utility functions noted respectively M and U and described below. CARA stands for constant absolute risk aversion, CARA-type utility functions insure concavity of the utility, makes it possible to derive clear intuitions regarding risk aversion and is analytically convenient. The coefficient of the Agent's risk aversion is noted r , the corresponding coefficient for the Principal is noted R . We can give the two utility functions in a Single-Principal case (denoted by the index L):

$$\begin{cases} M_L = 1 - \exp\{-R[x - t - wx]\} \\ U_L = 1 - \exp\{-r[t + wx - \frac{c}{2}a^2]\} \end{cases} \quad (3.1)$$

The single-Principal values the quality of service which is the effort of the Agent a . Yet the Principal is not able to observe this effort directly. To design the incentive scheme the Principal can only rely upon an informative signal about the Agent's action $x = a + \epsilon$ where ϵ is the term of error ($E(\epsilon) = 0$, $V(\epsilon) = \sigma$). The Principal pays a transfer to the Agent, consisting in a fixed part t and a variable part w composed of the effort a exerted by the Agent. The Agent values the transfer and endures a quadratic cost function increasing and convex in a . To find the linear incentive scheme selected by the Principal, we have to use the expected utility functions³.

$$\begin{cases} E[M_L] = 1 - \exp\{-R[a(1 - w) - t - \frac{R}{2}(1 - w)^2\sigma]\} \\ E[U_L] = 1 - \exp\{-r[t + wa - \frac{c}{2}a^2 - \frac{r}{2}w^2\sigma]\} \end{cases} \quad (3.2)$$

²The Principal cannot directly observe the effort of the Agent which places our analysis within a moral hazard framework. We suppose, moreover, that the Principal does not observe better the action of a public Agent than a private Agent. Thus, for both types of Agent, the Principal observes only the result: a signal as to the quality. This signal, q , depends on the effort of the Agent. It is thus optimal for the Principal to rely on this signal to construct his incentive scheme. If the informational structure of this signal is identical for public and private Agent, then the incentive scheme will be identical. This happens in the structures of the Single-Principal and the Super-Principal.

³See the resolution in the appendix.

The Agent chooses the level of effort a_L which maximizes her expected utility (with respect to the incentive compatibility constraint).

$$a_L = \frac{w}{c} \quad (3.3)$$

The value of t is selected to saturate the participation constraint.

$$t_L = -wa_L + \frac{c}{2}a_L^2 + \frac{r}{2}w^2\sigma \quad (3.4)$$

Using the two previous equations (3.3 and 3.4) to rewrite the Single-Principal's problem we finally derive the variable part of the transfer.

$$w_L = \frac{1 + Rc\sigma}{1 + c\sigma(r + R)} \quad (3.5)$$

This is the canonical result of a LEN model with risk averse protagonists. The variable part of the transfer is a decreasing function of the Agent's coefficient of risk aversion r and an increasing function of the Principal's coefficient of risk aversion R . This means that a risk averse Principal would want to give a larger part of the activity to the Agent and let her bear the risk. The total cost for the Single-Principal is given by:

$$C_L = t_L + w_L a_L = \frac{(1 + c\sigma)(1 + c\sigma R)^2}{2c(1 + c\sigma(r + R))^2} \quad (3.6)$$

The corresponding expected utility of the Single-Principal is:

$$E[M_L] = 1 - \exp\left\{-R\left[\frac{1 + c\sigma R - c^2 r \sigma^2 R}{2c(c\sigma R + c\sigma + 1)}\right]\right\} \quad (3.7)$$

3.2.2 MULTI-PRINCIPAL STRUCTURE

We introduce here the common agency problem with two identical Principals (Principal 1 and Principal 2) and one Agent who has to produce the good for the two Principals. We denote this case by the index M in the model. The following model can easily be extended to n Principals. In this configuration the common Agent has to provide effort for both Principals. We have to take into account in our model the potential interactions of those actions⁴. To do so we introduce a different cost function for the Agent : $\frac{c}{2}(a_1^2 + a_2^2 + 2ka_1a_2)$. The sign of the crossing term k , where $k \in]-1, 1[$, gives the effect of joint production. Therefore if $k < 0$ the efforts are complements⁵ and if $k > 0$ the efforts are substitutes⁶. Complementary and substitutability of efforts are key elements of common agency problems (see [Martimort \[1996\]](#) and [Dixit \[2002\]](#)).

3.2.2.1 Multi-Principal with public Agent

When the Agent is public (denoted *Pub*) with a Multi-Principal structure, each Principal observes what the common Agent does for him and for the other Principal. These informations are contractable and both Principals condition their transfers to them⁷. The informational structure changes between a public and private Agent only for the Multi-Principal. In this configuration, characterized by a common agency problem, each Principal has access to his quality signal but also to those of the other members of the Multi-Principal structure. We assume that the Principal can not use this information to build his contract with a private Agent. In this type of provision, the contract is collectively negotiated with the private Agent and the price paid by a Principal can not be conditioned on the results observed with others. In other words, with a private Agent, the bargaining

⁴The potential interaction of the actions is the impact of the effort made by the Agent for one Principal on the cost of the effort on the others. Therefore, it is not a scale effect on the production side, but on organizational matters.

⁵Example, when administrative services are grouped by removing duplicates.

⁶Example, when local authorities merge on a constant budget.

⁷The Principals can not commit not to use all the available information. If a Principal decides not to use the informative signal about the quality provided to his partner it is always in the best interest of the other Principal to use the corresponding information. The Nash equilibrium is therefore an agreement where both Principals use the signal associated to his partner.

power belongs to the Multi-Principal. This makes unilateral negotiation of each Principal with the Agent impossible. This negotiation is possible with a public Agent because the Principal retains a relationship of authority over the public Agent. In this context, information concerning the other Principals can be used by the Principal. In the literature, modeling public / private provision in an agency framework often assumes a better observability of the Agent's action in a public mode (cf. [Levin and Tadelis, 2010], for example, or [Hart et al., 1997]). This hypothesis leads to the total or partial elimination of moral hazard. We do not make this assumption because we assume that the Principal can not observe the effort and must condition the payment of the Agent to the quality. Thus, if the structure of this signal is the same with a public or a private Agent, the contract will also be the same. Indeed, we assume that each Principal keeps a special authority relationship with the common public Agent, making it possible to condition her payment to both signals. The utility functions in this framework are the following where w_{ij} is the variable transfer of Principal i for the observation of Principal j .

$$\begin{cases} M1_M^{Pub} = 1 - \exp\{-R[x_1 - t_1 - w_{11}x_1 - w_{12}x_2]\} \\ M2_M^{Pub} = 1 - \exp\{-R[x_2 - t_2 - w_{21}x_1 - w_{22}x_2]\} \\ U_M^{Pub} = 1 - \exp\{-r[t_1 + t_2 + (w_{11} + w_{21})x_1 + (w_{12} + w_{22})x_2 - \frac{c}{2}(a_1^2 + a_2^2 + 2ka_1a_2)]\} \end{cases} \quad (3.8)$$

The levels of efforts selected by the Agent for each Principal are

$$a_i^{Pub} = \frac{k(w_{jj} + w_{ij}) - (w_{ji} + w_{ii})}{ck^2 - c} \quad \text{where } i \neq j \text{ and } i, j \in \{1, 2\} \quad (3.9)$$

Using the participation constraint we can derive an expression for the fixed part of the transfer. We assume that this fixed amount is equally shared by the Principals.

$$\begin{aligned}
t1_M^{Pub} + t2_M^{Pub} = & - (w11_M^{Pub} + w21_M^{Pub})x_1 - (w22_M^{Pub} + w11_M^{Pub})x_2 + \frac{c}{2}a_1^2 \\
& + \frac{c}{2}a_2^2 + kca_1a_2 + \frac{r}{2}(w11_M^{Pub} + w21_M^{Pub})^2\sigma + \frac{r}{2}(w12_M^{Pub} + w22_M^{Pub})^2\sigma
\end{aligned}$$

The expression of the variable part we use takes into account the total amount perceived by the Agent with the Principal 1, $w1_M^{Pub} = w11_M^{Pub} + w21_M^{Pub}$, and the Principal 2, $w2_M^{Pub} = w22_M^{Pub} + w12_M^{Pub}$.

$$wi_M^{Pub} = wii_M^{Pub} + wji_M^{Pub} = \frac{1 + (1 + k)c\sigma R}{1 + c\sigma(1 + k)(R + 2r)} \quad \text{where } i \neq j \text{ and } i, j \in \{1, 2\} \quad (3.10)$$

Comparing these variable parts with the Single-Principal case, we see that if $k < 0$ and if the efforts are complements, the variable part in a Multi-Principal structure with public Agent tends to be higher. Yet the coefficient of the Agent's risk aversion is associated with a weight of 2. This comes from the fact that since each Principal condition his payment on two observations, for one task the Agent faces risk two times. This mechanically decreases the amount of the variable part of the transfer. In fact, the public mode of provision makes it possible for the Principal to use an other incentive tool, the other signal of quality, and diminishes the cost. Yet the other Principal follows the same strategy and creates a negative externality ⁸.

3.2.2.2 Multi-Principal with private Agent

With a private Agent (denoted *Priv*), each Principal is not able to use a signal of the perceived quality for the other Principals, either because such signal does not exist or because such signal is not contractable. In contrast with what happens with a public Agent, the Principal does not have authority over the

⁸In a multi-Principal structure with public Agent, each Principal may condition his payment not only on the signal observed for himself, but also on those of the others. This additional information allows the Principal to adopt a strategic behavior and to bear part of the costs related to the effort provided for him by the other Principals. As each Principal pursues this strategy, the reduction of effort costs is accompanied by a more than proportional increase in the cost of the risk compensation paid by the Agent.

common Agent. The authority is equally shared by all the Principals, when it comes to the negotiation with the private Agent. Utility functions then take the form:

$$\left\{ \begin{array}{l} M1_M^{Priv} = 1 - \exp\{-R[x_1 - t_1 - w_1x_1]\} \\ M2_M^{Priv} = 1 - \exp\{-R[x_2 - t_2 - w_2x_2]\} \\ U_M^{Priv} = 1 - \exp\{-r[t_1 + t_2 + w_1x_1 + w_2x_2 - \frac{c}{2}(a_1^2 + a_2^2 + 2ka_1a_2)]\} \end{array} \right. \quad (3.11)$$

The corresponding levels of effort selected by the common Agent are

$$ai_M^{Priv} = \frac{k w_j - w_i}{c k^2 - c} \quad \text{where } i \neq j \text{ and } i, j \in \{1, 2\} \quad (3.12)$$

Finally the variable parts are identical for the two Principals

$$wi_M^{Priv} = \frac{1 + cR\sigma(1 + k)}{1 + c\sigma(1 + k)(r + R)} \quad \forall i \in \{1, 2\} \quad (3.13)$$

The variable part in a Multi-Principal structure with a private Agent is very similar to the one of the public Agent case. The only difference is the weight associated to the Agent's risk aversion. Under private provision, the risk supported by the Agent does not increase with the number of Principals. Therefore the only difference between the Single-Principal structure and this Multi-Principal structure is the organizational economies of scales effects.

3.2.3 SUPER-PRINCIPAL STRUCTURE

This last case corresponds to a configuration where the Principals delegate the responsibility of the provision to a supra-entity : Super-Principal (denoted H). They are not accountable for the quality of the service or for the cost. They do not interact with the Agent either. The supra-entity is directly managed by a Super-Principal in charge of the provision, he acts exactly as a Single-Principal and his utility function is noted SP :

$$SP_H = 1 - \exp\{-R[X - T - w_{SP}X]\} \quad (3.14)$$

The Super-Principal values $X = a_1 + a_2 + \epsilon$, where $E(\epsilon) = 0$ and $V(\epsilon) = \sigma$, the perceived quality. The perceived quality is a single signal, informative about the efforts made by the Agent for the Principals. Note that we do not use here a different ϵ . This means that in our model the quality of the observation of a Super-Principal is the same as a Single-Principal⁹. We should face a different ϵ , a ϵ_{SP} with a higher variance. Nevertheless we choose to keep the current ϵ to draw clearer comparisons and generate more easy-to-read results, the introduction of ϵ_{SP} does not change the quality of our results. Furthermore since the only relevant observation is X , there is no theoretical difference between public or private Agent (under our hypotheses on the public-private differences).

With a Super-Principal structure, a single Agent is in charge of the provision for several Principals. Therefore she faces the same cost function as in the multi-Principal case, $\frac{c}{2}(a_1^2 + a_2^2 + 2ka_1a_2)$, where $k \in]-1, 1[$. We can then derive the expected utilities of the Agent and the Super-Principal.

$$\begin{cases} E[SP_H] = 1 - \exp\{-R[(a_1 + a_2)(1 - w_H) - T - \frac{1}{2}R\sigma(1 - w_H)^2]\} \\ E[U_H] = 1 - \exp\{-r[T + w(a_1 + a_2) - \frac{c}{2}(a_1^2 + a_2^2 + 2ka_1a_2) - \frac{1}{2}rw_H^2\sigma]\} \end{cases} \quad (3.15)$$

Following the same resolution path we find that

$$w_H = \frac{2 + cR\sigma(1 + k)}{2 + c\sigma(1 + k)(r + R)} \quad (3.16)$$

⁹The signal received by the Super-Principal is the sum of the qualities observed by each Principal for which he is responsible and an error term in the characteristics is identical as the one used for the Single-Principal. This simplifying assumption on the error term excludes cases where the observation of quality is more (or less) precise when several Principals are dependent of the same Super-Principal. An extension with a differentiated error term is possible but does not modify the mechanisms and developed effects present in the existing model.

Comparing this variable part with the one of the Multi-Principal with a private Agent, we see that when the number of Principals managed by the Super-Principal increases, the variable part increases. An increase in the number of Principals crushes the negative effect induced by risk aversions. This effect is independent from the complementarity/substitutability effect. We can present in the table 3.1 a view of the variable parts of the transfers.

Table 3.1: Summary of the different variable parts of the transfers

	Single-Principal	Multi-Principal	Super-Principal
Public Agent	$\frac{1+Rc\sigma}{1+c\sigma(r+R)}$	$\frac{1+(1+k)c\sigma R}{1+c\sigma(1+k)(R+2r)}$	$\frac{2+cR\sigma(1+k)}{2+c\sigma(1+k)(r+R)}$
Private Agent	$\frac{1+Rc\sigma}{1+c\sigma(r+R)}$	$\frac{1+cR\sigma(1+k)}{1+c\sigma(1+k)(r+R)}$	$\frac{2+cR\sigma(1+k)}{2+c\sigma(1+k)(r+R)}$

If the Super-Principal has the responsibility of choosing a level of quality and support the cost, the Principals have to choose the structure for the Principal : Single-Principal for a low level ; Multi-Principal for a medium level ; Super-Principal for the highest level. The interest of the Super-Principal structure is to dilute the responsibility of the Principal. Even if the Principal is not accountable for the provision, he gets spinned off from the Super-Principal activity. The following equation gives the utility function of each Principal in the Super-Principal structure:

$$E[M_i^H] = 1 - \exp[-R[\frac{\lambda}{2}(\frac{2w_H}{c(1+k)} - \frac{w_H^2}{c(1+k)} - \frac{1}{2}rw_H^2\sigma - \frac{1}{2}R\sigma(1-w_H)^2)]]$$

$\forall i \in \{1, 2\}$

Each Principal will get the average of the net certainty equivalent of the Super-Principal weighted by a coefficient λ , where $\lambda \in [0, 1]$. This coefficient can be interpreted as the importance of the spin off, the amount of accountability left to the Principal or as the reduction of the Principal's risk aversion implied by the transfert of the responsibility. In other words, this coefficient measures the Principal's benefit when he does not directly manage the service. We choose this model to take into account the fact that the cost is the same for everyone in a

Super-Principal structure ¹⁰.

3.2.4 COMPARISON OF COSTS

We focus on the first-order conditions of the Principal's maximization program to establish the marginal benefits and costs of the different strategies¹¹. The first order condition associated to the Single-Principal structure is the following

$$\underbrace{\frac{1 + Rc\sigma}{c}}_{\text{marginal benefit}} - \underbrace{\frac{w}{c}}_{\text{marginal cost of effort}} - \underbrace{w\sigma(r + R)}_{\text{marginal cost of risk}} = 0 \quad (3.17)$$

The main difference with the Multi-Principal structure, with a private Agent, is the complementarity/substitutability effect.

$$\underbrace{\frac{1 + Rc\sigma(1 + k)}{c(1 + k)}}_{\text{marginal benefit}} - \underbrace{\frac{w}{c(1 + k)}}_{\text{marginal cost of effort}} - \underbrace{w\sigma(r + R)}_{\text{marginal cost of risk}} = 0 \quad (3.18)$$

If $k < 0$ both the marginal benefit and the marginal cost are higher in a Multi-Principal structure, but the marginal cost of risk stays unchanged. It is then straightforward that with $k < 0$ the Multi-Principal structure is preferred. Comparing the private and public Agent in a multi-Principal structure:

$$\underbrace{\frac{1 + Rc\sigma(1 + k)}{c(1 + k)}}_{\text{marginal benefit}} - \underbrace{\frac{w_{11} + w_{12}}{c(1 + k)}}_{\text{marginal cost of effort}} - \underbrace{(w_{11} + w_{12})\sigma(2r + R)}_{\text{marginal cost of risk}} = 0 \quad (3.19)$$

We see that the marginal benefits are identical. However, the marginal cost of effort and risk are different. With a public Agent, the Principal is able to use two variables, namely w_{11} and w_{12} . On one hand this makes it possible for the Principal

¹⁰Note that the other possible modeling will apply the coefficient λ not to the average certainty equivalent but to the quality observed for the Principal i , the cost remaining equally shared among the Principals. Such a model does not change the quality of our results and leads to a discussion on observability similar to the one regarding the choice between ϵ and ϵ_H at the Super-Principal level.

¹¹Such a comparison strategy is used in [Maier and Ottaviani \[2009\]](#).

to decrease his marginal costs. On the other hand the other Principal also uses two variables and imposes negative externalities on the marginal cost of risk. Finally, the first order condition associated to the multi-Principal case is

$$\underbrace{\frac{\lambda(2 + Rc\sigma(1 + k))}{2c(1 + k)}}_{\text{marginal benefit}} - \underbrace{\frac{\lambda w}{c(1 + k)}}_{\text{marginal cost of effort}} - \underbrace{\frac{\lambda w\sigma(r + R)}{2}}_{\text{marginal cost of risk}} = 0 \quad (3.20)$$

In this configuration the risk faced by the Principal is diluted and the marginal benefit and cost increases with λ . It is not possible to determine the best couple of structures a priori. Nevertheless we can order the marginal costs with respect to the marginal benefit. Let Bm_i be the marginal benefit Principal structure's i ¹² and Cm_i the corresponding marginal cost.

Proposition 1. *If $Bm_M^{Priv} = Bm_M^{Pub} > Bm_L$ and $Bm_H > Bm_L$, then $Cm_M^{Priv} > Cm_M^{Pub} > Cm_H > Cm_L$*

Note that it is possible to compare the total cost at the equilibrium of the public and private mode of provision for a Multi-Principal:

Proposition 2. *Total cost with a private Agent is higher than the total cost with a public Agent in a multi-Principal structure.*

$$C_M^{Priv} > C_M^{Pub} \quad (3.21)$$

3.2.5 DETERMINANTS OF THE PRINCIPAL'S CHOICE

We will now study the determinants of the Principal's choice between the different structures for the Principal and mode of provision (public or private Agent). This choice depends on two dimensions namely the magnitude of the complementarity/substitutability effect, k , and the responsibility left to the Principal when the Super-Principal is selected, λ .

Focusing on k for the moment, we are able to determine two thresholds in k . The results are summed up in the following proposition.

¹²L = Single-Principal ; M = Multi-Principal ; H = Super-Principal

Proposition 3. *If $1 < c^2\sigma^2(R^2 + 2rR)$ (Condition 1)¹³ there are some threshold values $-1 < k_1 < 0$ and $0 < k_2 < 1$ such that*

$$E[M_M^{Priv}] \geq \text{Max}(E[M_M^{Pub}]; E[M_L]), \quad \forall k \in]-1, k_1] \quad (3.22)$$

$$E[M_M^{Pub}] \geq \text{Max}(E[M_M^{Priv}]; E[M_L]), \quad \forall k \in]k_1, k_2] \quad (3.23)$$

$$E[M_L] \geq \text{Max}(E[M_M^{Pub}]; E[M_M^{Priv}]), \quad \forall k \in]1, k_1] \quad (3.24)$$

When there is complementarity of the efforts, $k < 0$, the Principal will choose to associate with other Principals under a Multi-Principal structure or a Super-Principal structure. The choice between public and private mode of provision is based on risk management. These results are depicted in the following graph 3.1.

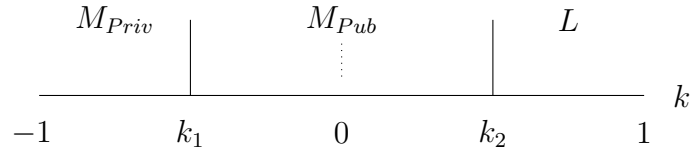


Figure 3.1: Choice among L , M_{priv} , M_{pub}

We have determined the ranking of M_{Pub} , M_{Priv} and L with respect to k . We will now compare the best of these strategies with Super-Principal structure with respect to λ . To do so, we build three threshold functions where $CE(M_i)$ is the certainty equivalent of strategy i .

$$\left\{ \begin{array}{ll} \lambda_1(k) = \frac{2CE(M_M^{Priv})}{CE(H)} & \forall k \in]-1, 1[\\ \lambda_2(k) = \frac{2CE(M_M^{Pub})}{CE(H)} & \forall k \in]-1, 1[\\ \lambda_3(k) = \frac{2CE(M_L)}{CE(H)} & \forall k \in]-1, 1[\end{array} \right. \quad (3.25)$$

We can then write a new proposition based on the λ_i equivalent to *Proposition 1*

Proposition 4. *If $1 < c^2\sigma^2(R^2 + 2rR)$ (Condition 1) there are some threshold values $-1 < k_1 < 0$ and $0 < k_2 < 1$ such that*

$$\lambda_1(k) \geq \text{Max}(\lambda_2(k); \lambda_3(k)), \quad \forall k \in]-1, k_1] \quad (3.26)$$

$$\lambda_2(k) \geq \text{Max}(\lambda_1(k); \lambda_3(k)), \quad \forall k \in]k_1, k_2] \quad (3.27)$$

$$\lambda_3(k) \geq \text{Max}(\lambda_1(k); \lambda_2(k)), \quad \forall k \in]1, k_1] \quad (3.28)$$

¹³Condition 1 guarantees that there is an interval $[k_1, k_2]$ in which the Multi-Principal structure with a public Agent is the best choice for the Principal. This condition is respected in configuration characterized by important cost and risk aversions; and low quality signal.

Above these threshold functions, the Super-Principal structure is chosen. Under this threshold, the choice of the Principal collapses to the one presented in proposition 1.

Proposition 5. *If $1 < c^2\sigma^2(R^2 + 2rR)$ (Condition 1) there are some threshold values $-1 < k_1 < 0$ and $0 < k_2 < 1$ such that*

If $\lambda \geq \lambda_1(k)$ then $E[M_H] \geq E[M_M^{Priv}]$ otherwise $E[M_H] < E[M_M^{Priv}] \quad \forall k \in]-1, k_1]$

If $\lambda \geq \lambda_2(k)$ then $E[M_H] \geq E[M_M^{Pub}]$ otherwise $E[M_H] < E[M_M^{Pub}] \quad \forall k \in]k_1, k_2]$

If $\lambda \geq \lambda_3(k)$ then $E[M_H] \geq E[M_L]$ otherwise $E[M_H] < E[M_L] \quad \forall k \in]k_2, 1[$

When the responsibility left to the Principal increases, he will choose the Super-Principal structure and reduce the risk supported by himself. These results are depicted in the following graph 3.2.

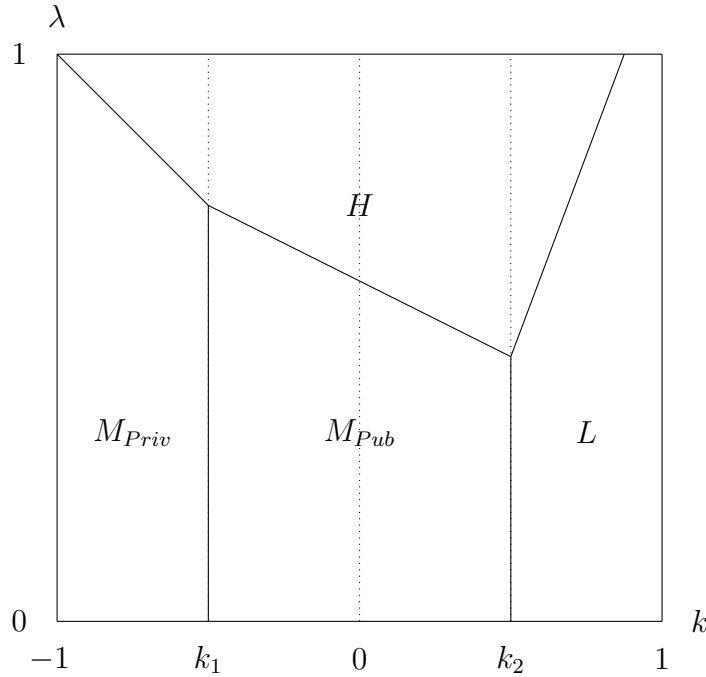


Figure 3.2: Choice among mode of provisions and Principal's Structure

3.3 DATA AND EMPIRICAL STRATEGY

In this paper, we investigate whether or not the forms of the Principal affects the performance of public utilities. Our theoretical model analyzes three political organizations namely Single-Principal, Multi-Principal and Super-Principal, with

a public or private Agent. To empirically test our theoretical propositions, we used a data set on the French Water Industry. This balanced panel allows us to observe three types of political organizations and their related performances (in terms of prices) over the time period 2008-2014.

In France, municipalities are historically responsible for water provision and they have set up the drinking water network. In order to provide the service, the public decision-maker may choose to have the service produced by a public Agent (the "Régie") or a private Agent (the Délégation de Service Public - DSP). However, many legislative changes have changed the choices and governance of drinking water. Since 1890¹⁴, they may also choose to be associated with others to manage drinking water. This structure, called in France the "*Syndicat*", corresponds to what is called "Multi-Principal" in our theoretical model. In 1999¹⁵, a new mode of political organization was introduced : Communautés de *Communes*¹⁶. The goal of this law was to gain economy of scales by grouping municipalities in a super-organization. Municipalities can also transfer the service's responsibility to a super entity, the "Communauté de Communes". This corresponds to the "Super-Principal" structure in the model.

We can summarize the three political structures:

- ***Commune***: the municipality manages itself the water provision (Single-Principal in the model)
- ***Syndicat***: the municipality joins other municipalities (Multi-Principal in the model)
- **Communauté de Communes**: the municipality transfers the competency to a supra entity (super-Principal in the model)

¹⁴Loi du 22 mars 1890 sur les *syndicats* de *communes*.

¹⁵Loi n 99-586 du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale.

¹⁶The legal name is : "Etablissement Public de Coopération Intercommunal à Fiscalité Propre".

Table 3.2: Characteristics of the different political structures

Political structure	Commune	Syndicat	Communauté de Communes
Name in the theoretical model	Single-Principal	Multi-Principal	Super-Principal
Political responsibility of the municipality	++	+	-
Management power of the municipality	++	+	-
Risk raking of the municipality	++	+	-
Economies of scale	-	+	++

This choice is the municipality's political decision and there is no national authority of regulation of water provision. In 2016, there were 15.000 local public authorities. 71% were in "*Communes*"; 27% were in *Syndicats* and only 2 % were in *Communauté de Communes*. However, the *Communes* concerns 39% of the population, *Syndicats* covers 40% and the *Communautés de Communes* covers 21%.

Following our theoretical model, we assume that these different political organization have an impact on the cost and responsibility directly assumed by the municipality. In France, each municipality chooses a political form of organization. Our theoretical model shows the main determinants to choose the Principal. There is a trade-off between political responsibility and economies of organizational scale. We can summarize the different characteristics associated to each structure in France (table 3.2) :

The public authority has to choose between making or buying the service. The water provision is a local monopoly with a unique provider. To provide this service, the public authority can choose a direct public manager ("*régie*") and manage himself to provide the water, or he can choose a private operator ("*Délégation de Service Public*" or *DSP*). In each case, the public authority is a local regulator and supervises the provider. On the 15,000 local monopolies, 31 % are private (*DSP*) and 71 % are public (*Régie*). However, private operators are covering 61 % of the

Table 3.3: The six couples of organizational forms

	Public Agent	Private Agent
Commune	X	X
Syndicat	X	X
Communauté de Communes	X	X

population against 39 % for public operators.

We wish to empirically test our propositions about the relationship between the political, organizational choices and the cost. We obtain six couples of organizational forms (table 3.3)

3.3.1 DATA AND SAMPLE

3.3.1.1 Data sample

We benefit from an open source database collected by the national observatory of the French water providers (Observatoire de l'eau et des milieux aquatiques, ONEMA). This exhaustive national database gives information about the prices of the 13 467 French local contracts from 2008 to 2014. This project follows the previous non exhaustive database collected by the French Environment Institute (IFEN) and the French Health Ministry (DGS) on the periods 1998, 2001, 2004 and 2008, used in Chong et al. [2015]. Although we have merged the different pools to obtain a unique panel data set, the original sample was unbalanced. Each unique local contract could include from 1 to several municipalities. The majority of the French providers have few inhabitants (only 8.5 % of the providers are more than 10 000 people), but the larger contract covers 70 % of the population. Finally, by dropping missing values, we obtain a sample with 3,700 unique providers which represents 21 millions of French inhabitants (1/3 of the National population) and covers 9376 municipalities (26% of the total municipalities).

3.3.1.2 Dependent Variables

Our main dependent variable is the final price of water payed by the consumers. Indeed, in France, the price payed by the final consumer is a good proxy to reveal the cost structure of the water provider. Following the methodology in [Chong et al. \[2015\]](#), we know that the provider could only use the price to cover the cost. It is the reason why we use this proxy to measure the different cost structures according to the different parameters. The French price of drinking water is the sum of a fixed part, a variable part and the different taxes. In our database, we use an official standardized price for a 120 cubic meter consumption. The dependent variable is expressed in €by cubic meter.

Figure 3.3 shows the normalized distribution of the dependent variable.

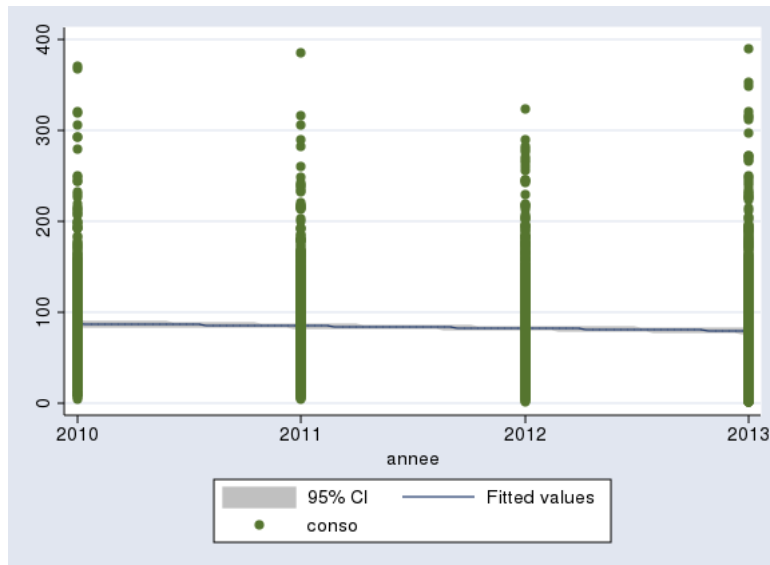


Figure 3.3: Distribution of the dependent variable (Price)

In the appendix, we will report the distribution of this variable according to the three different political structures. We can see different distribution, and the *Syndicats* seems to be more expensive than the other structures.

3.3.1.3 Independent Variable

We select a set of control variables to explain the price of water in France. We will follow the main control variables selected by [Chong et al. \[2015\]](#). Firstly,

the origin of the water (groundwater or not) could be related to the price because the methods to extract water are different according to its origin. The Network performance and organic/chemical conformity are proxies for the water's quality. The number of municipalities gives the concentration in the structure (if it is not a single municipality). The (logged) population indicates the size of the network. We also have three levels of treatment (A1, A2 and A3) which are highly related to the costs. The higher the treatment, the higher the cost ($A1 < A2 < A3$). We use the Water Agency Dummy to control the spatial effect, because each service is supervised by a Public Water Agency according to the Geography. Moreover, the Water Agency can decide the tax level in the area.

We have built two sets of categorical variables. The first is related to the governance:

Commune=1 if there is an single municipality;

Syndicat=1 if there is some municipalities;

Communauté=1 if there is a Communauté de Commune

The second set of categorical variables refers to the provider. If "Private"=1, this is a private provider (if =0, it is a public provider).

The table 3.4 gives the main descriptive statistics for the different variables used in the empirical model.

3.3.2 SPECIFICATION

The empirical work is partly concerned with testing specific hypotheses previously exposed, but also with establishing empirical regularities. We therefore adopt a relatively standard empirical specification (equation 3.29):

$$y_{it} = \alpha + \eta_k z_{i,k,t} + \beta_j u_{i,j,t} + v_i + \mu_t + \epsilon_{it} \quad (3.29)$$

Here, y_{it} denotes the price in euros/m3 in the service i and year t . The specification allows to have a potential individual-specific component v_i discussed below, as well

Table 3.4: Summary statistics

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N
Price	1.864	0.469	0.505	2.999	18596
Share of groundwater	87.581	31.578	0	100	18596
Network Performance	75.688	13.851	0	100	17315
Organic Conformity	96.912	9.374	0	100	18231
Chemical Conformity	96.710	12.761	0	100	18187
Number of municipalities	4.872	15.173	1	565	18587
Log population	7.425	1.722	2.398	15.255	18588
Treatment A1	0.809	0.377	0	1	13377
Treatment A2	0.102	0.29	0	1	13377
Treatment A2 private	0.064	0.233	0	1	13377
Municipal	0.422	0.494	0	1	18596
Cooperation	0.579	0.494	0	1	18596
association	0.358	0.479	0	1	18596
Year	0.063	0.243	0	1	18596
	2011.415	1.840	2008	2014	18596

as for a year fixed-effect μ_t .

Price can be affected directly by the political structure $z_{i,k,t}$, and concretely by the value of one of the three dummies variables Commune, Syndicat, Communauté de Communes of the i service at time t interacted with an in-house vs private dummy variable. $u_{i,j,t}$ is a vector of idiosyncratic technical variables and ϵ_{it} is a random error term.

Given (3.30), we question a systematic effect from organizational form on the price. In others words we test the following null hypothesis:

$$H_0^D : \eta_j = 0, \quad (3.30)$$

i.e., the absence of a direct effect of the organizational form on the price structure. In particular, the estimate of η_j should correspond to the average effect on the price, when the water service is organized as j , i.e. one of the six combinations exposed above. Most of the theory discussed in Section 2 was really about such direct effect. This question is particularly relevant in our case study since water provision is supposed to be based on '*the water pays for water*' principle¹⁷. The

¹⁷In France, there is a legal obligation to respect an equilibrium between the total cost and the total revenues of the consumers.

overall performance of the service i at time t should then only be determined by its idiosyncratic technical characteristics $u_{i,j,t}$.

The purpose of the empirical specification is to empirically test the two first propositions designed in our theoretical model ¹⁸ :

Proposition 1: If $Bm_M^{Priv} = Bm_M^{Pub} > Bm_L$ and $Bm_H > Bm_L$, then $Cm_M^{Priv} > Cm_M^{Pub} > Cm_H > Cm_L$

Proposition 2: Total cost with a private Agent is higher than the total cost with a public Agent in a multi-Principal structure.

$$C_M^{Priv} > C_M^{Pub}$$

Also, we assume that the political structure selected by the Principal impacts the different costs and indirectly the price of water.

3.3.3 EMPIRICAL STRATEGY

In order to estimate the impact of the organizational form on the price supported by the customer, we estimate a classical panel model of the following form:

$$\begin{aligned} Price_{it} = & \beta_0 \\ & + \beta_1 Private_{i,t} \\ & + \beta_2 z_{i,k,t} \\ & + \beta_3 z_{i,k,t} * Private_{i,t} \\ & + \beta_4 z_{i,k,t} * Private_{i,t} * size_{i,s,t} \\ & + \beta_5 ControlVariables_{it} \\ & + \tau_t + \alpha_t + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

where i is the service i , t the year t , PRIVATE refers to the dummy variable equals to 1 if the service is provided by a private operator, z refers to the different

¹⁸We propose in the appendix a synthetic table about the relationship between theoretical and empirical models.

political structures (where $k = 1$ if there is a Commune ; 2 if it is a Syndicat ; 3 if it is a Communauté de Communes), and the SIZE is the size of the service (dummy variable according to the population). The different β give the effects of the organizational forms on the price.

The individual (α_t) and temporal (τ_t) random effects are included in this specification.

3.4 RESULTS

We present (table 3.5) the different parts of the results by focusing on our empirical questions. The extended results of the regression are in the annex.

3.4.1 RESULTS FOR THE CONTROL VARIABLES

Table 3.5: Results for control variables

VARIABLES	(1) Price	(2) Price	(3) Price
	m1	m2	m3
Rate of GroundWater	-0.001*** (-3.46)	-0.001*** (-3.46)	-0.001*** (-3.33)
Network Performance	0.000 (0.60)	0.000 (0.62)	0.000 (0.59)
Organic Conformity	-0.000 (-0.46)	-0.000 (-0.45)	-0.000 (-0.43)
Chemical Conformity	0.000 (15)	0.000 (15)	0.000 (13)
Number of Municipalities	0.005*** (4.35)	0.005*** (4.52)	0.009*** (6.49)
Log Population	-0.008 (-21)	-0.003 (-0.51)	0.006 (0.98)
Treatment A1	0.084* (81)	0.086* (85)	0.075 (62)
Treatment A2	0.206*** (4.01)	0.209*** (4.08)	0.201*** (3.91)
Treatment A3	0.288*** (5.41)	0.306*** (5.76)	0.290*** (5.44)
cons	1.625*** (17.97)	1.468*** (15.30)	1.422*** (16.24)
Observations	12,390	12,390	12,390
Number of services	4,012	4,012	4,012
Individual RE	YES	YES	YES
Year Dummies	YES	YES	YES
Water Agency Dummies	YES	YES	YES
Treatment Dummies	YES	YES	YES
R2	0.291	0.291	0.291

These results show the main technical drivers of the price. The type of treatment

(A1, A2 or A3) is strongly related to the price. Indeed, the higher the degree of treatment, the higher the complexity of the treatment. It is the reason why we observe a significant positive impact on the price which depends on the type of treatment. These results are close to other studies ([Chong et al. \[2006\]](#), [Chong et al. \[2015\]](#), [Valero \[2015\]](#)).

3.4.2 FIRST STAGE OF THE BENCHMARK : PRIVATE VS PUBLIC MANAGEMENT AND POLITICAL STRUCTURE

Table 3.6: Results 1 for the impact of the organizational structures on the price.

VARIABLES	(1) Price	(2) Price	(3) Price
	m1	m2	m3
Private	0.218*** (7.55)	0.138*** (3.64)	0.201*** (8.28)
Commune	-0.129*** (-3.25)		
Syndicat		0.119*** (2.75)	
Communauté			-0.006 (-0.08)
cons	1.625*** (17.97)	1.468*** (15.30)	1.422*** (16.24)
Observations	12,390	12,390	12,390
Number of services	4,012	4,012	4,012
Individual RE	YES	YES	YES
Year Dummies	YES	YES	YES
Water Agency Dummies	YES	YES	YES
Treatment Dummies	YES	YES	YES
R2	0.291	0.291	0.291

This table 3.6 shows the impact of the different organizational forms on the price.

Some remarks :

- The expected price is significantly higher for private management (about 0,2 €/cubic meter)

- The price when provided by *Commune* is lower (-0,129 €/cubic meter)
- The price when provided by *Syndicat* is strongly higher (+0,119 €/ cubic meter)
- The price when provided by *Communauté de Communes* doesn't affect the price

Now, we can cross the political structure and the mode of management (public/private operator) to test our theoretical propositions on the different set of couples. Moreover, we will control this effect by a size effect of the service.

3.4.3 RESULTS 2 : PRIVATE VS PUBLIC ; POLITICAL STRUCTURE AND SIZE

The table 3.7 gives the general results.

We follow the methodology used by [Chong et al. \[2015\]](#) by crossing the different categorical variables with the size of the provider (according to the local population). We could assume a difference between the large services (with a high degree of skills in the public provision) and the others.

3.4.4 SUMMARY OF THE RESULTS

The table 3.8 summarizes the different results for the benchmark :

Table 3.7: Results 2 : comparison between the couples of structures and the size

VARIABLES	(1) Price	(2) Price	(3) Price
	m1	m2	m3
Commune*Pop5000	-0.034 (-0.80)		
Private*Pop5000	0.085** (2.52)	0.186*** (4.36)	0.140*** (4.94)
Commune*Private*Pop5000	0.107* (91)		
Commune*Pop10000	-0.077 (-49)		
Private*Pop10000	-0.084** (-2.44)	-0.058 (-21)	-0.073** (-2.44)
Commune*Private*Pop10000	0.036 (0.58)		
Syndicat*Pop5000		0.025 (0.54)	
Syndicat*Private*Pop5000		-0.103* (-83)	
Syndicat*Pop10000		0.007 (0.13)	
Syndicat*Private*Pop10000		-0.010 (-0.16)	
Communauté*Pop5000			0.211*** (2.65)
Communauté*Private*Pop5000			-0.211*** (-2.62)
Communauté*Pop10000			0.013 (0.14)
Communauté*Private*Pop10000			-0.031
cons	1.625*** (17.97)	1.468*** (15.30)	1.422*** (16.24)
Observations	12,390	12,390	12,390
Number of services	4,012	4,012	4,012
Individual RE	YES	YES	YES
Year Dummies	YES	YES	YES
Water Agency Dummies	YES	YES	YES
Treatment Dummies	YES	YES	YES
R2	0.291	0.291	0.291

Table 3.8: Summary of the empirical results

	Price	Price * Private	Price * Private * Size
Commune	- -	Yes for the small municipalities	No impact
Syndicat	++	+	No impact
Communauté	0	No impact	Yes for the small communities (-)

3.5 DISCUSSION AND CONCLUSION

3.5.1 DISCUSSION ON THE EMPIRICAL RESULTS

Empirically, we present some of our theoretical results. The *Commune* appears more efficient than all other political structures. We can explain this over-performance by the responsibility. Indeed, the mayor is directly responsible for the success or failure of public provision. He therefore has an interest to be effective in the supply, the price paid by users should be the lowest possible. The structure "*Syndicat*" is the least efficient. A typical Multi-Principal structure (as *Syndicat*) is typical of a common agency and generates additional costs that are empirically observed. Finally, the *Communauté de Communes* appears as a true "super-municipality" led by a "super mayor". Although political accountability is low for the mayor, economies of scale help to reduce the price. That is why the classification of theoretical final cost is identical to the empirical classification: *Commune's price* < *Syndicat's Price* < *Communauté de Commune's Price*.

Also, the impact of the economies of scales on the price seems weaker than the political responsibility. We can consider that in the French water provision, the direct responsibility of the mayor has a strong impact on the price. This is the main difference between *Commune*, *Syndicat* and *Communauté*. In the first structure, the Mayor is directly responsible for the provision. This is not the case in the other forms. In terms of public policy recommendation, we can suggest that the municipal groupings are ineffective if they are not related to a strong

political responsibility. In this case, the public manager will have no incentive to get involved in the supervision of the service.

By combining the political structure and the make-or-buy question, we confirm some of the theoretical propositions. For the *Commune*, there is no difference between public management and private management. Indeed it will be equivalent for the mayor to oversee a public or private provider as his political responsibility is the same. In addition, there is no size effect. In the *Syndicat*, we partially confirm our theoretical propositions. In the large *syndicats*, public-private differences disappear. But, in the small *Syndicats*, the difference appears.

These results help refine those found by [Chong et al. \[2015\]](#)¹⁹. The public-private difference disappears when we consider the political structure which seems to be the main driver of the public service's performance. In other words, in the public-private benchmark, it is important not to focus only on the identity of the supplier but also to observe the nature of the Principal. Organizational choices suggests that the performance of a public service primarily depends on the quality of supervision by the public authority. When the Principal is directly politically responsible, overseeing the monopoly will be more efficient. Conversely, the municipalities' groupings are leading to politically disempowering mayors and are reducing the quality of supervision.

We summarize this in the table [3.11](#) in the Appendix.

3.5.2 CONCLUSION

Our contribution has both theoretical and empirical implications. The theoretical contribution emphasizes the need to take into account the simultaneous choices commonly practiced in a multitude of political organizations. Thus, in some cases (water distribution in France, for instance), politicians should improve their choices before providing a good:

¹⁹There is no difference between public and private provision in the large cities, but there is a difference in the small cities.

- On which quality level will the service be produced ?
- Will I produce it alone or with others? If with others, how ? (Multi-Principal or Super-Principal)
- Who will be the provider (private or public Agent) ?

Politician can either produce alone, produce with others or transfer the supply of the asset to a supra entity. At the same time, it will have to choose to either produce himself or to delegate this production.

The model developed theoretically highlights the main determinants of this complex choice. It is part of the literature of main-Agent relationships. In this case, the politician takes the Principal's place and the consumer the Agent's. Given the plurality of the organizational form that the politician can select, we will speak extensively of multi-Principal modeling.

After identifying the Principal choices, we have shown that the initial choice of the Principal structure will affect the relative performance of the type of Agent to be chosen. In the case of a Single-Principal or a Super-Principal structure, there is no theoretical difference between the public and the private Agent, but it is not true for the Multi-Principal structure. From these different organizational forms, we derive a series of proposals on a benchmark of costs. Our theoretical model is therefore original since it completes a theoretical vacuum and thus connect two families of different literatures around the agency relations and the "make-or-buy".

The empirical strategy that we adopted then sought to test some of our proposals on the impact of organizational choices on the price. Our empirical results confirm, to a large extent, our theoretical propositions about the different cost structures. Indeed, it appears that the *Communes* and the *Communautés de Communes* do not have a negative impact on the price, but especially, in the form of the main data, public-private difference disappears in almost all situations. Conversely,

the structure of "Syndicats" appears to be the least efficient and leads to a public-private difference, in accordance with the theoretical model.

The main limitation of this study is twofold. First, on the theoretical level, the use of a standard LEN type model is criticized since it implies strong assumptions about the linearity of the transfers. Then, on an empirical level, we cannot test all the proposals, notably to explain the initial choice of the political structure. This particular point offers prospects for further research that could be made possible with an extensive database, allowing to observe the transfer of skills before and after the creation of the *Communautés de Communes* in 1999. However, we did not have this period in the used database.

A final point will be the subject of a very interesting extension on the theoretical level. Taking into account the possible free riding in the agency relationship would be quite relevant. Indeed, common agency models and free riding are generally related in the literature.

3.6 APPENDIX

3.6.1 EXPECTED UTILITY FUNCTIONS OF THE PRINCIPAL

$$E[M_L] = E[1 - \exp\{-R[x - t - wx]\}] \quad (3.31)$$

$$E[M_L] = 1 - E[\exp\{-Rx(1 - w) + Rt\}] \quad (3.32)$$

$$E[M_L] = 1 - \exp\{E[-Rx(1 - w) + Rt] + \frac{1}{2}\text{Var}[-Rx(1 - w) + Rt]\} \quad (3.33)$$

$$E[M_L] = 1 - \exp\{-Ra(1 - w) + Rt + \frac{1}{2}R^2(1 - w)^2\sigma\} \quad (3.34)$$

$$E[M_L] = 1 - \exp\{-R[a(1 - w) - t - \frac{1}{2}R(1 - w)^2\sigma]\} \quad (3.35)$$

3.6.2 DISTRIBUTION OF THE DEPENDENT VARIABLES

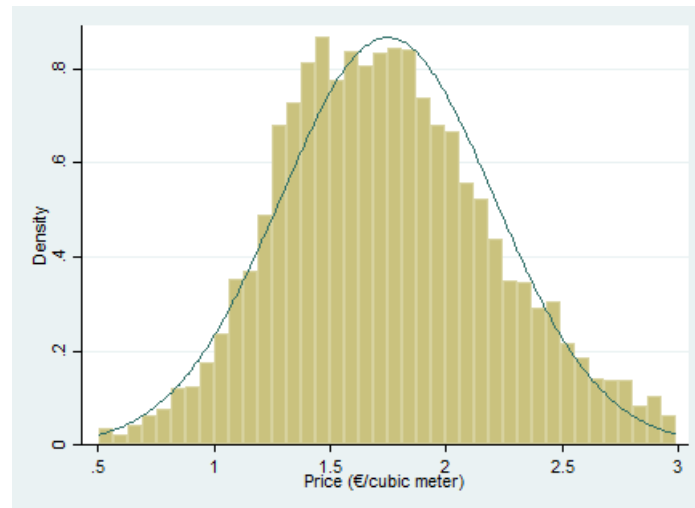


Figure 3.4: Distribution of the dependent variable (Price) for Municipals

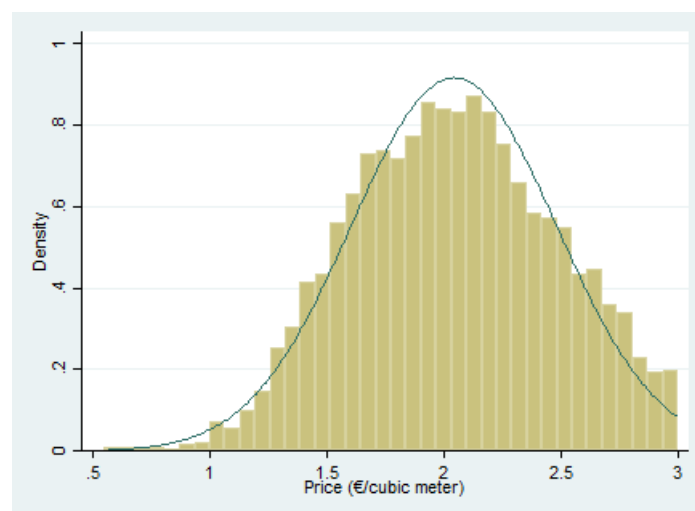


Figure 3.5: Distribution of the dependent variable (Price) for Cooperations

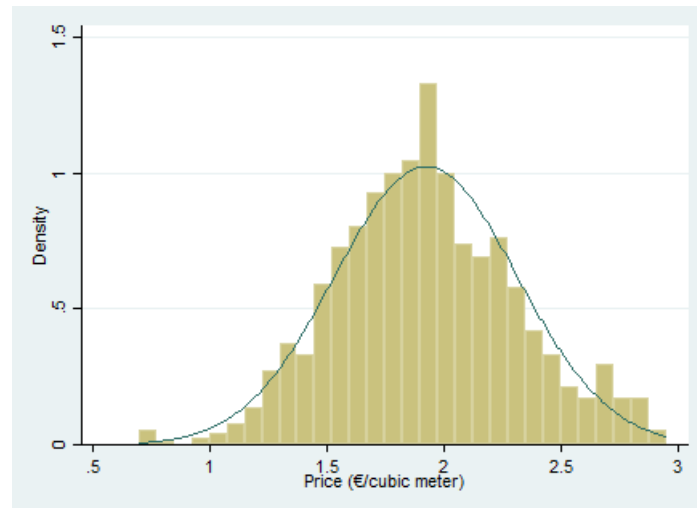


Figure 3.6: Distribution of the dependent variable (Price) for associations

Table 3.9: Extended table of regression (1/2)

VARIABLES	(1) Price	(2) Price	(3) Price
	m1	m2	m3
Private	0.218*** (7.55)	0.138*** (3.64)	0.201*** (8.28)
Commune	-0.129*** (-3.25)		
Syndicat		0.119*** (2.75)	
Communauté			-0.006 (-0.08)
Commune*Private	-0.075 (-56)		
Syndicat*Private		0.097* (95)	
Communauté*Private			-0.044 (-0.58)
Pop5000	-0.027 (-0.96)	-0.054 (-33)	-0.045* (-82)
Pop10000	-0.010 (-0.38)	-0.032 (-0.72)	-0.043* (-78)
Commune*Pop5000	-0.034 (-0.80)		
Private*Pop5000	0.085** (2.52)	0.186*** (4.36)	0.140*** (4.94)
Commune*Private*Pop5000	0.107* (91)		
Commune*Pop10000	-0.077 (-49)		
Private*Pop10000	-0.084** (-2.44)	-0.058 (-21)	-0.073** (-2.44)
Commune*Private*Pop10000	0.036 (0.58)		
Syndicat*Pop5000		0.025 (0.54)	
Syndicat*Private*Pop5000		-0.103* (-83)	
Syndicat*Pop10000		0.007 (0.13)	
Syndicat*Private*Pop10000		-0.010 (-0.16)	

3.6.3 SUMMARY OF THE THEORETICAL AND EMPIRICAL RESULTS

Table 3.10: Extended table of regression (2/2)

VARIABLES	(1) Price	(2) Price	(3) Price
	m1	m2	m3
Communauté*Pop5000			0.211*** (2.65)
Communauté*Private*Pop5000			-0.211*** (-2.62)
Communauté*Pop10000			0.013 (0.14)
Communauté*Private*Pop10000			-0.031
Rate of GroundWater	-0.001*** (-3.46)	-0.001*** (-3.46)	-0.001*** (-3.33)
Network Performance	0.000 (0.60)	0.000 (0.62)	0.000 (0.59)
Organic Conformity	-0.000 (-0.46)	-0.000 (-0.45)	-0.000 (-0.43)
Chemical Conformity	0.000 (15)	0.000 (15)	0.000 (13)
Number of Municipalities	0.005*** (4.35)	0.005*** (4.52)	0.009*** (6.49)
Log Population	-0.008 (-21)	-0.003 (-0.51)	0.006 (0.98)
Treatment A1	0.084* (81)	0.086* (85)	0.075 (62)
Treatment A2	0.206*** (4.01)	0.209*** (4.08)	0.201*** (3.91)
Treatment A3	0.288*** (5.41)	0.306*** (5.76)	0.290*** (5.44)
cons	1.625*** (17.97)	1.468*** (15.30)	1.422*** (16.24)
Observations	12,390	12,390	12,390
Number of services	4,012	4,012	4,012
Individual RE	YES	YES	YES
Year Dummies	YES	YES	YES
Water Agency Dummies	YES	YES	YES
Treatment Dummies	YES	YES	YES
R2	0.291	0.291	0.291

Table 3.11: Summary of propositions

theoretical Proposition	Empirically tested ?	Used variable	Main résultat
• Proposition 1 : If $Bm_M^{Priv} = Bm_M^{Pub} > Bm_L$ and $Bm_H > Bm_L$, then $Cm_M^{Priv} > Cm_M^{Pub} > Cm_H > Cm_L$ • Proposition 2 : Total cost with a private Agent is higher than the total cost with a public Agent in a multi-Principal structure.	• Yes	• Price (proxy for the cost) • private (mode of management) • municipal/cooperation/association for political form	• P1 confirmed : $Price_M^{municipal} < Price_{Association} < Price_{Cooperation}$ • P2 confirmed : $Price_{Cooperation} * Private > Price_{Cooperation} * Public$
$C_M^{Priv} > C_M^{Pub} \quad (3.36)$			
• Proposition 3, 4 and 5 on the choice of the organizational forms	• NO		

Conclusion Générale

L'ensemble de cette thèse analyse les déterminants et l'efficacité de la tarification des services publics en se focalisant sur le secteur de l'eau potable. Les évolutions étudiées dans l'eau potable ne sont pas un cas particulier sectoriel, mais concernent d'autres secteurs comme l'électricité, le gaz ou les transports. Nos trois chapitres essaient donc de traiter cette problématique en adoptant deux angles d'approches : le premier, qui se concentre sur le comportement des consommateurs face aux prix, et le second, qui évalue l'impact de l'environnement organisationnel de l'offre sur les prix.

Nous allons présenter, d'abord, les principales conclusions à tirer de nos trois chapitres, et évoquer, ensuite, les perspectives de recherche qu'elles ouvrent.

PRINCIPAUX RÉSULTATS ET CONTRIBUTIONS

Les deux premiers chapitres de cette thèse abordent successivement deux questions.

En premier lieu, il s'agit de savoir si le passage d'un tarif linéaire à un tarif progressif a eu un impact sur les consommateurs. A cette question, nous observons, qu'à Dunkerque, ce changement tarifaire a provoqué une baisse de la consommation au niveau global. Puis, en affinant nos résultats, nous nous sommes aperçus que certains consommateurs – les plus petits – ont augmenté leur consommation, tandis que d'autres (les plus gros, surtout) l'ont réduite. Enfin, nous constatons

que les familles nombreuses ont été fortement pénalisées par le tarif progressif, puisqu'elles se retrouvent dans la catégorie des « gros consommateurs » en raison de l'indifférence des tranches à la taille du foyer.

Ensuite, le deuxième chapitre s'interroge sur la rationalité des consommateurs face à ce nouveau tarif plus complexe à Dunkerque. En s'appuyant sur la littérature, théorique comme empirique, nous observons que la rationalité individuelle des consommateurs est une condition importante pour garantir l'efficacité d'un tarif progressif en termes redistributifs. Ainsi, nous observons qu'à Dunkerque, et contrairement aux résultats obtenus dans l'électricité, les consommateurs réagissent de manière plutôt rationnelle face à ce nouveau tarif en s'ajustant au prix marginal et non au prix moyen. Ceci est surtout vrai pour les foyers situés dans les extrémités des tranches du tarif.

Ces résultats suggèrent plusieurs réflexions autour du recours aux tarifs progressifs dans l'eau potable. Les résultats obtenus indiquent que le tarif éco-solidaire a permis de remplir un des deux objectifs fixés, à savoir réduire la consommation d'eau potable. Cependant, du point de vue de la redistribution, ce tarif a généré de très fortes distorsions entre les consommateurs. Plus précisément, les gros consommateurs ont très largement payé pour les autres consommateurs. Par ailleurs, les tranches proposées à Dunkerque semblent inadaptées à tous les foyers, notamment pour les familles nombreuses.

Dans ce contexte, faut-il maintenir le recours aux tarifs progressifs pour faire de la redistribution ? Nous retrouvons, d'une certaine manière, le problème originel du tarif progressif : peut-on recourir à un instrument unique pour réaliser plusieurs objectifs et ainsi contredire la règle de Tinbergen ? Nous pensons que, même si le tarif éco-solidaire se révèle distorsif, le comportement des consommateurs laisse à penser qu'il demeure une piste intéressante pour créer des incitations à la maîtrise de la demande. Le fait que seuls les consommateurs situés dans les tranches extrêmes réagissent au prix marginal n'entre pas en contradiction avec

les objectifs du planificateur. En effet, le découpage des tranches visait d’abord à subventionner la tranche 1 pour permettre à chacun de consommer ce volume de « consommation vitale », tout en sur-facturant la tranche 3 considérée comme une consommation de confort. La véritable problématique réside dans le fait que les tranches ne tiennent pas compte de la taille du foyer.

Nous pensons, dès lors, qu’il serait possible avec la loi Brottes de 2013 d’utiliser, non plus le critère de la CMU-C pour faire de la discrimination de degré 3, mais d’utiliser plusieurs le quotient familial pour intégrer la taille du foyer. De plus, il serait imaginable d’avoir des tranches adaptables en fonction de la taille du foyer sur la base des données fournies par l’administration. Ce mécanisme de tranche « sur-mesure » est déjà en place dans certains états des Etats-Unis et pourrait être une piste d’évolution intéressante.

Enfin, l’installation des compteurs intelligents dans l’eau potable, avec la télérelève, pourrait faciliter l’acceptabilité du tarif progressif et la meilleure réaction des consommateurs. Le fait, qu’à Dunkerque, l’opérateur ait accompagné la mesure a été déterminant dans ses résultats. Nous partageons l’opinion exprimée par des auteurs comme [Barraqué et al. \[2007\]](#) qui considèrent que la tarification de l’eau potable a, historiquement, manqué de transparence dans l’information sur la consommation et le prix. Dunkerque a montré qu’en installant des compteurs individuels et en expliquant mieux la facture, les consommateurs sont davantage capables de réagir au signal-prix.

Ensuite, dans le chapitre 3, nous analysons dans quelle mesure les choix organisationnels des collectivités ont un effet sur le prix des services publics. Dans le cas de l’eau en France, chaque commune fait des choix simultanés sur le mode de gestion (public ou privé) et le mode d’administration (rester seule à gérer, s’associer dans un syndicat ou transférer la compétence à une communauté de communes). Cependant, aucune étude n’avait étudié simultanément ces choix et leur effet sur le prix.

Nos résultats montrent plusieurs éléments importants. D'abord, que la différence entre le mode de gestion public ou privé n'est pas significative lorsque le mode d'administration politique est en commune ou en communauté de communes. En revanche, ce n'est pas le cas dans le cas du syndicat. Ensuite, il apparaît que la forme syndicale est une structure plus coûteuse que les autres, tandis que la commune est la forme d'administration la moins coûteuse de toutes.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes à l'heure où l'Etat encourage un mode d'administration basé sur des regroupements de collectivités. En effet, en montrant que le fait d'être en commune seule se révèle être le moins coûteux dans tous les cas, laisse à penser que les regroupements de communes ne procurent pas toujours les économies d'échelle organisationnelles escomptées.

Nous interprétons ce résultat sous l'angle de la responsabilité et de l'unicité de la prise de décision. En effet, plus un maire est directement responsable de l'eau potable, et plus le prix de l'eau potable est faible dans son service. Or, les structures syndicales ou communautaires ont tendance à diluer la responsabilité des maires qui peuvent transférer le risque sur ces structures inter-communales.

Enfin, ce chapitre renouvelle la manière dont il faut penser le parangonnage entre les services publics français. Il apparaît indispensable, désormais, de tenir compte de la forme de la gouvernance locale pour réaliser ces comparaisons.

PERSPECTIVES DE RECHERCHES

Au terme de cette thèse, deux pistes semblent intéressantes à explorer.

Concernant la question de la rationalité face aux tarifs progressifs, il apparaît pertinent de s'intéresser plus précisément, dans des conditions mieux contrôlées, au lien de causalité entre prix et comportement dans les services publics. A cette fin, nous envisageons de réaliser une expérience en laboratoire afin de mieux

répondre à deux questions. La première s'intéressera à la perception des tarifs par les consommateurs. En effet, face à des choix de plusieurs formes de tarifs, les consommateurs font-ils des choix rationnels (sous-entendu, transitifs) et sont-ils en mesure d'exprimer leurs préférences ? La deuxième question s'intéresse à l'acceptabilité des tarifs en vue de faire de la maîtrise de la demande. Autrement dit, les consommateurs sont-ils en mesure d'associer un comportement à une forme de tarif en vue de d'optimiser leur consommation à la marge. Cette question est d'autant plus importante que l'incertitude qui pèse sur le comportement des consommateurs peut être un frein important au recours aux tarifs progressifs dans l'eau.

Ce travail sera conduit dans le prolongement de cette thèse et élargira le champ d'étude à l'électricité, pour essayer de comprendre pourquoi nos résultats dans l'eau sont différents de ceux obtenus dans ce secteur. Si les agents sont rationnels, ils ne devraient pas adopter un comportement différent dans l'eau et dans l'électricité, puisque le principe du raisonnement à la marge s'applique en toute situation. Cette étude devrait également nous apporter des informations complémentaires sur le profil socio-démographique des consommateurs, puisque ces informations n'étaient pas présentes dans la base de données de Dunkerque. Nous pouvons imaginer, en effet, que le revenu peut être un facteur important dans la sensibilité des consommateurs aux variations du prix.

Un deuxième travail de recherche en cours souhaite poursuivre la réflexion sur la dimension organisationnelle des services publics. En reprenant un travail initié par [Gatty \[1998\]](#) qui propose un premier modèle théorique basé sur la théorie des marchés contestables, nous cherchons à montrer que, sous certaines conditions, il serait possible d'instaurer une contestabilité permanente des services publics afin d'en optimiser le coût. Ce travail ouvrirait une discussion sur la nécessité de recourir, ou non, à des contrats de délégation à durée déterminée. Cette contribution soutiendrait l'idée que la contestabilité serait possible dans l'ensemble des secteurs, sous réserve de réintroduire dans l'analyse une distinction entre l'identité de l'opérateur et la détention de l'entreprise. En procédant de la sorte, nous élargissons la discus-

sion à l'unicité de l'analyse de la firme pour mettre en évidence la substituabilité des opérateurs et la permanence de l'entreprise. Ce propos invite à relire les travaux de Jean-Baptiste Say qui s'opposait à Adam Smith, précisément, sur cette problématique.

Bibliographie

Akerlof, G. A. (1970). The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism. *The quarterly journal of economics*, pages 488–500.

Arbués, F., Garcia-Valiñas, M. Á., and Martinez-Espínheira, R. (2003). Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. *The Journal of Socio-Economics*, 32(1):81–102.

Atkinson, A. B. and Stiglitz, J. E. (1976). The design of tax structure: direct versus indirect taxation. *Journal of public Economics*, 6(1-2):55–75.

Aubert, D. (2013). La tarification incitative de l’eau peut-elle être sociale ? : Une illustration empirique sur la régie de niort. *Master Thesis, under the supervision of Barraqué B.*

Barraqué, B. (2016). Effets redistributifs de la tarification progressive: le cas d’une ville moyenne. *Techniques Sciences Méthodes*, (5):72–82.

Barraqué, B., Botton, S., and Nercessian, A. (2007). Les débats relatifs à l’individualisation des contrats de fourniture d’eau dans l’habitat social en france. *BARRAQUÉ, Bernard (dir.). Recherche sur les effets redistributifs de divers systèmes tarifaires pour les services des eaux. Rapport final, contrat LATTS-ENPC-Mairie de Paris*, pages pp.44–68.

Basinga, P., Gertler, P. J., Binagwaho, A., Soucat, A. L., Sturdy, J., and Vermeersch, C. M. (2011). Effect on maternal and child health services in rwanda of

payment to primary health-care providers for performance: an impact evaluation. *The Lancet*, 377(9775):1421–1428.

Baumol, W. J., Panzar, J. C., and Willig, R. D. (1983). Contestable markets: An uprising in the theory of industry structure: Reply. *The American Economic Review*, 73(3):491–496.

Bernheim, B. D. and Whinston, M. D. (1986a). Common agency. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 923–942.

Bernheim, B. D. and Whinston, M. D. (1986b). Menu auctions, resource allocation, and economic influence. *The quarterly journal of economics*, 101(1):1–31.

Binet, M.-E., Carlevaro, F., and Paul, M. (2016). La demande d’eau potable à la réunion: estimation à partir de données d’enquête. *Revue d’économie politique*, 126(1):155–191.

Boiteux, M. (1956). Sur la gestion des monopoles publics astreints à l’équilibre budgétaire. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, pages 22–40.

Boiteux, M. (2013). Éclairer une assiette vide? *Commentaire*, (3):662–664.

Boland, J. J., Whittington, D., et al. (1998). The political economy of increasing block tariffs in developing countries. In *World Bank Sponsored Workshop on Political Economy of Water Pricing Implementation, Washington, DC*.

Borenstein, S. (2008). Equity effects of increasing-block electricity pricing. *Center for the Study of Energy Markets*.

Borenstein, S. (2009). To what electricity price do consumers respond? residential demand elasticity under increasing-block pricing. *Preliminary Draft April*, 30.

Borenstein, S. (2012). The redistributional impact of nonlinear electricity pricing. *American Economic Journal: Economic Policy*, 4(3):56–90.

Castro-Rodríguez, F., María Da-Rocha, J., and Delicado, P. (2002). Desperately seeking θ ’s: estimating the distribution of consumers under increasing block rates. *Journal of Regulatory Economics*, 22(1):29–58.

- Chong, E., Huet, F., Saussier, S., and Steiner, F. (2006). Public-private partnerships and prices: Evidence from water distribution in france. *Review of Industrial Organization*, 29(1):149–169.
- Chong, E., Saussier, S., and Silverman, B. S. (2015). Water under the bridge: determinants of franchise renewal in water provision. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 31(suppl 1):i3–i39.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *economica*, 4(16):386–405.
- Cournot, A.-A. (1838). *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses par Augustin Cournot*. chez L. Hachette.
- Crampes, C. and Lozachmeur, J.-M. (2014). Tarif progressif, efficience et équité. *Revue d'économie industrielle*, (4):133–160.
- Dalhuisen, J. and Nijkamp, P. (2002). Critical factors for achieving multiple goals with water tariff systems: Combining limited data sources and expert testimony. *Water Resources Research*, 38(7).
- Desrieux, C. (2006). Le rôle de l'autorité publique dans la gestion des services publics locaux. *Revue économique*, 57(3):529–539.
- Desrieux, C. (2008). La gestion contractuelle des services publics. *Revue économique*, 59(3):451–461.
- Diamond, P. A. (1998). Optimal income taxation: an example with a u-shaped pattern of optimal marginal tax rates. *American Economic Review*, pages 83–95.
- Dixit, A. (1996). The making of economic policy. *Cambridge/Mass*.
- Dixit, A. (1997). Power of incentives in private versus public organizations. *The American Economic Review*, 87(2):378–382.
- Dixit, A. (2002). Incentives and organizations in the public sector: An interpretative review. *Journal of human resources*, pages 696–727.
- Dupuit, J. (1844). De la mesure de l'utilité des travaux ubliques. *Ann. Ponts Chaussées*, 8.

- Eiller, A.-C., Marcou, G., Poupeau, F.-M., Staropoli, C., et al. (2015). *Gouvernance et innovations dans le système énergétique*. L'Harmattan.
- Erdlenbruch, K., Loubier, S., Montginoul, M., Morardet, S., and Lefebvre, M. (2013). La gestion du manque d'eau structurel et des sécheresses en france. *Sciences Eaux & Territoires*, (2):78–85.
- Fauquert, G. and Montginoul, M. (2011). Composantes du prix de l'eau: quels objectifs pour quels prix. In *Des tuyaux et des hommes*, pages 101–119. Editions Quae.
- Gagnepain, P., Ivaldi, M., and Vibes, C. (2011). The industrial organization of competition in local bus services.
- Garcia, S. and Reynaud, A. (2004). Estimating the benefits of efficient water pricing in france. *Resource and energy economics*, 26(1):1–25.
- Gatty, J. (1998). *Principes d'une nouvelle théorie de l'État*. Presses universitaires de France.
- Grafton, R. Q., Ward, M. B., To, H., and Kompas, T. (2011). Determinants of residential water consumption: Evidence and analysis from a 10-country household survey. *Water Resources Research*, 47(8).
- Grossman, S. J. and Hart, O. D. (1986). The costs and benefits of ownership: A theory of vertical and lateral integration. *Journal of political economy*, 94(4):691–719.
- Hart, O. and Moore, J. (1990). Property rights and the nature of the firm. *Journal of political economy*, 98(6):1119–1158.
- Hart, O., Shleifer, A., and Vishny, R. W. (1997). The proper scope of government: theory and an application to prisons. *The Quarterly Journal of Economics*, 112(4):1127–1161.
- Holmstrom, B. and Milgrom, P. (1987). Aggregation and linearity in the provision of intertemporal incentives. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 303–328.

Holmström, B. and Milgrom, P. (1988). Common agency and exclusive dealing. *Unpublished manuscript, Northwestern University*.

Hotelling, H. (1938). The general welfare in relation to problems of taxation and of railway and utility rates. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 242–269.

Ito, K. (2014). Do consumers respond to marginal or average price? evidence from nonlinear electricity pricing. *The American Economic Review*, 104(2):537–563.

Jacquemet, N., Joule, R.-V., Luchini, S., and Shogren, J. F. (2013). Preference elicitation under oath. *Journal of Environmental Economics and Management*, 65(1):110–132.

Jensen, M. C. and Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of financial economics*, 3(4):305–360.

Kahneman, D. and Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica: Journal of the econometric society*, pages 263–291.

Klein, B., Crawford, R. G., and Alchian, A. A. (1978). Vertical integration, appropriable rents, and the competitive contracting process. *The journal of Law and Economics*, 21(2):297–326.

Leroux, J. (2016). La tarification de l’eau: comment combiner équité et efficacité. *Gestion*, 41(1):77–79.

Levin, J. and Tadelis, S. (2010). Contracting for government services: theory and evidence from us cities. *The Journal of Industrial Economics*, 58(3):507–541.

Liebman, J. and Zeckhauser, R. (2004). Schmeduling [mimeo]. *Boston, MA: Harvard University*.

Maier, N. and Ottaviani, M. (2009). Information sharing in common agency: When is transparency good? *Journal of the European Economic Association*, 7(1):162–187.

- Malin, E. and Martimort, D. (2001). Les limites à la discrimination par les prix. *Annales d'Economie et de Statistique*, pages 209–249.
- Marshall, A., Sauvaire-Jourdan, F., and Bouyssi, S. (1909). *Principes d'économie politique*. V. Giard & E. Brière.
- Martimort, D. (1992). Multi-principaux avec anti-selection. *Annales d'Economie et de Statistique*, pages 1–37.
- Martimort, D. (1996). The multiprincipal nature of government. *European Economic Review*, 40(3):673–685.
- Martimort, D. and Sand-Zantman, W. (2006). Signalling and the design of delegated management contracts for public utilities. *The RAND Journal of Economics*, 37(4):763–782.
- Mayol, A. (2017). Social and nonlinear tariffs on drinking water: cui bono? empirical evidence from a natural experiment in france. *Revue d'Economie Politique*, 127(6).
- Mayol, A. and Porcher, S. (2017). Tarifs discriminants et monopoles de l'eau potable : Analyse de l'optimalité des tarifs non-linéaires dans l'eau potable française.
- Meran, G. and Von Hirschhausen, C. (2009). Increasing block tariffs in the water sector: a semi-welfarist approach.
- Mirrlees, J. A. (1971). An exploration in the theory of optimum income taxation. *The review of economic studies*, 38(2):175–208.
- Montginoul, M. (2013). Focus: La facture d'eau: ses composantes, sa structure. *Sciences Eaux and Territoires: la Revue du IRSTEA*, (10):p-22.
- Montginoul, M. and Alexandre, O. (2014). Le prix de l'eau potable en france: principaux enseignements. *Terreaux J.-P. (ed.), Économie des équipements pour l'eau et l'environnement*, 28, Antony, Cemagref Editions, p. 17-50.

- Montginoul, M., Rinaudo, J.-D., and Desprats, J.-F. (2017). La consommation en eau urbaine dans les villes françaises: tendances actuelles sur deux métropoles méditerranéennes. *Techniques Sciences Méthodes*, (3):12–24.
- Nauges, C. and Reynaud, A. (2001). Estimation de la demande domestique d’eau potable en france. *Revue économique*, 52(1):167–185.
- Nkengfack, H., Domguia, E. N., and Kamajou, F. (2017). Analyse des determinants de l’offre de l’eau potable au cameroun.
- OCDE (1987). Tarification des services relatifs à l’eau.
- Pigou, A. C. (1929). *Industrial fluctuations*. Macmillan.
- Porcher, S. (2014). Efficiency and equity in two-part tariffs: the case of residential water rates. *Applied Economics*, 46(5):539–555.
- Renwick, M. E. and Archibald, S. O. (1998). Demand side management policies for residential water use: who bears the conservation burden? *Land economics*, pages 343–359.
- Saez, E. (1999). Do taxpayers bunch at kink points? Technical report, National bureau of economic research.
- Saussier, S. and Tirole, J. (2015). Renforcer l’efficacité de la commande publique. *Notes du conseil d’analyse économique*, (3):1–12.
- Simon, H. A. (1972). Theories of bounded rationality. *Decision and organization*, 1(1):161–176.
- Stole, L. A. (1991). *Mechanism design under common agency*. Program in Law and Economics, Harvard Law School.
- Tiebout, C. M. (1956). A pure theory of local expenditures. *Journal of political economy*, 64(5):416–424.
- Tinbergen, J. (1952). *On the theory of economic policy*.
- Tinbergen, J. (1956). Economic policy: principles and design.

- Tirole, J. (1988). *The theory of industrial organization*. MIT press.
- Valero, V. (2015). Les écarts de prix de l'eau en France entre les secteurs privé et public. *Revue économique*, 66(6):1045–1066.
- Varian, H. R. (1989). Price discrimination. *Handbook of industrial organization*, 1:597–654.
- Walras, L. (1896). *Éléments d'économie politique pure; ou, Théorie de la richesse sociale*. F. Rouge.
- Williamson, O. E. (1975). Markets and hierarchies. *New York*, pages 26–30.
- Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism*. Simon and Schuster.
- Wilson, R. B. (1993). *Nonlinear pricing*. Oxford University Press on Demand.

Liste des Tables

1	Synthèse des chapitres - Partie 1	45
2	Synthèse des chapitres - Partie 2	46
1.1	The different tiers of the tariff in 2012	52
1.2	Descriptive statistics of the consumption	59
1.3	Descriptive statistics of the consumption (standard vs social)	59
1.4	Control variables	61
1.5	Results for diff-in-diff model	66
1.6	Results for the different categories of consumers	68
1.7	Final Results	71
1.8	Extended results for diff-in-diff model	75
1.9	Extended results for the different categories of consumers	76
2.1	Statistiques descriptives sur les volumes d'eau potable consommés en m3 / an	105
2.2	Les variables de contrôle	107
2.3	Résultats attendus par propositions	115
2.4	Résultats économétriques	116
2.5	Estimation des variations de recettes	118
2.6	Résultats attendus par proposition	120
3.1	Summary of the different variable parts of the transfers	142
3.2	Characteristics of the different political structures	148
3.3	The six couples of organizational forms	149
3.4	Summary statistics	151
3.5	Results for control variables	154
3.6	Results 1 for the impact of the organizational structures on the price.	155
3.7	Results 2 : comparison between the couples of structures and the size	158
3.8	Summary of the empirical results	159
3.9	Extended table of regression (1/2)	166

3.10	Extended table of regression (2/2)	168
3.11	Summary of propositions	169

Liste des Figures

1	Répartition des modes de gestion en France, en 2013 (rapport ON-EMA, 2016)	27
2	Prix pour les consommateurs standards	34
3	Prix pour les consommateurs bénéficiaires de la CMU	34
1.1	Price for standard consumer	53
1.2	Price for social consumer	53
1.3	Size of the households (Source: Eau du Dunkerquois)	58
1.4	Fitted values of the consumption for the two groups of consumers	64
1.5	Fitted consumptions for social consumers	69
1.6	Mean of consumption and size of households (N) - 2010-2013	70
2.1	Modélisation du tarif discriminant et transferts	97
2.2	Modélisation du tarif de Dunkerque	100
2.3	Évolution des tendances de consommation dans le panel ré-échantillonné	105
2.4	Évolution du prix facturé (global)	109
2.5	Évolution du prix facturé pour les consommateurs de la tranche 1	110
2.6	Évolution du prix facturé pour les consommateurs de la tranche 2	111
2.7	Évolution du prix facturé pour les consommateurs de la tranche 3	112
2.8	Extrait du simulateur de Dunkerque pour une facture de 75m3	126
2.9	Extrait du simulateur de Dunkerque pour une facture de 200m3	127
3.1	Choice among L , M_{priv} , M_{pub}	145
3.2	Choice among mode of provisions and Principal's Structure	146
3.3	Distribution of the dependent variable (Price)	150
3.4	Distribution of the dependent variable (Price) for Municipals	164
3.5	Distribution of the dependent variable (Price) for Cooperations	164

3.6	Distribution of the dependent variable (Price) for associations . . .	165
-----	---	-----

Essais sur les déterminants et l'efficacité de la tarification des services publics

Une application aux évolutions du secteur de l'eau potable en France

La présente thèse propose une étude théorique et empirique des déterminants de la tarification des services publics et de leurs conditions d'efficacité. La prise en compte des enjeux environnementaux et sociaux, le déploiement des réseaux intelligents et la contrainte forte de maîtrise des coûts ont conduit à la mise en œuvre de nouvelles pratiques en matière tarifaire et organisationnelle dans les services publics. Cette thèse propose trois essais consacrés à l'impact de ces nouvelles pratiques dans l'eau potable en France.

Dans un premier temps, nous analysons le passage d'un tarif affine à un tarif progressif sur le comportement des consommateurs d'eau potable, à partir d'une expérience naturelle menée à Dunkerque. Un premier résultat indique que la demande a baissé avec ce nouveau tarif, tout en créant des distorsions. Un deuxième résultat indique que la réaction des consommateurs au signal-prix a été ambivalente. Ces travaux suggèrent de repenser le design tarifaire et l'accompagnement des consommateurs dans leurs choix pour limiter les biais cognitifs.

Dans un deuxième temps, nous analysons comment l'organisation politique locale (en France, le niveau de la commune, du syndicat de communes ou de l'inter-communalité) et le mode de gestion (public ou privé) peuvent influencer la performance du service public. L'incidence de ces configurations organisationnelles sur les coûts n'a jamais été étudiée simultanément par la littérature. Nous proposons un modèle théorique, validé par une étude empirique à partir d'un panel des services d'eau français, qui met en évidence l'impact de ces différentes configurations organisationnelles sur le prix.

Mots clés : *Monopoles, tarification, services publics, économie industrielle, eau potable, évaluation des politiques publiques, agence commune, microéconomie appliquée*

Essays on the determinants and the efficiency of the public utilities'

tarification

An approach to the French drinking water sector evolutions

The present thesis proposes a theoretical and empirical study of the determinants of the pricing of public services and their conditions of effectiveness. Taking into account environmental and social issues, the deployment of smart grids and the strong constraint on cost control have led to the implementation of new pricing and organizational practices in public services. This thesis proposes three essays devoted to the impact of these new practices in drinking water in France.

First, we analyze the transition from an affine tariff to a progressive tariff on the behavior of consumers of drinking water, starting from a natural experiment conducted in Dunkerque. A first result indicates that demand has decreased with this new tariff, while creating distortions. A second result indicates that the consumer reaction to the price signal has been ambivalent. This work suggests to rethink the tariff design and the accompaniment of the consumers in their choices to limit the cognitive biases.

In a second step, we analyze how the local political organization (in France, the level of the single municipality, the union of communes (*Syndicats*) or super-municipality (*communauté de communes*) and the management mode (public or private) can influence the performance of the public service. The impact of these organizational configurations on costs has never been studied simultaneously by the literature. We first propose a theoretical model to analyze them together. Then, from a panel of French water services, we observe empirically that these different organizational combinations have an impact on the price.

Mots clés : *Monopoly, tariff, public utility, industrial organization, drinking water, public policy, common agency, microeconomics*