

## TARIFS DISCRIMINANTS ET MONOPOLES DE L'EAU POTABLE : UNE ANALYSE DE LA RÉACTION DES CONSOMMATEURS FACE AUX DISTORSIONS DU SIGNAL-PRIX

Alexandre Mayol, Simon Porcher

Presses de Sciences Po | « *Revue économique* »

2019/4 Vol. 70 | pages 461 à 494

ISSN 0035-2764

ISBN 9782724635980

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<https://www.cairn.info/revue-economique-2019-4-page-461.htm>  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour Presses de Sciences Po.

© Presses de Sciences Po. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

# Tarifs discriminants et monopoles de l'eau potable : une analyse de la réaction des consommateurs face aux distorsions du signal-prix

Alexandre Mayol\*  
Simon Porcher\*\*

*L'approche des tarifs de l'eau potable en France a changé depuis 2010, puisque les collectivités peuvent recourir à des tarifs progressifs croissants par blocs. Ces tarifs, bien qu'initialement conçus comme des solutions de second rang aux pertes sèches du monopole, se révèlent complexes à mettre en œuvre pour satisfaire d'autres objectifs. La réaction sous-optimale des consommateurs au signal-prix et les problématiques de redistribution questionnent l'efficacité du mécanisme. Cette contribution analyse théoriquement les propriétés d'un tarif progressif, puis évalue empiriquement la réaction des consommateurs au signal-prix à partir d'une expérience naturelle menée à Dunkerque. Les résultats indiquent une bonne réaction au prix marginal des consommateurs situés dans les tranches extrêmes, tout en questionnant l'équité d'un mécanisme fortement distorsif.*

## DISCRIMINATORY PRICING AND MONOPOLIES IN WATER PUBLIC SERVICES: AN ANALYSIS OF CONSUMERS' REACTION TO THE PRICE-SIGNAL DISTORTIONS

*Since 2010, the way water tariffs are set in France has changed since local governments can now use increasing-block tariffs. These tariffs, even if they have been thought as second-best optima to monopolies' deadweight losses, are complex to implement to satisfy some other goals. The sub-optimal reactions of consumers to the price signal and the issues of redistribution question the efficacy of the mechanism. This piece of research theoretically analyses the increasing-block tariffs properties. It then empirically tests the reaction of consumers to the price signal from a natural experiment taking place in Dunkerque. Results show that users whose consumption is at the lower or the upper bound react strongly to the marginal price, while it questions the equity of this mechanism which is highly distortive.*

\* Université de Lorraine, Université de Strasbourg, CNRS, BETA. *Correspondance* : Université de Lorraine, BETA, 13 place Carnot C.O. 70026, 54000 Nancy. *Courriel* : alexandre.mayol@univ-lorraine.fr

\*\* IAE de Paris – Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. *Correspondance* : IAE de Paris, 8 bis rue de la Croix Jarry, 75013 Paris. *Courriel* : porcher.iae@univ-paris1.fr

Les auteurs remercient le rédacteur en chef, Thierry Kamionka, ainsi que les deux rapporteurs anonymes de la *Revue économique*. Leurs remarques ont été particulièrement utiles à l'amélioration de cette contribution. Nous remercions également l'Eau du Dunkerquois, la chaire EPPP de l'IAE de Paris et l'École d'économie de Paris pour leur aide dans l'accès aux données. Enfin, nous remercions Claude Crampes, Stéphane Saussier et Carine Staropoli pour leurs remarques et lectures.

*Mots clés : tarifs progressifs, eau potable, monopoles, expérience naturelle, comportement de consommation, élasticités*

*Keywords : water industry, increasing-block tariffs, natural experiment, elasticity*

Classification JEL : D04, D42, D63, D22.

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]

## INTRODUCTION

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 trois degrés de discrimination tarifaire, théorisés initialement par Pigou [1927], permettent de réduire l'inefficience de l'équilibre du monopole. 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, indépendamment de sa consommation. La tarification discriminante permet d'accroître le surplus collectif et, donc, de réduire la perte sèche. Cependant, sa 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 ont été remis au goût du jour pour réaliser d'autres objectifs que la seule efficacité économique. Premièrement, en matière d'accessibilité de 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'individu que l'on souhaite favoriser ou pénaliser. Ce type de mécanisme est particulièrement étudié dans le domaine de la taxation optimale (Mirrlees [1971], Atkinson et Stiglitz [1976] et Diamond [1998]), mais également en matière de tarification des services publics (Crampes et Lozachmeur [2014]). Cela est particulièrement le cas dans l'électricité et dans l'eau qui recourent aux 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, à minima, l'équilibre budgétaire du monopole (Crampes et 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 menée aux États-Unis, que les consommateurs d'électricité américains réagissaient 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) 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 et non au coût marginal.

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 consommations<sup>1</sup>. 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 repenser la relation entre le monopole et le consommateur. De plus, les tarifications progressives sont évoquées dans les services publics pour organiser la redistribution entre des petits consommateurs, généralement présumés plus pauvres, et des gros consommateurs supposément plus riches.

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'autofinancement de ce service public est assuré

1. Par 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 comme la couverture maladie universelle, le quotient familial, le revenu fiscal de référence, etc.

par l'opérateur qui se rémunère directement en faisant payer les usagers<sup>2</sup>. 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 pour le 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.

Pendant, depuis les années 2000, les « politiques de l'eau », tant au niveau national qu'europpéen, 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. Elle impose de procéder à une « analyse économique des modalités de tarification de l'eau » et d'y intégrer les « coûts environnementaux<sup>3</sup> ». Par ailleurs, elle précise que les tarifs de l'eau doivent considérer les « besoins environnementaux et sociaux ». Ces objectifs se sont alors traduits par 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 euros par m<sup>3</sup>), sans modulation possible du tarif en fonction des consommateurs ou de la quantité achetée<sup>4</sup>. 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 2010<sup>5</sup>, 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<sup>6</sup> ». 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. Nous retrouvons également ces tarifs dans les pays en développement,

---

2. L'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/>.

4. L'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. »

5. La loi crée un nouvel alinéa à l'article L.2224-12-4 du code général des collectivités territoriales, disposant que : « À compter du 1<sup>er</sup> 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. »

6. Loi 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.

où les tarifs progressifs sont pensés pour inciter les consommateurs à s'abonner au réseau et limiter les branchements sauvages (Nkengfack, Noubissi Domguia et Kamajou [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.

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 envers les tarifs discriminants<sup>7,8</sup>. 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 rappelle Crampes et 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 qu'« 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 a réalisé en avril 2017 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 presse<sup>9</sup> qui affirment que les tarifs progressifs profiteraient davantage aux opérateurs qu'aux consommateurs.

Cet article se propose de faire une évaluation empirique à partir d'une expérimentation tarifaire naturelle menée dans l'agglomération de Dunkerque depuis 2012, où le délégataire privé a mis en place, à la demande des élus, un tarif progressif appelé « écosolidaire ». 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 (par exemple, 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 uniforme. Le nouveau dispositif instaure un tarif progressif croissant par blocs sur la seule partie variable du prix, articulé autour de trois tranches de consommation sans modification de l'abonnement. La première tranche, la moins chère, est celle correspondant à une consommation dite « vitale » ; la seconde tranche, au prix

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

8. Il 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.

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

intermédiaire, correspond à la consommation dite « utile » ; enfin, la dernière est considérée comme une consommation de « confort ». À ce mécanisme s'ajoute une tarification sociale pour les bénéficiaires de la couverture maladie universelle (CMU), constituée d'une réduction de 70 % sur la première tranche de consommation. 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 évaluer empiriquement, 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 et Lozachmeur [2014], dont nous proposerons une application numérique au tarif écosolidaire 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.

## 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 [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 surtout Pigou [1927], 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 transfert limite leur efficacité. Plus spécifiquement, le degré de perfection de l'information *a priori* du monopole est important pour réaliser le

*design* tarifaire. Malin et 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. Tandis que la théorie économique a développé les discriminations tarifaires sous les hypothèses de rationalité et d'information parfaites, il apparaît pertinent d'évaluer si la levée de ces hypothèses affecte les choix des consommateurs et du monopole. 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 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 et 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 comment 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 États-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 et Zeckhauser [2004]. L'économie expérimentale a essayé d'expliquer cette sous-optimalité par un ensemble de biais cognitifs (Kahneman et Tversky [20]) 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], [2012] dans le même sens qu'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 et 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 et 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 Whittington [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 (voir en ce sens le rapport de l'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, Carlevaro et Paul [2016] sur la demande d'eau potable à La Réunion avec des tarifs progressifs, et surtout ceux de 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'iniquité du tarif progressif a également été relevée par Castro-Rodríguez, Da-Rocha et Delicado [2002] dans une étude menée dans la ville de Vigo en Espagne. Un article de Nauges et Whittington [2017] présente, à partir d'une simulation, les différents effets du passage d'un tarif uniforme à un tarif croissant par blocs. Les auteurs mettent ainsi en avant les arbitrages réalisés par les autorités publiques entre trois objectifs : l'efficacité économique, la redistribution et la couverture des coûts. Cette étude, originellement appliquée aux pays en développement, met ainsi en exergue l'importance de disposer d'informations fines sur les élasticités des consommateurs pour déterminer les différentes conséquences du *design* tarifaire sur les trois objectifs.

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 formes tarifaires peut créer une incertitude et une inefficacité sur l'impact de la mesure.

Nous allons à présent modéliser le tarif écosolidaire 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.

## MODÉLISATION DU TARIF ÉCOSOLIDAIRE DE DUNKERQUE

Le tarif écosolidaire 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)<sup>10</sup>, 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 et 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 intergroupe.

### Les paramètres du modèle

#### *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  $i = \{L, M, H\}$ .

Chaque consommateur, appartenant à une classe de consommateurs spécifique, consomme une quantité d'eau notée  $x_i$ , 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])<sup>11</sup>.

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

Or  $x_L < x_M < x_H$ . On en déduit par transitivité que  $S_L(x_L) < S_M(x_M) < S_H(x_H)$ .

10. Voir Mayol [2017]. Nous n'intégrons pas les consommateurs de type CMU dans le modèle car cet élément complexifierait davantage le modèle. Notre choix de modélisation visant d'abord à mettre en avant les grands paramètres nécessaires à l'efficacité d'un tarif discriminant, rajouter le degré 3 de discrimination conduirait uniquement à rajouter un paramètre à l'équilibre. Cette extension est toutefois possible, sans difficulté.

11. Il y a plusieurs 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 euros par an. Il semble difficile d'imaginer des citoyens quitter une ville pour une autre pour un montant aussi faible. Deuxièmement, l'hypothèse de coûts nuls de déménagement faite par Tiebout ne nous semble pas crédible sur le plan empirique.

## Les coûts

Nous considérons ici une firme en monopole avec un coût unitaire  $c$  constant, sans contrainte de capacité. Cette modélisation reprend celle choisie par le modèle de Crampes et Lozachmeur [2014] pour deux raisons. D'abord, la tarification dans les services publics est généralement réalisée par un tarif binôme où les coûts fixes sont payés avec la part fixe, et les coûts variables avec la part variable (ce qui est le cas dans l'expérience de Dunkerque). Cette hypothèse a été testée par Porcher [2014] qui montre que, dans le secteur de l'eau en France, le coût marginal diffère du prix marginal alors que le prix de la part fixe est quasiment égal au coût fixe par abonné. Dès lors, la tarification progressive ne s'appliquant qu'à la partie variable du tarif, nous n'intégrons pas la problématique des coûts fixes dans ce modèle. D'autre part, par simplification, nous considérons ici que l'installation est optimale de sorte que le coût  $c$  représente le coût marginal de long terme. Dans l'eau potable, cette modélisation est réaliste puisque le réseau d'adduction d'eau potable français est installé et payé depuis plusieurs décennies.

En définitive, le coût unitaire  $c$  représente ici le prix initial qui équilibrait les comptes de l'entreprise en couvrant le coût variable moyen. Dès lors, toute modification de la part variable du prix sera affectée par la contrainte de l'autofinancement du monopole qui ne pourra réaliser des pertes.

## 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 :

$$\text{Max}_{x_L, x_M, x_H} n_L S_L(x_L) + n_M S_M(x_M) + n_H S_H(x_H) - c(n_L x_L + n_M x_M + n_H x_H). \quad (1)$$

La condition du 1<sup>er</sup> ordre est telle que :

$$S'_L(x_L^*) = S'_M(x_M^*) = S'_H(x_H^*) = c. \quad (2)$$

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

À l'équilibre concurrentiel, le prix d'équilibre  $p^* = c$ , c'est-à-dire que le prix égalise le coût marginal et couvre l'intégralité des coûts variables totaux.

## 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 une 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 deux autres pour les consommateurs M et H, respectivement  $p_M$  et  $p_H$ , soit :

$$p_L = S'_L(\underline{x}) \leq c = p^* \quad (3)$$

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 France<sup>12</sup>). 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 telle que le profit sera nul) est telle que :

$$n_L(p - c)\underline{x} + n_M(p_M(x_M) - c)x_M + n_H(p_H(x_H) - c)x_H = 0. \quad (4)$$

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

$$p_M(x_M) = S'_M(x_M^*), \quad (5)$$

$$p_H(x_H) = S'_H(x_H^*). \quad (6)$$

Comme  $p < c$ , cela implique à minima que les autres consommateurs M et H vont devoir supporter les pertes réalisées sur la catégorie L par l'opérateur. Si l'on met en place des tarifs différenciés avec  $p_L < p_M < p_H$ , alors les prix de M et H vont compenser les pertes réalisées par  $p_L$  si  $p_L < c$ . Les proportions respectives de L, M et H auront une incidence sur l'ampleur des pertes et donc sur les modalités de répartition du coût entre consommateurs.

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 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

12. En 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.

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.

À 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 social.
- Il peut exister une redistribution entre M et H pour faire payer plus les uns et moins les autres.

### Introduction des élasticité et de la pondération 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, l'élasticité-prix de la demande pour chacune d'elles et l'ampleur de la contrainte  $\underline{x}$  fixée par le planificateur social.

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 :

$$n_L \left( \underline{p}(\underline{x}) - c \right) \underline{x} + n_M \left( p_M(x_M) - c \right) x_M + n_H \left( p_H(x_H) - c \right) x_H = 0, \quad (7)$$

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

$$\frac{dx_H}{d\underline{x}} = - \frac{n_L \left[ \underline{p}(\underline{x}) \left( 1 - \frac{1}{\eta_L} \right) - c \right]}{n_H \left[ p_H(x_H) \left( 1 - \frac{1}{\eta_H} \right) - c \right]}, \quad (8)$$

$$\frac{dx_M}{d\underline{x}} = - \frac{n_L \left[ \underline{p}(\underline{x}) \left( 1 - \frac{1}{\eta_L} \right) - c \right]}{n_M \left[ p_M(x_M) \left( 1 - \frac{1}{\eta_M} \right) - c \right]}, \quad (9)$$

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

L'équation 8 et l'équation 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 :

$$\frac{d(x_H + x_M)}{d\underline{x}} = -\frac{n_L \left[ \underline{p}(\underline{x}) \left( 1 - \frac{1}{\eta_L} \right) - c \right]}{n_H \left[ p_H(x_H) \left( 1 - \frac{1}{\eta_H} \right) - c \right]} - \frac{n_L \left[ \underline{p}(\underline{x}) \left( 1 - \frac{1}{\eta_L} \right) - c \right]}{n_M \left[ p_M(x_M) \left( 1 - \frac{1}{\eta_M} \right) - c \right]} \quad (10)$$

Dans cette équation, 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  $n_L \underline{x} + n_M x_M + n_H x_H$  :

$$\begin{aligned} \frac{d(n_L \underline{x} + n_M x_M + n_H x_H)}{d\underline{x}} &= \frac{dn_L \underline{x}}{d\underline{x}} + \frac{dn_M x_M}{d\underline{x}} + \frac{dn_H x_H}{d\underline{x}}, \quad (11) \\ &= n_L - \frac{n_L \left[ \underline{p}(\underline{x}) \left( 1 - \frac{1}{\eta_L} \right) - c \right]}{n_M \left[ p_M(x_M) \left( 1 - \frac{1}{\eta_M} \right) - c \right]} - \frac{n_L \left[ \underline{p}(\underline{x}) \left( 1 - \frac{1}{\eta_L} \right) - c \right]}{n_H \left[ p_H(x_H) \left( 1 - \frac{1}{\eta_H} \right) - c \right]}. \quad (12) \end{aligned}$$

Ainsi, selon l'élasticité de chaque groupe, l'impact sera plus ou moins important sur la consommation globale. Selon Crampes et Lozachmeur [2014], qui s'appuient sur une étude de 2010 (p. 10-16) de la Commission de régulation de l'électricité et du gaz (CREG), dans le domaine de l'électricité, les consommateurs L auraient une élasticité plus faible que les autres catégories de consommateurs. Dans le domaine de l'eau potable, les élasticités des consommateurs semblent hétérogènes puisqu'ils ne réagissent pas tous de la même manière aux changements de prix. Dans notre étude précédente (Mayol [2017]), nous avons pu mettre en évidence que selon la taille du foyer ou le volume de consommation, les ménages ne réagissaient pas de la même manière au changement du mode de tarification. Cela laisserait supposer que, par hypothèse, les élasticités des différents types de consommateurs pourraient être différentes.

Que conclure à ce stade ?

- La redistribution intergroupe est coûteuse socialement.
- Il y a des arbitrages à faire sur la répartition du coût de la mesure entre les groupes.
  - La discrimination intergroupe 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 en termes de bien-être 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 troisième tranche, par rapport au modèle de Crampes et 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.

## Introduction d'un tarif croissant par blocs à trois tranches avec discrimination imparfaite

### Présentation d'un modèle à trois tranches

En prolongeant le modèle de Crampes et Lozachmeur [2014] par l'introduction de trois blocs (et non deux comme dans le modèle d'origine), supposons à présent qu'il ne soit 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 première 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  $p_2$ .

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

### La nouvelle contrainte de profit

La contrainte de financement de la firme est modifiée puisque désormais les consommateurs peuvent accéder à l'ensemble des tranches :

$$(n_L)(p_1 - c)(x_L) + (n_M + n_H)(p_1 - c)x_1 + (n_M + n_H)(p_2 - c)(x_M(p_2) - x_1 + x_H(p_2) - x_1) + (n_H)(p_3 - c)(x_H(p_3) - x_1 - x_2) = 0. \quad (13)$$

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).

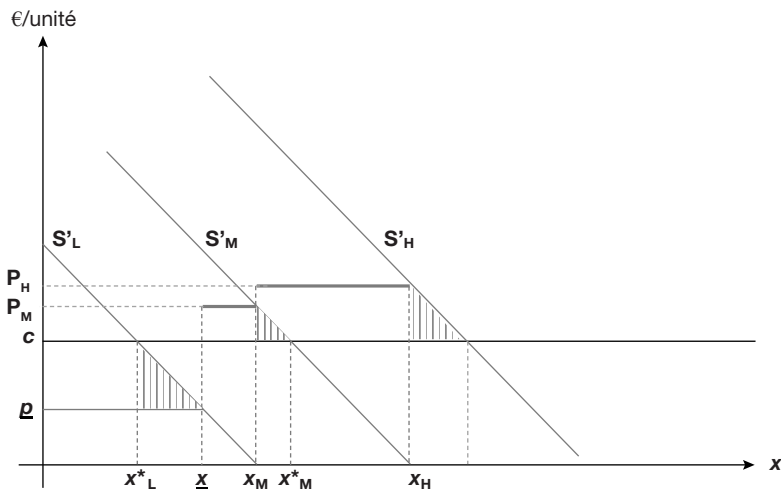
Le nouvel objectif revient à chercher à ce que  $x_H \leq x_H^*$ , en considérant qu'il est socialement préféré que ces consommateurs achètent moins du bien au niveau global. Dans ces conditions, si nous évaluons socialement la mesure :

- 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 blocs génère des pertes de surplus importantes au détriment essentiellement des consommateurs H qui vont supporter une grande part des transferts. Dans la figure 1 nous voyons l'impact du tarif progressif sur les variations de surplus représentées par les aires situées sous les courbes de demandes ( $S'$ ). Dans le modèle de Crampes

Figure 1. Modélisation du tarif discriminant et transferts





et Lozachmeur [2014] à deux tranches, le tarif progressif était un jeu à somme nulle où toute faveur accordée à une catégorie devait être compensée par l'autre catégorie. Dans cette extension à trois tranches, nous voyons que toute faveur accordée à L doit être compensée sur M et H, mais qu'à la différence du modèle initial, le planificateur devra choisir la répartition du coût entre les deux autres catégories. Cela met en évidence un choix du planificateur plus complexe.

*Remarque sur l'introduction d'asymétries d'information 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. 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 et Martimort [2001], à savoir que plus l'incertitude du monopole est grande, et plus sa marge 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]).

**Application numérique du modèle à partir du tarif écosolidaire de Dunkerque**

Modélisons à présent le tarif dit « écosolidaire » 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 surfacturant les consommations au-delà du seuil de consommation vitale. La part fixe (l'abonnement) n'ayant pas été affectée par le nouveau tarif, nous ne l'avons pas intégrée dans la modélisation. Par ailleurs, nous ne traitons que le prix « hors taxes », puisque celles-ci n'ont pas été affectées par la nouvelle tarification et n'entrent pas dans les recettes de l'opérateur.

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

*L'ancien tarif linéaire :*

Dans l'ancien tarif, prix marginal = prix moyen = 1,01 €/m<sup>3</sup>.

À l'équilibre :

$$S'_L(x^*_L) = S'_M(x^*_M) = S'_H(x^*_H) = c = 1,01 \text{ €/m}^3. \tag{14}$$

Ce tarif simple pratiquait une tarification uniforme au m<sup>3</sup>, de sorte que chaque unité consommée était tarifée au coût moyen.

*Le nouveau tarif progressif :*

Le nouveau tarif se décompose en trois tranches :

- tranche 1 (< 75 m<sup>3</sup>) : 0,84 €/m<sup>3</sup> ;

- tranche 2 [75;200 m<sup>3</sup>]: 1,56 €/m<sup>3</sup>;
- tranche 3 (> 200 m<sup>3</sup>): 2,07 €/m<sup>3</sup>.

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

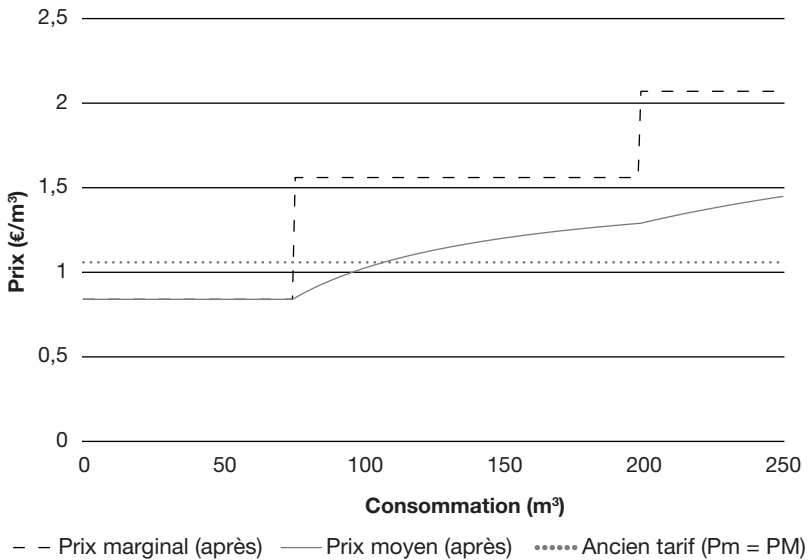
$$(n_L)(0,84 - 1,01)(x_L) + (n_M + n_H)(0,84 - 1,01)x_1 + (n_M + n_H)(1,56 - 1,01)(x_M(1,56) - x_1 + x_H(1,56) - x_1)(n_H)(2,07 - 1,01)(x_H(2,07) - x_1 - x_2) = 0. \quad (15)$$

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 €/m<sup>3</sup> à l'opérateur;
- pour  $x_2$ , fait gagner 0,55 €/m<sup>3</sup> à l'opérateur;
- pour  $x_3$ , fait gagner 1,06 €/m<sup>3</sup> à l'opérateur.

Dans cette application numérique, nous constatons que pour un gain de 0,17 €/m<sup>3</sup> pour les consommateurs consommant  $x_1$  (quel que soit leur type), il est nécessaire de créer une très forte distorsion sur les autres consommations. Nous retrouvons ces éléments numériques dans la figure 2 qui illustre l'ampleur des sauts de tranche et les évolutions des prix marginaux et moyens.

Figure 2. Modélisation du tarif de Dunkerque



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'usagers 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 l'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  $109 \text{ m}^3/\text{an}$ , 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 tarifs 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.

## STRATÉGIE EMPIRIQUE

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

### 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 par 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  $109 \text{ m}^3$  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 et 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 leurs tranches marginales. Ces différences de réactions pourraient s'expliquer par l'hétérogénéité des élasticités dans l'eau potable.

■ PROPOSITION 2. *L'instauration d'un tarif progressif imparfaitement discriminant se traduit par des distorsions entre types de consommateurs.*

Cette proposition reprend les conclusions du modèle théorique selon lesquelles les transferts entre consommateurs sont distorsifs en cas de mauvaise connaissance *ex ante* des élasticités et des évolutions des effectifs entre groupes. Ceci se retrouve si le monopole est en situation d'information asymétrique (Crampes et Lozachmeur [2014] et Malin et Martimort [2001]). Nauge et Whittington [2017], également, mettent en avant que les autorités publiques construisent leur *design* tarifaire en se fondant d'abord sur leur intuition plutôt que sur des estimations fines des élasticités.

■ 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 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.

■ PROPOSITION 4. *Les consommateurs réagissent plus au prix moyen qu'au prix marginal.*

Cette proposition teste la rationalité des consommateurs, qui est l'hypothèse du comportement de base du modèle présenté précédemment. Elle s'appuie également sur le modèle développé par Liebman et 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. À 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.

## Les données

### *Le panel de Dunkerque*

Dans le cadre de l'élaboration du tarif écosolidaire, 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.

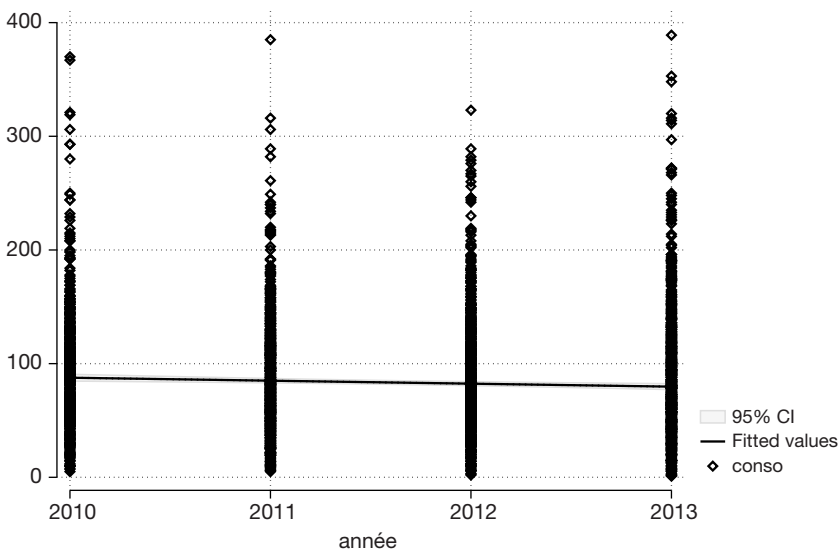
Le panel d'origine, non cylindré, a été rééchantillonné. En effet, l'introduction du nouveau tarif s'est effectuée en deux temps à Dunkerque, en fonction du type de logement. Les maisons individuelles ont immédiatement bénéficié du nouveau tarif, puisqu'elles disposaient déjà d'un compteur individuel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

Dès lors, nous avons conservé les 68 % d'usagers 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.

Tableau 1. Statistiques descriptives sur les volumes d'eau potable consommés en m<sup>3</sup>/an

Année	Observations	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
2010	679	93,87040	59,12245	5	691
2011	742	89,50674	54,39476	5	602
2012	825	86,96727	50,27521	2	323
2013	899	87,73192	56,76180	1	464

Figure 3. Évolution des tendances de consommation dans le panel rééchantillonné



## La variable dépendante

Nous cherchons à expliquer les évolutions de la consommation des ménages après 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 1 récapitule les principales statistiques descriptives autour de la consommation année par année.

Nous observons, à Dunkerque, qu'une baisse tendancielle de la consommation d'eau potable domestique rejoint les observations empiriques faites par Montginoul, Rinaudo et Desprats [2017] au niveau national. Nous pouvons illustrer graphiquement (figure 3) la baisse de la consommation du panel.

## Les variables indépendantes

### Les variables de contrôle

Nous savons (avec Montginoul, Rinaudo et Desprats [2017], et 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. Nous avons utilisé par ailleurs la variable Positifreduire qui évalue la prédisposition psychologique du foyer à réduire sa consommation<sup>13</sup>. 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, les consommateurs pouvant 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 avaient plus d'espace pour récupérer l'eau de pluie, par exemple. La variable Tailedufoyer mesure le nombre de personnes dans le foyer. Nous pouvons attendre un effet positif sur la consommation. De plus, en utilisant le code postal, nous pouvons contrôler l'implantation par quartier au sein de la ville de Dunkerque pour déterminer si le comportement des résidents de Dunkerque est le même que celui des autres communes de l'agglomération.

Du point de vue des statistiques descriptives, en prenant 2013 comme année de référence, la distribution entre les trois groupes de consommateurs (T1 pour une consommation < 75 m<sup>3</sup>; T2 pour une consommation [75;200]; T3 pour une consommation > 200 m<sup>3</sup>) 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 Dunkerquois<sup>14</sup> :

13. Il 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.

14. Données issues du fichier client de Dunkerque.

- T1 : 63,12 % ;
- T2 : 33,25 % ;
- T3 : 3,61 % .

Nous voyons donc que le rééchantillonnage 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.

### Les variables de prix

Nous avons utilisé plusieurs *proxies* pour calculer les différents prix pertinents à étudier. 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 mètre cube par la quantité consommée. Le tarif unitaire était de 0,9634 €/m<sup>3</sup> en 2010 puis de 0,9785 €/m<sup>3</sup> en 2011.

À partir de l'instauration du tarif progressif, il y a désormais trois tranches avec de nouveaux prix marginaux (*cf.* la troisième section). 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 étudiées : 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<sub>tz</sub>* et *LogMP<sub>tz</sub>*

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 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.

Tableau 2. *Évolution de la facture médiane (en euros) sur le Dunkerquois*

	2010	2011	2012	2013
Évolution de la facture médiane (ensemble)	83,81	80,23	65,31	66,84
Évolution de la facture médiane pour les T1	51,06	49,90	42,33	40,67
Évolution de la facture médiane pour les T2	105,01	106,65	117,33	114,27
Évolution de la facture globale pour les T3	237,47	234,84	237,26	245,42

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. Le tableau 2 présente l'évolution de la facture médiane au niveau global et par catégorie de consommateur.

Nous pouvons tirer plusieurs enseignements de ce tableau :

- 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 ;
- le prix de la facture médiane a, inversement, augmenté pour la tranche 2 ;
- le prix médian a également augmenté pour la tranche 3.

Toutefois, ces statistiques descriptives sont limitées. D'abord, il ne s'agit que de médianes et nous observons la présence de quelques valeurs extrêmes isolées. Ensuite, ces figures 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.

Cet ensemble de raisons justifie de recourir à des méthodes économétriques pour évaluer statistiquement l'impact des chocs exogènes sur les prix suite au changement tarifaire.

Le tableau 3 suivant récapitule l'ensemble des variables utilisées.

Tableau 3. *Tableau synthétique des variables*

Variable	Moy.	Écart type	Min.	Max.	Définition
Conso	89,190	55,108	1	691	Variable de consommation en m <sup>3</sup>
Prixfacture	88,449	61,861	0,83	686,06	Facture totale (part variable uniquement) payée par le ménage
AP	0,954	0,103	0,750	1,478	Prix moyen au mètre cube par foyer (Prixfacture/quantité)
MP	1,135	0,35	0,84	2,07	Prix marginal appliqué au consommateur
Tailedufoyer	2,792	1,355	1	10	Composition du foyer (en nombre de personnes)
Positifreduire	0,787	0,409	0	1	Réponse (oui/non) à la question de la disposition du ménage à réduire sa consommation

## 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-Pagan<sup>15</sup> (1979); Hausman<sup>16</sup> (1978) et de Mundlak<sup>17</sup> (1973) ont confirmé des effets aléatoires.

*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 :

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

*i* désignant l'agent *i* et *t* désignant l'année de référence. Les effets individuels sont capturés par  $\alpha_i$  et l'effet année par  $\tau_t$ . Ainsi, le coefficient  $\beta_1$  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 :

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

*i* désignant l'agent *i* et *t* désignant l'année de référence. Ainsi, le coefficient  $\beta_1$  nous donnera une estimation de l'élasticité-prix en fonction des variations du prix marginal à l'année  $t - 1$ .

*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 ( $t_1, t_2, t_3$ ), les

15. Résultats 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).

16. Résultats du test de Hausman : probabilité  $> \text{Chi}^2 = 0,5981$  (si  $p < 0,1$  rejet de  $H_0$  sur l'absence de différence systématique entre effets fixes et effets aléatoires).

17. Résultats du test de Mundlak :  $p < 0,0000$ , confirment la présence d'effets aléatoires.

différents prix, afin d’isoler l’effet croisé d’appartenir à une certaine catégorie et de voir son prix évoluer.

Formellement :

$$\begin{aligned} \text{LogConso}_{it} = \beta_0 & & +\beta_1 \text{LogAPI}_{it-1} \\ & & +\beta_2 \text{LogAP2}_{it-1} \\ & & +\beta_3 \text{LogAP3}_{it-1} \\ & & +\beta_4 \text{VariablesControle}_{it} \\ & & +\tau_t + \alpha_i + \varepsilon_{it} , \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LogConso}_{it} = \beta_0 & & +\beta_1 \text{LogMPI}_{it-1} \\ & & +\beta_2 \text{LogMP2}_{it-1} \\ & & +\beta_3 \text{LogMP3}_{it-1} \\ & & +\beta_4 \text{VariableControle}_{it} \\ & & +\tau_t + \alpha_i + \varepsilon_{it} . \end{aligned}$$

Les coefficients  $\beta_1, \beta_2$  nous donneront les élasticités-prix par catégories de consommateurs.

### Résultats attendus et rappel des propositions

Le tableau 4 résume les propositions et les résultats attendus.

Tableau 4. Résultats attendus par propositions

Propositions	Résultats attendus
Proposition 1 : Les élasticités des consommateurs sont hétérogènes.	$\eta_1 \neq \eta_2 \neq \eta_3$ où $\eta$ désigne l'élasticité-prix de la demande.
Proposition 2 : L'instauration d'un tarif progressif imparfaitement discriminant se traduit par des distorsions entre types 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 $\beta$ sont plus forts avec logAP qu'avec logMP.

## Résultats

Nous obtenons les résultats suivants (tableau 5) qui nous permettent de déterminer les élasticités par groupe de consommateurs.

Tableau 5. Résultats économétriques

	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
Effet individuel	Oui	Oui	Oui	Oui
Contrôle par le code postal	Oui	Oui	Oui	Oui
R <sup>2</sup>	0,1864	0,2833	0,2375	0,2884

Note : \*  $p < 0,10$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*\*\*  $p < 0,010$ .

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 et Reynaud [2001]; Porcher [2014]). D'autres auteurs avaient relevé des élasticités comprises entre  $-0,2$  et  $-0,66$  pour l'eau potable en France (Nauges et Thomas [2003]; Garcia et Reynaud [2004]; Porcher [2014]) et dans les pays en développement (Nauges et Whittington [2010]).

– 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 T1 et 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 changer, 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 réagi malgré tout 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.

## Analyse des transferts intergroupes

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 6 varient légèrement ici par rapport au panel, puisque les appartements sont inclus dans cette base clients.

Tableau 6. *Simulation des variations de recettes*

	2011	2013	Variation
Nombre de clients	91 871	94 006	2,32 %
Consommation moy. globale (m <sup>3</sup> )	80,4657	78,489	– 2,46 %
Conso moy. si T1 (m <sup>3</sup> )	55,966	58,482	4,50 %
Conso moy. si T2 (m <sup>3</sup> )	111,677	111,632	– 0,04 %
Conso moy. si T3 (m <sup>3</sup> )	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 €

Avant de proposer une interprétation de ces résultats, il est utile de préciser que ces calculs de recettes ne sont que des simulations qui ne tiennent pas compte des impayés<sup>18</sup>, par exemple, et des coûts. Autrement dit, l'augmentation significative des recettes ne signifie pas nécessairement une augmentation du profit. Cette table permet d'observer les évolutions réelles de la consommation sur le Dunkerquois. Plusieurs enseignements peuvent néanmoins en être tirés.

– La consommation moyenne a baissé d'environ 2,46 % en deux 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 intergroupes :

– 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.

– La catégorie des petits consommateurs a augmenté, alors que celles des moyens et gros consommateurs ont diminué, laissant envisager que certains ont changé de catégorie après le nouveau tarif.

– Les variations de consommation au sein des groupes doivent tenir compte de la mobilité intergroupes, comme le met en avant le modèle théorique. 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 euros !

– La redistribution intergroupes 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 de Crampes et Lozachmeur [2014] mais également à l'étude de 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 sociodémographique des « gros consommateurs », sur qui repose le mécanisme de financement du tarif progressif.

---

18. Le taux d'impayés avoisine les 0,7 % selon le rapport de l'Onema de 2016.

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 et 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 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.

## CONCLUSION ET DISCUSSION

Le tableau 7 suivante synthétise les résultats par rapport aux propositions.

Tableau 7. Résultats attendus par proposition

Proposition	Résultat
Proposition 1 : Les élasticités des consommateurs sont hétérogènes.	Validée
Proposition 2 : L'instauration d'un tarif progressif imparfaitement discriminant se traduit par des distorsions entre types 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 rejetée

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. Cette contribution prolonge donc la réflexion engagée par Nauges et Whittington [2017] qui mettaient en avant les arbitrages entre efficacité, redistribution et équité lors de l'instauration d'un tarif progressif dans les pays en développement. Notre article permet de fournir une base théorique et empirique aux différents arbitrages réalisés par le décideur public, en mettant en exergue le caractère hétérogène des élasticités et les conséquences de celui-ci sur l'efficacité du dispositif dans un pays développé comme la France.

Dans le cas d'étude proposé, nous retrouvons les effets distorsifs présentés dans la modélisation théorique, puisque pour un gain marginal de  $0,17 \text{ €/m}^3$  sur la tranche 1, il faudra « générer une perte » de  $0,55 \text{ €/m}^3$  sur la tranche 2 et de  $1,06 \text{ €/m}^3$  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  $0,20 \text{ €}$ ). *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 et Lozachmeur [2014] et de 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 sociodémographique 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 écosolidaire. Toutefois, ce dispositif, basé sur l'autodéclaration en mairie a été très peu suivi par les consommateurs (moins de dix 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. L'observation que certains agents, ceux situés aux extrémités des tranches, réagissent au prix marginal et non au prix moyen comme le suggérerait la théorie standard, vient contredire le résultat obtenu par Ito [2014] qui retrouvait une réaction des consommateurs au prix moyen espéré. 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 que globalement 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 et 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.

À 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. À 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.

Enfin, il demeure que ce tarif, malgré les résultats plutôt positifs que nous observons, génère toutefois 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. En effet, comme l'ont analysé Malin et Martimort [2001], les monopoles discriminants confrontés à une incomplétude de l'information devront accroître leurs marges dans la construction de leurs schémas tarifaires. Puisque le monopole ne peut compter que sur ses recettes pour récupérer ses coûts, une erreur d'anticipation sur la réaction des consommateurs lui sera préjudiciable. C'est l'une des raisons qui pourrait expliquer l'augmentation des recettes après l'instauration du nouveau tarif.

Il reste une question 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. À Dunkerque par exemple, l'opérateur communique en indiquant que « 80 % des usagers ont vu leur facture baisser<sup>19</sup> ». Cette dimension politique doit être prise en considération.

Plusieurs limites sont présentes dans cette étude. D'abord, compte tenu de nos données de terrain, nous ne disposons pas d'informations sur la socio-démographie et les revenus des ménages. Or, il aurait été intéressant de savoir si les ménages réagissant bien au prix marginal étaient d'abord les catégories socioprofessionnelles 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.

19. Communication de l'Eau du Dunkerquois, 2012.



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<sup>20</sup> » accordé aux familles nombreuses pourraient être des palliatifs qui iraient dans le sens 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 certains 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 de construction 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 multicritères (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 pour le logement). Là encore, il existe peu de chiffres disponibles et précis sur le 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 120 m<sup>3</sup>, 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.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATKINSON A. B. et STIGLITZ J. E. [1976], « The Design of Tax Structure: Direct versus Indirect Taxation », *Journal of Public Economics*, 6 (1-2), p. 55-75.  
BARRAQUÉ B. [2016], « Effets redistributifs de la tarification progressive : le cas d'une ville moyenne », *Techniques Sciences Méthodes*, 2016 (5), p. 72-82.

---

20. Ce 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.

- BINET M.-E., CARLEVARO F. et PAUL M. [2016], « La demande d'eau potable à La Réunion : estimation à partir de données d'enquête », *Revue d'économie politique*, 126 (1), p. 155-191.
- BOITEUX M. [1956], « Sur la gestion des monopoles publics astreints à l'équilibre budgétaire », *Econometrica*, 54 (1), p. 22-40.
- BOITEUX M. [2013], « Éclairer une assiette vide ? », *Commentaire*, 143, p. 662-664.
- BOLAND J. J. et WHITTINGTON D. [1998], « The Political Economy of Increasing Block Tariffs for Water in Developing Countries », *EEPSA Special and Technical Paper*, sp199801t3.
- BORENSTEIN S. [2008], « Equity Effects of Increasing-Block Electricity Pricing », *CSEM Working paper* 180.
- BORENSTEIN S. [2009], « To What Electricity Price Do Consumers Respond? Residential Demand Elasticity under Increasing-Block Pricing », *mimeo*, UC Berkeley.
- BORENSTEIN S. [2012], « The Redistributive Impact of Nonlinear Electricity Pricing », *American Economic Journal: Economic Policy*, 4 (3), p. 56-90.
- CASTRO-RODRÍGUEZ F., DA-ROCHA J. M. et DELICADO P. [2002], « Desperately Seeking  $\theta$ 's: Estimating the Distribution of Consumers under Increasing Block Rates », *Journal of Regulatory Economics*, 22 (1), p. 29-58.
- COURNOT A.-A. [1838], *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, Paris, L. Hachette.
- CRAMPES C. et LOZACHEUR J.-M. [2014], « Tarif progressif, efficience et équité », *Revue d'économie industrielle*, 148, p. 133-160.
- DIAMOND P. A. [1998], « Optimal Income Taxation: An Example with a U-Shaped Pattern of Optimal Marginal Tax Rates », *American Economic Review*, 88 (1), p. 83-95.
- DUPUIT J. [1844], « De la mesure de l'utilité des travaux publics », *Annales des ponts et chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur*, 2<sup>e</sup> série, 2 (8), p. 332-375.
- ERDLENBRUCH K., LOUBIER S., MONTGINOUL M., MORARDET S. et LEFEBVRE M. [2013], « La gestion du manque d'eau structurel et des sécheresses en France », *Sciences Eaux & Territoires*, 11, p. 78-85.
- GARCIA S. et REYNAUD A. [2004], « Estimating the Benefits of Efficient Water Pricing in France », *Resource and Energy Economics*, 26 (1), p. 1-25.
- GRAFTON R. Q., WARD M. B., TO H. et KOMPAS T. [2011], « Determinants of Residential Water Consumption: Evidence and Analysis from a 10-Country Household Survey », *Water Resources Research*, 47 (8), W08537, doi:10.1029/2010WR009685.
- HOTELLING H. [1938], « The General Welfare in Relation to Problems of Taxation and of Railway and Utility Rates », *Econometrica*, 6 (3), p. 242-269.
- ITO K. [2014], « Do Consumers Respond to Marginal or Average Price? Evidence from Nonlinear Electricity Pricing », *The American Economic Review*, 104 (2), p. 537-563.
- KAHNEMAN D. et TVERSKY A. [1979], « Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk », *Econometrica*, 47 (2), p. 263-291.
- LIEBMAN J. B. et ZECKHAUSER R. J. [2004], « Scheduling », *mimeo*, Harvard University et NBER.
- MALIN É. et MARTIMORT D. [2001], « Les limites à la discrimination par les prix », *Annales d'économie et de statistique*, 62, p. 209-249.
- MARSHALL A. [1909], *Principes d'économie politique*, Paris, V. Giard et E. Brière, t. 2.
- MAYOL A. [2017], « Social and Nonlinear Tariffs on Drinking Water: Cui Bono? Empirical Evidence from a Natural Experiment in France », *Revue d'économie politique*, 127 (6), p. 1161-1185.
- MIRRELES J. A. [1971], « An Exploration in the Theory of Optimum Income Taxation », *The Review of Economic Studies*, 38 (2), p. 175-208.
- MONTGINOUL M., RINAUDO J.-D. et DESPRATS J.-F. [2017], « La consommation en eau urbaine dans les villes françaises : tendances actuelles sur deux métropoles méditerranéennes », *Techniques Sciences Méthodes*, 2017 (3), p. 12-24.

- NAUGES C. et REYNAUD A. [2001], « Estimation de la demande domestique d'eau potable en France », *Revue économique*, 52 (1), p. 167-185.
- NAUGES C. et THOMAS A. [2003], « Long-Run Study of Residential Water Consumption », *Environmental and Resource Economics*, 26 (1), p. 25-43.
- NAUGES C. et WHITTINGTON D. [2010], « Estimation of Water Demand in Developing Countries: An Overview », *The World Bank Research Observer*, 25 (2), p. 263-294.
- NAUGES C. et WHITTINGTON D. [2017], « Evaluating the Performance of Alternative Municipal Water Tariff Designs: Quantifying the Tradeoffs between Equity, Economic Efficiency, and Cost Recovery », *World Development*, 91, p. 125-143.
- NKENGFACK H., NOUBISSI DOMGUIA E. et KAMAJOU F. [2017], « Analyse des déterminants de l'offre de l'eau potable au Cameroun », *document de travail*, hal-01510111.
- OCDE [1987], *Tarifification des services relatifs à l'eau*, Paris, OCDE.
- PIGOU A. C. [1927], *Industrial Fluctuations*, Londres, Macmillan and Company Limited.
- PORCHER S. [2014], « Efficiency and Equity in Two-Part Tariffs: The Case of Residential Water Rates », *Applied Economics*, 46 (5), p. 539-555.
- SAEZ E. [1999], « Do Taxpayers Bunch at Kink Points? Technical Report », *NBER Working paper* 7366.
- SIMON H. A. [1972], « Theories of Bounded Rationality », dans C. B. MCGUIRE et R. RADNER (dir.), *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschak*, Amsterdam, North-Holland, p. 161-176.
- TIEBOUT C. M. [1956], « A Pure Theory of Local Expenditures », *Journal of Political Economy*, 64 (5), p. 416-424.
- TINBERGEN J. [1952], *On The Theory of Economic Policy*, Amsterdam, North-Holland, 2<sup>e</sup> éd.
- TIROLE J. [1988], *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- VALERO V. [2015], « Les écarts de prix de l'eau en France entre les secteurs privé et public », *Revue économique*, 66 (6), p. 1045-1066.
- VARIAN H. R. [1989], « Price Discrimination », dans R. SCHMALENSEE et R. D. WILLIG (dir.), *Handbook of Industrial Organization*, Amsterdam, North-Holland, vol. I, p. 597-654.
- WALRAS L. [1896], *Éléments d'économie politique pure, ou, Théorie de la richesse sociale*, Lausanne, F. Rouge, et Paris, F. Pichon, 3<sup>e</sup> éd.
- WILSON R. B. [1993], *Nonlinear Pricing*, New York / Palo Alto, Oxford University Press / Electric Power Research Institute.