

Durabilité sociale de la gestion de l'eau urbaine en France et évaluation des effets sociaux d'un modèle d'analyse garantissant la solidarité dans l'accès à l'eau

Marie Tsanga Tabi and Amir Nafi

Volume 13, Number 3, December 2013

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1026873ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Tsanga Tabi, M. & Nafi, A. (2013). Durabilité sociale de la gestion de l'eau urbaine en France et évaluation des effets sociaux d'un modèle d'analyse garantissant la solidarité dans l'accès à l'eau. *VertigO*, 13(3).

Article abstract

The evolution of the paradigm of urban water management highlights the issue of sustainability of water utilities. It appears that the social aspect of the sustainability is not enough considered even if its impact on global equilibrium is significant. The proposed study focuses on the concept of social sustainability that is analysed according to theoretical and empirical self-developed decision aiding model for water pricing mitigation called "modèle de tarification solidaire multi-objectifs, TSMO". It aims at highlighting internal solidarity mechanisms able to ensure trade-off between budget equilibrium of the utility and equity between users and utility in order to share the financial effort in a robust and sustainable way. This goal can be reached by eliminating the poverty in water with the help of an adaptative pricing tool.



Marie Tsanga Tabi et Amir Nafi

Durabilité sociale de la gestion de l'eau urbaine en France et évaluation des effets sociaux d'un modèle d'analyse garantissant la solidarité dans l'accès à l'eau

Introduction

- 1 Le paysage français des systèmes urbains d'eau potable est le théâtre de mutations qui affectent l'organisation et le fonctionnement des services au point de questionner la durabilité de ces entités sur un plan social, économique et environnemental. Si les dimensions économiques et environnementales du triptyque de cette durabilité ont abondamment été traitées dans la littérature et sur un plan empirique, le volet social de cette durabilité a plutôt été négligé que ce soit sur un plan pratique par les acteurs ou sur un plan théorique par les analystes.
- 2 Or, les dernières décennies ont vu s'imposer la recrudescence de vulnérabilités socio-économiques dans les pays du Nord¹ combinée à un accroissement ininterrompu du prix de l'eau. Ainsi, alors que paradoxalement, les pays riches ont relevé le défi du génie sanitaire et ont atteint un niveau d'équipement exceptionnel en infrastructures de réseaux, symboles de développement et de modernité, cette technique et le prix nécessaire pour la mettre à disposition des populations sont devenus un obstacle à l'accès au service dans le domaine de l'eau. Ainsi, les dynamiques de changement bousculent les équilibres globaux à l'œuvre jusque-là en limitant l'accès à l'eau, et questionnent aujourd'hui la durabilité des services sous un angle nouveau: celui de la durabilité sociale.
- 3 C'est cette idée neuve que nous analysons dans cet article. À cet effet, nous adoptons une démarche théorico-empirique qui s'appuie sur la construction d'un modèle d'optimisation du triptyque de la durabilité du service d'eau et d'évaluation de ses effets sociaux que nous testons dans le cadre tarifaire grâce à un outil baptisé « modèle de tarification solidaire multi-objectifs, TSMO ». Notre travail se décline en quatre grandes parties: d'abord une présentation des mutations à l'œuvre dans la gestion de l'eau urbaine en France ainsi que les éléments bibliographiques en lien avec la notion de durabilité sociale; nous décrivons ensuite le modèle d'analyse de la durabilité sociale développé. La troisième partie traite de l'implémentation du modèle et des scénarii de durabilité qui sont testés. La dernière partie illustre les résultats obtenus de l'application de l'outil TSMO à un service d'eau en régie et en dégage les principaux enseignements.

Mutations et dynamiques de transition des systèmes de gestion urbaine de l'eau: comment en vient-on à interroger la durabilité sociale des services publics d'eau en France?

- 4 Trois dynamiques de changements dont les répercussions ont une portée sociale dans les systèmes urbains d'eau potable sont à l'œuvre: la première se situe sur un plan socio-économique, la deuxième sur un plan technico-économique et la troisième relève du domaine socio-environnemental.

La dynamique des mutations socio-économiques

- 5 Les changements socio-économiques qui affectent les économies des pays industrialisés depuis le milieu des années 1970 font émerger une pauvreté persistante associée à des formes de précarité nouvelles: pauvreté des actifs avec des répercussions se faisant ressentir en particulier dans les familles monoparentales, pauvreté des enfants et des jeunes qu'on retrouvera de plus en plus parmi les sans domiciles fixes (SDF). L'explication résulte alors non plus de la survenance d'accidents conjoncturels des trajectoires individuelles, mais d'une

défaillance des mécanismes de régulation du marché du travail et d'une désorganisation des solidarités traditionnelles. La France compte ainsi un peu plus de 8 millions de personnes pauvres², soit près de 13,5% de la population en 2009 (Insee, 2011) avec 3,7 millions de travailleurs pauvres³ (Observatoire des inégalités, 2011). Ces évolutions affectent de fait les profils des usagers des services d'eau qui se retrouvent confrontés à une nouvelle forme de pauvreté: la « pauvreté en eau » (Fitch et Price, 2002). Les pauvres en eau désignent désormais la catégorie d'abonnés dont les problèmes d'accès au service s'apprennent au travers du poids de la facture d'eau dans le revenu disponible, et dont le seuil fixé conventionnellement à 3% est repris par l'OCDE⁴.

La dynamique des mutations technico-économiques

- 6 Dans le domaine de la gestion des infrastructures d'eau et d'assainissement caractérisé par une forte intensité en nouvelles technologies du génie sanitaire, les investissements n'ont cessé de croître: les seuls investissements en infrastructures sont passés de 4,5 millions d'euros par an en 2001 à 7,7 millions d'euros en 2007⁵. Par ailleurs, la logique de recouvrement des coûts par le prix payé par l'utilisateur à l'œuvre dans les services d'eau génère des hausses du prix de l'eau qui deviennent intolérables pour les populations défavorisées. En effet, l'écart entre le taux d'accroissement cumulé du prix de l'eau comparativement à celui du coût de la vie atteint les 30% entre 1994 et 2007 (Smets, 2008). Si cet écart s'est réduit entre 2000 et 2011 pour atteindre 10% (Insee 2011) du fait de la mise en concurrence des contrats de délégation aux compagnies privées, on est resté dans une dynamique de hausse du prix de l'eau avec un taux d'accroissement annuel moyen de 3% (Insee, 2011).

La dynamique des mutations socio-environnementales

- 7 Un troisième facteur concourt aux transformations significatives en cours au sein des systèmes urbains d'eau: la baisse tendancielle des consommations d'eau. Le phénomène est largement perceptible dans les grandes villes telles que Paris où le service a constaté une baisse de ses ventes d'eau de 25% entre 1990 et 2007 (Barraqué, 2007); à Nantes où la consommation moyenne par abonné a chuté de 31% entre 2003 et 2008 (Montginoul et al., 2010), ou encore à Lyon où en 2008 le service notait que les volumes d'eau vendus avaient baissé de 3,15% en un an alors que le nombre d'usagers augmentait de 1,67%. À l'échelle nationale, entre 2004 et 2008, la consommation domestique d'eau potable est passée de 165 litres par jour et par habitant à 151 litres, soit une baisse de 2,2% par an en moyenne (Commissariat général au développement durable, 2011).
- 8 Plusieurs explications sont avancées: la sensibilité des abonnés au prix traduite par le concept d'élasticité prix⁶; la recherche de solutions alternatives qui amène les usagers confrontés à l'inflation du prix de l'eau à creuser leurs propres puits (Neverre et al., 2010) ou à récupérer les eaux de pluie; la minimisation des coûts des gros usagers industriels et commerciaux conduisant à rationaliser leurs achats d'eau en tant qu'intrants; et enfin la production des nouvelles gammes d'appareils électroménagers de plus en plus économes en eau (Poquet et Maresca, 2006).
- 9 Face à ces changements de comportements des usagers, les services d'eau n'ont que peu d'alternatives. Soit, ils peuvent étendre leur territoire de desserte et compenser les pertes de recettes par de nouveaux abonnés, soit toutes choses égales par ailleurs, ils ne peuvent suppléer à ces baisses qu'en augmentant le prix de l'eau. L'une des pistes plus inattendues que l'on voit émerger du côté du secteur privé de l'eau en réponse à ce problème consisterait à faire payer à l'utilisateur des services dits environnementaux (protection de la ressource, préservation des milieux...) (Le Bris et Coutard, 2008).
- 10 Une autre contrainte cette fois-ci réglementaire participe à l'inflation du prix de l'eau, il s'agit de l'effet induit par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) de 2000 qui impose une reconquête du bon état écologique de l'ensemble des masses d'eau continentales et littorales (et étendu en 2008 aux milieux marins). Le financement des politiques de lutte contre les pollutions diffuses par la facture d'eau s'amplifie et aggrave les problèmes d'accessibilité financière au service des populations vulnérables.

- 11 Au final, ces dynamiques de changement qui s'exercent sur un plan social, économique et environnemental bousculent les équilibres globaux jusque-là à l'œuvre en termes d'accès à l'eau et questionnent la durabilité des services sous un angle nouveau: celui de la durabilité sociale.

Statut du concept de durabilité sociale et énoncé du problème dans le cadre des systèmes de gestion urbaine de l'eau

- 12 La plupart des analystes de la durabilité sociale s'accordent sur le statut précaire du concept d'un point de vue théorique et empirique. Ce n'est que très récemment qu'il a pris de l'intérêt dans les réflexions en sciences sociales et humaines sur la durabilité (Ballet *et al.*, 2011; Clément *et al.*, 2011; Vallance *et al.*, 2011⁷; Littig et Griessler, 2005⁸). Ce constat est encore plus vrai dans le cas de l'eau où il n'existe quasiment pas de travaux qui traitent de cette question. Il importe donc de donner un contenu à cette notion de durabilité sociale avant de pouvoir la tester.

L'émergence et la construction du concept de la durabilité sociale sur le plan analytique et empirique

- 13 (Sachs, 1999) a été parmi les premiers auteurs à aborder le thème de la durabilité sociale dans son analyse sur le développement en réaction à l'idolâtrie de la croissance et du PIB au début des années 1970. Sachs défend l'idée d'une croissance raisonnée ouverte au principe d'écodéveloppement (protection de l'environnement) et favorisant une dimension sociale redistributive forte. Cependant, ainsi que le fait remarquer (Ballet *et al.*, 2011), cette conception du développement privilégie l'autonomie de la production économique par rapport à ses effets sur les autres dimensions sociales et environnementales qui ne sont analysées qu'en termes d'externalités. Et c'est notamment sur la dimension environnementale que se sont focalisées les analyses d'externalités, le social étant par définition induit et hors du marché. De ces analyses focalisées sur la dimension environnementale de la durabilité sont nés les courants « préservationnistes » de l'économie écologique radicale (Daly, 1996) qui exclue toute tentative d'extension du concept de durabilité à d'autres dimensions que l'environnement, ainsi que la mouvance « conservationniste » (Robinson, 2004) qui met l'accent sur la question de l'utilisation future des ressources naturelles. Ce primat de la question écologique du développement qui est à l'origine de la problématique du développement durable a donné lieu à ce que certains considèrent comme un phénomène « d'hypertrophie environnementale » ou encore « d'aliénation écologique » (Ballet *et al.*, 2011), au sens où l'écologie en arrive à masquer l'importance du volet social.
- 14 Dans le domaine de la gestion de l'eau où le statut de ressource naturelle du bien étudié induit une prise en compte institutionnelle et organisée de la dimension environnementale, la question écologique est prioritaire (voir les objectifs du Grenelle Environnement⁹) et son importance n'a cessé de s'accroître avec le renforcement des exigences environnementales sur le plan réglementaire au niveau européen (DCE) et national. Cette centralité donnée au volet environnemental de la gestion urbaine de l'eau a favorisé le développement de ce que certains analystes qualifient de « néo-libéralisme de la nature » (Goldman, 2005) ou de « capitalisme vert ». D'autres auteurs (Bakker, 2003) affirment qu'il existe un ressort environnemental à la privatisation des services d'eau renforcé par le caractère « vert » accru de la régulation du secteur de l'eau. Dans ce contexte de conquête de la durabilité environnementale, la répercussion de la dépense environnementale sur le prix payé par l'utilisateur pour préserver la ressource aboutit à un paradoxe: celui de mettre en péril la durabilité sociale du service et par effet de ricochet, la durabilité économique. Le principe payeur-pollueur initial sous-tendu est devenu caduc et transfère une charge indue aux consommateurs d'eau, ce qui induit une inflation du prix de l'eau qui accroît les difficultés d'accès au service des populations socio-économiquement vulnérables. Cette tension sur l'accès à l'eau accroît les risques d'impayés et par conséquent amoindrit les recettes financières dont le seuil de tolérance a déjà été atteint

pour certains services en France (villes de Niort, Creil, Dunkerque), ainsi que dans d'autres pays d'Europe (Angleterre)¹⁰.

15 C'est donc face au constat de l'impact des dynamiques sociales sur la durabilité globale des systèmes que l'on en vient à questionner le social dans le secteur de l'eau. En réalité, les réflexions sur la durabilité sociale qui prennent à bras le corps les problèmes de pauvreté émanent des institutions internationales (Banque Mondiale, PNUD, 1997, 2010¹¹) dans le cadre des politiques de croissance des pays en développement d'Afrique et d'Asie qu'elles soutiennent. Ces approches visent alors la réduction des inégalités sociales et leurs effets sur les populations. Ainsi, entre 2005 et 2010, les rapports sur le développement du PNUD s'inscrivent dans une démarche qui intègre sans détour les questions de justice sociale et d'équité rencontrées dans les pays en développement.

16 Une seconde approche de la durabilité sociale émane des travaux de (Sen, 1992) sur les « capacités » des populations comme capacités d'action et de liberté d'accomplissement propres aux individus-acteurs et fonction des opportunités qui leur sont offertes (dotations en biens naturels et droits d'accès tenant lieu d'opportunités pour les populations). Toutefois, ainsi que le soulignent (Clément *et al.*, 2011), les interactions entre dimension sociale et environnementale sont en rivalité. Dans les pays industrialisés¹², leur mise en compatibilité pose problème, non seulement parce que chaque dimension a une logique de soutenabilité qui lui est propre, mais aussi en raison des conflits d'intérêts inhérents aux logiques d'acteurs en présence (Tsanga, 2011 a). Selon le degré d'intégration de la dimension sociale dans un système donné et le type d'arbitrage des acteurs en présence, on en arriverait à parler de version faible ou forte de la durabilité sociale pour reprendre l'expression de Daly, (1998), qui l'applique à la durabilité environnementale¹³. La version forte de la durabilité sociale serait celle qui privilégie avant tout la dimension humaine. Sur le fond, une telle approche de la durabilité sociale rejoint la théorie des missions des services essentiels prônée par la doctrine française du service public: « Fondamentalement, les services publics sont faits pour satisfaire leurs utilisateurs et pour assurer en même temps la cohésion sociale » (Denoix de Saint-Marc, 1996).

17 Comment dès lors cerner la dimension sociale de la durabilité dans le domaine qui nous intéresse? S'il convient au préalable de reconnaître le rôle et la place des interactions sociales dans la durabilité d'ensemble des systèmes de gestion urbaine de l'eau, il faut ensuite s'accorder sur le sens à donner au mot « social », car le terme en lui-même est polysémique. Les acceptions du « social » sont diverses, et chaque discipline en a une définition qui lui est propre. Les économistes l'abordent à travers la question du bien-être et des politiques publiques de redistribution des richesses entre les acteurs économiques. La sociologie, le droit, et bien d'autres courants d'analyse l'abordent à travers l'idée de solidarité, de cohésion et de lien social, de justice sociale, d'équité et de l'analyse des différents facteurs qui contribuent au renforcement ou à la destruction des liens sociaux dans une société. (Littig et Griessler, 2005) cité par Clément *et al.*, (2011) s'y réfèrent pour donner un contenu à la notion de durabilité sociale: « La durabilité sociale est un attribut de la qualité de vie d'une société. Elle renvoie à la nature sociétale des relations qui passent par le travail ainsi que par les relations humaines établies au sein de la société. Une communauté est socialement durable, si les modalités établies du travail et les arrangements institutionnels qui en découlent -*et qui sont censées satisfaire un ensemble élargi de besoins fondamentaux*¹⁴ - sont organisés dans l'intention de préserver dans le temps la nature et ses capacités reproductives *selon des idéaux de justice sociale, de dignité humaine et de participation* ». ¹⁵ Définir la durabilité sociale revient au final à identifier les enjeux de nature sociétale qui s'exercent dans le cadre des interactions entre acteurs du secteur de l'eau. Le tableau ci-dessous dresse un inventaire des facteurs exogènes et endogènes utile à l'appréhension de la durabilité sociale des services d'eau.

Tableau 1. Inventaire des facteurs endogènes et exogènes exerçant une influence sur la durabilité sociale des services d'eau

Type(s) de facteurs	Définition
Facteurs endogènes	

Conditions d'accès au service	Niveau du prix de l'eau; Inégalités et inéquités d'accès au service générées par les conditions d'accès au service
Comportements de consommation d'eau des ménages	Usages en eau des ménages et réactions aux variations du prix de l'eau et aux variations de revenu (élasticité prix et élasticité-revenu)
Représentations des acteurs et formes de déclinaison de la durabilité au sein du service d'eau	Visions de la durabilité propres au monde de l'eau et niveau de responsabilité sociale des acteurs (politiques, gestionnaires, usagers) Nature des interactions entre les trois sphères de la durabilité et ampleur des conséquences sociales des logiques de durabilité économique et environnementale; Modalités de mise en compatibilité des trois dimensions de la durabilité du service;
Facteurs exogènes	
Facteur contextuel	Niveau de croissance économique et évolution démographique
Niveau de qualité « sociétale »	Niveau de pauvreté globale des populations; Inégalités sociales; Autres formes de vulnérabilité des populations: pauvreté des capacités humaines (capital social, participation, sécurité, droits humains...)
Niveau de régulation et de réduction des inégalités sociales et des inégalités d'accès au service d'eau	Efficacité des politiques de redistribution et des politiques sociales; Efficacité des dispositifs spécifiques et curatifs de maintien au service d'eau; Existence de modalités alternatives d'approvisionnement en eau (fontaines publiques...)
Représentations des acteurs et visions de la durabilité en présence	Degré d'acceptabilité sociale de la solidarité par la société civile; Niveau de responsabilité sociale des acteurs

- 18 Une première manière d'appréhender la dimension sociale de la durabilité dans notre cas consisterait à considérer les facteurs endogènes et exogènes qui influent ou expliquent cette dimension sociale et à intégrer « le social » comme variable à part entière, du modèle d'analyse du système étudié. Dans le cas de l'eau où cette dimension sociale n'a jusque-là été considérée que comme conséquence externe du système, une telle vision suppose d'internaliser le social dans le fonctionnement du service au même titre que les autres dimensions. De ce fait, la définition de la durabilité sociale que nous posons dans notre modèle d'analyse s'énonce en termes de prise en compte de l'équité sociale comme critère de justice sociale. Nous considérons deux niveaux d'équité: i) garantir l'accès à l'eau des plus pauvres, ii) rendre l'accès à l'eau équitable pour les catégories des usagers précaires en dessous d'un seuil acceptable de pauvreté en eau¹⁶. C'est-ce que propose notre modèle d'analyse de la durabilité sociale qui considère l'outil tarifaire comme un instrument intéressant d'intégration de la durabilité sociale.

L'outil tarifaire comme mécanisme d'intégration de la durabilité sociale

- 19 Dans le contexte de la gestion urbaine de l'eau où la règle de l'accès marchand au service constitue le cœur du système, le tarif est l'instrument par lequel s'opère la prise en compte de la durabilité sur le plan stratégique et opérationnel. Dole et Bartlett (2004) diront du tarif qu'il constitue un formidable outil de politique publique dans la mesure où il peut lui être attribué des objectifs politiques de nature différente. Ainsi, le tarif de l'eau a desservi en priorité des objectifs de durabilité économique, et a par la suite été mis au service d'enjeux environnementaux, qui avec le temps se sont transformés en impératifs de plus en plus contraignants avec lesquels le tarif se devait de s'accommoder, alimentant par la même occasion une nouvelle logique de « néo-libéralisme vert » (Goldman, 2005). Au demeurant et quoi qu'il en soit, « tout tarif a des conséquences sociales » ainsi que le faisait justement remarquer l'économiste Feldstein (1972).

- 20 Dans ce modèle de l'eau, les modes d'intervention sur le social se sont faits a posteriori sous la forme de mécanismes curatifs (dispositifs départementaux ou locaux d'aide aux impayés en eau)¹⁷. Cependant, dans un secteur de l'eau en mutations et un contexte général de désengagement de l'État central, ces dispositifs curatifs ont montré leurs limites (Rapport législatif du Sénat sur la solidarité des communes dans le secteur de l'eau) et remettent en cause la capacité du modèle à préserver l'accès au service des plus pauvres (Tsanga Tabi, 2007; 2009; 2011a). Certes, on a vu naître en France au cours de ces dernières années, des expériences éparses de « tarification sociale »¹⁸ de l'eau au sein des services, notamment dans le cadre de la vague actuelle de renégociation des contrats de délégation de service public au secteur privé, où le social serait devenu un nouvel argument de renégociation. Cependant, les premières évaluations ont mis en évidence la portée peu ambitieuse de la question sociale dans sa formulation tarifaire. En effet, les formules de tarification progressive par tranches pratiquées par les services d'eau¹⁹ se sont avérées inefficaces dans leur vocation à préserver l'accès à l'eau des ménages les plus pauvres, du fait du caractère inadapté de la tranche dite sociale à la taille et aux besoins réels en eau de cette catégorie de ménages. Il en résultait par conséquent une incapacité à résoudre durablement les problèmes d'accès et de maintien au service des populations vulnérables (Tsanga, 2011b). La pratique de tarifications à caractère véritablement social qui ciblent les ménages pauvres et qui jusque-là n'étaient pas légale du point de vue réglementaire vient d'être autorisée à titre expérimental par une loi récente (loi Brottes) d'avril 2013. Aussi, il y a plus d'une bonne raison qui justifie de s'intéresser au prix comme support d'intégration de la durabilité sociale des services d'eau:
- 21 le constat que le prix de l'eau en tant que facteur endogène de la durabilité sociale constitue un obstacle à l'accès au service;
- 22 il n'existe par ailleurs quasiment pas d'études qui aient étudié la question de la durabilité sociale dans le secteur de l'eau des pays du Nord²⁰ en termes d'interactions entre les trois dimensions de la durabilité du service en vue de définir les conditions d'une durabilité sociale authentique;
- 23 l'intérêt enfin de tester une vision de la durabilité, non plus à l'échelle macro et globale, mais à une échelle sectorielle et locale, face à l'échec des solutions globales et supra-territoriales, et face à l'échec des solutions régulatrices et compensatrices des politiques sociales.

Modélisation et analyse de la durabilité sociale d'un système urbain d'eau potable : le modèle de tarification solidaire multi-objectifs (TSMO)

- 24 Le modèle d'analyse de la durabilité des systèmes de gestion urbaine de l'eau que nous développons repose sur un énoncé du problème à résoudre et sur des hypothèses que nous décrivons ci-après. Les résultats de ce modèle qui s'applique au service dans le cadre de l'outil tarifaire, s'interprètent à l'échelle de l'année comptable.

Les hypothèses

- 25 Trois hypothèses structurent le modèle d'analyse de la durabilité sous-jacent à la conception de l'outil « TSMO »:
- 26 En premier lieu, nous estimons qu'un tarif intégrant un objectif de durabilité sociale constitue une solution a priori plus durable pour les populations vulnérables que les mesures curatives ponctuelles existantes.
- 27 Nous postulons en second lieu un fonctionnement inter-relié et interdépendant des variables du triptyque de la durabilité des services d'eau décrites dans le tableau 2.
- 28 Enfin, la modélisation des interactions entre ces trois variables du triptyque s'appuie sur la définition de relations de cause à effet faisant intervenir un ensemble de facteurs endogènes et exogènes de la durabilité des services d'eau notamment. Les interrelations entre la dimension économique et la dimension environnementale font intervenir la variable prix et la variable consommations d'eau des ménages au travers de l'élasticité prix dans le cadre d'une base de données représentative d'un service d'eau. Dans cette première version de notre modèle d'analyse, où le comportement de consommation en eau des ménages n'est pas modélisé par une fonction de demande en eau,²¹ nous nous sommes basés sur le calculateur de l'OIEAU²² qui

permet d'évaluer la consommation d'eau des ménages sur la base d'un ensemble de variables explicatives (type de logement collectif ou individuel, taille du ménage, statut d'actif ou non de l'usager...). La combinaison de ces éléments induit un niveau de consommation d'eau annuelle pour chaque ménage de la base de données. Cette consommation annuelle des ménages par catégories est ensuite distribuée au sein des abonnés de la base de données suivant une loi Log Normale. Dans ce cas de figure, le coefficient d'élasticité de la consommation d'eau par rapport au prix est une valeur d'entrée du modèle établie a priori et à partir de la littérature spécialisée. De la même manière et inversement, la consommation d'eau des ménages influe sur les recettes du service par l'intermédiaire de la facture d'eau recalculée. Les interrelations entre la dimension économique et la dimension sociale s'opèrent au travers des variables prix et revenu. Le prix de l'eau (le design tarifaire) influe le montant de la facture d'eau recalculée et son niveau dans le revenu des ménages, et par ricochet le niveau de pauvreté en eau; tandis qu'en retour le revenu des ménages détermine le niveau de pauvreté en eau et par ricochet le taux d'impayé du service qui se répercute sur le niveau de recettes du service.

Tableau 2. Description des trois principales variables du triptyque de la durabilité des services d'eau urbains

Dimension (s)	Variable de durabilité retenue	Critère de durabilité
Économique	Le niveau d'épargne du service	Préserver la capacité d'autofinancement et l'autonomie financière du service
Environnementale	Le niveau de la ressource en eau	Préserver la disponibilité de la ressource (en quantité) ²³
Sociale	L'accès de tous à l'eau et notamment des populations vulnérables	Satisfaire les besoins vitaux en eau, équité et justice sociale dans l'accès à l'eau des populations

Démarche, méthode et principes de fonctionnement de l'outil de « tarification solidaire multi-objectifs » : « TSMO »

- 29 L'outil « TSMO » qui applique le modèle de durabilité sociale présenté supra permet de tester et d'évaluer les effets de scénarios de design tarifaire qui prennent en compte la durabilité sociale du service de l'eau tout en respectant les conditions d'un équilibre global sur le plan économique et environnemental du service. Par « design tarifaire », nous entendons la conception de scénarios tarifaires visant à intégrer a priori des choix donnés de durabilité du service d'eau selon une optique pluridimensionnelle. Au-delà des aspects techniques et fonctionnels, le principe général de l'outil TSMO se veut simple:
- 30 Le point de départ de l'exercice est la construction et la définition de scénarios de durabilité multidimensionnels à optimiser et à tester en termes de durabilité dans le cadre de l'outil TSMO. Cet exercice qui est stratégique correspond à l'activité traditionnelle de définition des objectifs propres à toute organisation, et qui relève dans le système d'action, du niveau de l'autorité organisatrice. Ce point de départ qui suppose l'identification par les acteurs des enjeux de durabilité du service spécifiques au contexte du système de gestion de l'eau pris en compte peut s'organiser de différente manière. Il est généralement le fruit d'une collaboration avec la hiérarchie managériale du service qui gère la dimension technique et infrastructurelle du service, mais il peut également être le résultat d'une co-construction impliquant les usagers du service dans une optique de démocratie participative.
- 31 Le point d'arrivée est l'obtention d'une variante de solutions tarifaires multi-objectif, optimisées à différents degrés sur les trois principales dimensions de durabilité, et dont les effets évalués, connus et comparés avec la situation initiale, permettent d'arbitrer en faveur d'une solution tarifaire qui sera considérée comme la plus optimale pour les acteurs du système compte tenu des enjeux de durabilité en présence.
- 32 Les effets d'une solution tarifaire donnée et obtenue à partir de TSMO sont comparés avec ceux issus du design tarifaire initial. Le nouveau design tarifaire testé est évalué au travers de 11 indicateurs d'évaluation spécifiques au modèle.
- 33 La formulation mathématique intègre les dimensions suivantes: i) les caractéristiques de l'abonné, ii) les variables du design tarifaire, iii) les objectifs de durabilité économique,

environnementale et sociale, iv) les contraintes d'optimisation et v) les indicateurs d'évaluation du design tarifaire testé. Quatre niveaux de variables interviennent dans l'élaboration et le fonctionnement du modèle « TSMO »: les variables d'entrée, les variables du design tarifaire, les objectifs à optimiser et les indicateurs d'impacts qui permettent d'évaluer les effets et la pertinence du type de TSMO testé.

Les données d'entrée du modèle et constitution de la base de données

34 La construction de la base de données regroupant les caractéristiques des abonnés du service et permettant de croiser leurs caractéristiques socioéconomiques, leur type d'habitat et leur comportement de consommation ainsi que leur revenu est un prérequis à l'utilisation de TSMO. En France où la législation protège certaines données personnelles aux ménages, il n'est pas possible pour le moment de croiser les bases de données des services d'eau avec les caractéristiques socioéconomiques des ménages (revenus, composition des ménages...) détenues par les organismes sociaux. Aussi, dans le cadre de notre modèle, les données du service d'eau qui nous sert de terrain d'application, celui de la ville de Niort²⁴ en l'occurrence, sont des données reconstituées en vue de refléter la réalité « approchée » du service, à partir des caractéristiques contextuelles, environnementales locales et des données socio-économiques fournies par l'INSEE. Les données économiques du service quant à elles sont issues du rapport d'activité du service. Une validation des résultats obtenus par génération est réalisée sur la base des données réelles existantes. Les données d'entrée du modèle peuvent être scindées en cinq familles distinctes alimentant une partie de la base de données représentant le terrain (cf tableau 3), à savoir le service d'eau et d'assainissement dont les compétences sont supposées s'opérer sur un même territoire.

35 Pour reproduire les caractéristiques du service d'eau de Niort dans le cadre de notre base de données d'abonnés, nous avons utilisé la méthode d'échantillonnage par quotas²⁵ ie que nous avons appliqué aux 35 000 abonnés de notre base de données, les répartitions de l'INSEE fournies en termes de catégories socioprofessionnelles (CSP) des ménages, de répartition des ménages selon le type d'habitat (collectif ou individuel), de taille des ménages ainsi que celle de la structure familiale. Nous avons également repris la répartition des revenus par CSP et type de ménage et pris en compte la répartition des minimas sociaux existante. La ville de Niort représentant près de 83% de la population desservie sur le territoire du syndicat d'eau étudié, les données de référence utilisées pour la construction de la base de données sont uniquement celles de Niort.

36 *La première famille de données* regroupe les caractéristiques socio-économiques des abonnés à savoir: le statut familial, la composition du foyer, la catégorie socioprofessionnelle et le revenu annuel (RA) du ménage (i).

37 *Une seconde série de données* concerne le service. Il s'agit des données caractérisant l'activité d'exploitation du service et transcrites dans le rapport d'activité de fin d'exercice (rapport qualité-prix service qui est obligatoire et public) : à savoir les recettes issues des ventes d'eau et d'assainissement et les autres recettes d'exploitation (raccordement au réseau), les dépenses d'exploitation, les autres dépenses d'exploitation, les redevances diverses. Parmi ces données figure le design tarifaire en place.

38 Au final, cet ensemble de variables (données d'entrée et de design tarifaire) du modèle TSMO renvoie à une base de données décrivant les 35 000 abonnés du service d'eau reconstituée par la méthode des quotas et retraçant les facteurs endogènes et exogènes influençant la durabilité sociale d'un service d'eau urbain. C'est cette base de données qui nous sert de support pour tester les scénarii définis dans notre étude. Dans ce service d'eau, chaque ménage est abonné au service y compris les usagers en habitat collectif comme c'est notamment le cas dans la ville de Niort. Ce cas particulier est intéressant parce qu'il améliore la connaissance des consommations d'eau et facilite l'identification des pauvres en eau. Toutefois, il ne traduit pas la majorité des cas en France où une grande partie des ménages en habitat collectif ne sont pas abonnés au service et voient leur consommation d'eau diluée dans les charges locatives, le bailleur propriétaire de l'immeuble étant l'abonné au service. Le tableau qui suit récapitule les variables constitutives de la base de données construite pour tester le modèle TSMO.

Tableau 3. Présentation et définition des variables constitutives de la base de données des abonnés du service support

Variables constitutives de la base de données et modes de répartition	Définitions	Valeur(s) attribuée (s) ou calculée(s)
Catégories et composition des ménages	déterminent la typologie des abonnés où chaque ménage est un abonné. Les typologies de ménages définies reprennent les catégories de l'INSEE : homme seul, femme seule, autres, couple sans enfant, couple avec enfant, famille monoparentale	Distribution des ménages sur la base des statistiques Insee de la ville de Niort selon la méthode des quotas
Caractéristiques socio-économiques des ménages	appréhendées au travers des catégories socioprofessionnelles (CSP) de l'INSEE artisans, commerçant, chef d'entreprise, cadres et professions intellectuelles supérieures, professions intermédiaires, employés, ouvriers, retraités (dont retraités percevant le minimum vieillesse), autre activité dont chômeurs, allocataires des minimas sociaux (RSA, ASS et l'AAH ²⁶).	Distribution des ménages sur la base des statistiques Insee de la ville de Niort selon la méthode des quotas
Revenus des ménages	Répartition du revenu moyen annuel (RA) selon la catégorie socioprofessionnelle, le type et la composition des ménages	Distribution des revenus annuels par catégorie de ménages selon une Log Normale à partir des paramètres μ et σ obtenus comme suit : $\sigma^2 = \ln\left(\frac{Var(RA)}{E(RA)^2} + 1\right)$ $\mu = \ln(E(RA)) - \frac{1}{2}\sigma^2$
Les populations allocataires des minimas sociaux	Identification des abonnés d'eau allocataires des minimas sociaux. La répartition prend en compte le type et la taille du ménage	Distribution des ménages sur la base des statistiques Insee de la ville de Niort selon la méthode des quotas
Comportements de consommation d'eau des ménages	Estimation du volume d'eau moyen annuel $E(V)$ consommé à l'aide du calculateur « OIEAU » ²⁷ par type d'abonné en fonction de la composition du ménage, de sa taille, de sa CSP, de son statut d'actif ou non actif, du type d'habitat (collectif/individuel) et d'une durée annuelle moyenne d'occupation du logement.	Pour chaque ménage, le volume annuelle consommé est obtenu à l'aide d'une loi Log Normale de paramètres μ et σ obtenus comme suit : $\sigma^2 = \ln\left(\frac{Var(V)}{E(V)^2} + 1\right)$ $\mu = \ln(E(V)) - \frac{1}{2}\sigma^2$
L'élasticité-prix et élasticité-revenu des ménages	L'élasticité-prix de la consommation mesure l'impact de la variation du prix par rapport à la consommation d'eau. Nous définissons un coefficient d'élasticité ϵ . La valeur de ϵ est obtenue à partir d'une analyse de l'historique des consommations en étudiant la corrélation entre les prix pratiqués par le passé et la variation de consommation induite. L'élasticité/revenu traduisant la variation de la consommation par rapport à la variation de revenu n'est pas prise en compte dans le modèle.	La valeur de ϵ peut être fixée a posteriori ou à partir de la littérature. Dans le cadre de notre étude, nous considérons la valeur $\epsilon = -0.2$ (Montginoul et Rinaudo, 2011)

Montant de la facture d'eau	Facture annuelle du ménage calculée à partir du volume d'eau consommé et du design tarifaire appliqué. Elle peut être calculée à la fois pour le design initial ou celui à tester.	
Ratio facture d'eau /revenu disponible	Ratio permettant d'identifier les ménages pauvres en eau dans la base de données	Caractérise la précarité d'accès à l'eau du ménage si le ratio est supérieur ou égal à 3% (seuil admis)

39 *La troisième catégorie de données* concerne le comportement de consommation d'eau des ménages qui est tributaire du type de logement (habitat collectif ou individuel), de la taille du ménage ainsi que du statut d'actif ou non de l'usager d'eau. Les analystes considèrent en effet que le statut d'actif ou inactif est associé à une présence plus grande dans le domicile et potentiellement une consommation d'eau plus importante. La combinaison de ces éléments peut se faire à l'aide d'un modèle de consommation spécifique qui évalue la consommation d'eau annuelle (V_i) du ménage ou de l'abonné (i) et qui rend compte des interactions avec le prix par le biais d'un coefficient qui traduit l'élasticité de la consommation d'eau par rapport au prix.

40 En effet, il est généralement admis que la consommation d'eau V_i d'un abonné (i) est tributaire du prix, nous considérons notamment qu'il existe une certaine élasticité de la consommation par rapport au prix marginal, ie le prix de la dernière tranche de tarification k du prix unitaire de l'eau (PE). La modification du design tarifaire peut induire une baisse ou une augmentation de la consommation, ainsi on considère que la consommation V_i' suite à la mise en place d'un nouveau design tarifaire peut être évaluée a posteriori à partir de la consommation V_i constatée pour le design tarifaire initial. Le coefficient d'élasticité ε est défini comme suit pour un abonné de catégorie c :

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta V}{V}}{\frac{\Delta PE_{k,c}}{PE_{k,c}}} = \frac{\left(\frac{V_i' - V_i}{V_i} \right)}{\left(\frac{PE_{k,c}' - PE_{k,c}}{PE_{k,c}} \right)} \Rightarrow V_{i,c}' = \left(1 + \varepsilon \cdot \left(\frac{PE_{k,c}' - PE_{k,c}}{PE_{k,c}} \right) \right) V_{i,c}$$

41 L'estimation des nouveaux volumes d'eau à l'échelle des abonnés sert à évaluer le montant des recettes d'exploitation résultant de la mise en place du nouveau design tarifaire. Elle permet également de mesurer les nouveaux prélèvements sur la ressource en eau et de vérifier qu'il n'y a pas eu d'effet d'aubaine ou d'effet régressif suscité par la variation de prix.

42 *La quatrième famille de données* concerne l'aspect environnemental et décrit le contexte local en termes de disponibilité de la ressource en eau et de pression exercée par le service sur le milieu. Dans le modèle, cette donnée constitue une contrainte de prélèvement des ressources en eau sous la forme d'une borne supérieure à ne pas dépasser, ainsi les volumes d'eau consommés annuellement ne doivent pas dépasser une valeur seuil prédéfinie.

43 Enfin, *la dernière catégorie de données* traduit les interactions entre les trois dimensions de la durabilité du service. Les interactions entre l'économique et l'environnemental se traduisent par l'intermédiaire de variations du prix de l'eau ou des consommations d'eau; les interactions entre l'économique et le social s'expriment par l'intermédiaire de variation du taux de pauvreté en eau ou du taux d'épargne des services, et enfin les interactions entre le social et l'environnemental s'appréhendent au travers de modifications du comportement de consommation en eau des pauvres en eau.

Les variables d'optimisation: les variables du design tarifaire

44 Les variables à déterminer sont celles qui définissent le design tarifaire (DT_c) pour une catégorie d'abonné c variant de 1 à C qui désigne l'ensemble des catégories d'utilisateurs existantes. Les variables du design tarifaire concernent le montant de la part fixe (PFe_c) pour l'eau, le montant de la part fixe pour l'assainissement (PFa_c), le nombre de tranches tarifaires

j variant de 1 à k , les volumes seuils entre tranches $V_{(j+1)c}$, le prix au m^3 de l'eau $PE_{j,c}$ et le prix de l'assainissement collectif $PA_{j,c}$ pour la tranche j .

45 Étant donné la structuration de la facture d'eau et sa référence au grand cycle de l'eau pour justifier du prix payé par l'utilisateur, on distingue bien un design tarifaire pour la partie eau potable et un design tarifaire pour la partie assainissement. Toutefois, compte tenu de l'objectif d'optimisation recherché par TSMO, l'outil explore les solutions tarifaires durables sur un territoire de desserte cohérent du point de vue politique et organisationnel, considéré comme territoire de référence à optimiser. La définition du territoire de référence à retenir dépend d'un ensemble d'éléments qui ressortent du climat politique et de la marge de manœuvre dont disposent les acteurs pour influencer ou pas la politique tarifaire en matière d'eau potable ou d'assainissement. Dans notre cas, le territoire de référence ne concerne que celui qui relève de la zone d'influence du service d'eau potable et le tarif de l'assainissement est une donnée « fixe » de la facture d'eau. De même, les redevances de l'agence de l'eau par m^3 eau R_c qui impactent la facture d'eau, mais qui sont entièrement reversées aux agences de l'eau interviennent dans le calcul de la facture d'eau mais ne sont pas des variables d'optimisation car leur valeur n'est pas définie par le service. Le calibrage des variables du design tarifaire dépend des objectifs de durabilité à atteindre et de leur degré d'internalisation à l'outil tarifaire. Le type de discrimination tarifaire peut se faire sur la base des usages de l'eau (domestique et non domestique) ou bien sur la base des critères socioéconomiques de l'accès à l'eau (ménages non pauvres et ménages pauvres). On parle dans ce cas de « design tarifaire ciblé » qui discrimine positivement les abonnés les plus vulnérables et de design tarifaire non ciblé lorsque tous les abonnés se voient appliquer le même design sans distinction.

46 Ainsi, la facture d'eau $FA_{i,c}$ d'un abonné i , de catégorie c , consommant $V_{i,c}$ peut donc être calculée à partir de l'équation suivante:

$$FA_{i,c} = (PF\beta_c + PF\alpha_c) + (R_e + R_a + PE_{1,c} + PA_{1,c}) \cdot V_{(1,2)c} + (R_e + R_a + PE_{2,c} + PA_{2,c}) \cdot (V_{i,c} - V_{(1,2)c})$$

47 Ces variables constitutives du modèle tarifaire permettent de calculer la facture d'eau du ménage ex ante (induit par le design tarifaire initial) et ex post (induit par le nouveau design tarifaire optimisé via TSMO). La facture d'eau du ménage ainsi calculée est ensuite ramenée au revenu disponible du ménage pour identifier les ménages pauvres en eau.

L'optimisation du triptyque de la durabilité

48 D'un point de vue méthodologique, le modèle d'analyse définit les conditions d'un équilibre global qui modifie l'équilibre économique et environnemental initial pour le rendre compatible avec l'objectif social intégré dans le système. De la même manière, l'enjeu de durabilité sociale tient compte des contraintes propres aux autres dimensions de la durabilité.

49 L'optimisation du triptyque de la durabilité s'effectue par l'intermédiaire de « fonction-objectifs » portant sur chacune des variables de la durabilité et sur la base des interactions qui s'exercent entre les trois principales dimensions de la durabilité. Pour ce faire, le modèle se fonde sur une formulation mathématique du problème de tarification au sein du service (eau et assainissement) intégrant la quasi-totalité des variables endogènes et exogènes du tableau 1 dont l'influence sur la durabilité sociale est significative. Le modèle décrit ensuite les interactions entre ces variables et leurs effets sur chacun des axes de la durabilité du service par catégorie d'abonnés (abonnés non pauvres²⁸ et sur les abonnés pauvres en eau) et met en exergue les effets redistributifs entre usagers et le service.

Les fonction-objectifs à optimiser

50 Les « fonction-objectifs » servent de critères pour déterminer les meilleures solutions au problème d'optimisation sous contrainte des trois variables clés de la durabilité du système. Les contraintes associées à chacune des fonction-objectifs eu égard aux critères de durabilité pris en compte sont les suivantes:

Tableau 4. Contraintes des fonctions-objectifs à optimiser

Fonction-objectif des nouveaux designs tarifaires (DT)	Contraintes associées
--	-----------------------

Économique	Maximiser l'épargne de gestion: la contrainte minimale de respect de l'équilibre budgétaire doit être respectée
Sociale	Minimiser le nombre de pauvres en eau: le nombre de pauvres en eau doit être nul ou très faible Garantir l'accès à l'eau des plus pauvres en leur assurant le minimum vital en eau Améliorer l'accessibilité financière au service des populations vulnérables.
Environnementale	Minimiser la pression sur la ressource: le volume total annuel d'eau consommé dans le cadre du nouveau DT doit être inférieur ou égal au volume annuel consommé de DTO Usages rationnels en eau des abonnés (minimiser les gaspillages d'eau)

51 *Le montant de l'épargne de gestion à l'année t*, EG(t) est calculé a posteriori et représente la différence entre les recettes réelles (RE) et les dépenses réelles d'exploitation (DE). Dans l'exercice de simulation tarifaire réalisé, les recettes prises en compte n'intègrent que les ventes d'eau domestiques. Les ventes d'eau des usagers professionnels et industriels qui ne représentent que 10% du chiffre d'affaires du service d'eau qui nous sert de support, ne sont pas prises en compte à ce stade de notre réflexion,²⁹ mais suggèrent l'existence d'une marge de manœuvre financière supplémentaire.

52 *Les recettes d'exploitation à l'année t*, RE(t) correspondent aux montants des factures hors redevances (Redevances eau et assainissement) et aux montants perçus au titre des raccordements au service (recettes issues des nouveaux branchements pour l'eau (CBe) et l'assainissement (CBa). Elles sont cependant diminuées du montant des impayés (Im_p). Les recettes pour un service desservant n abonnés (domestiques), sur la base d'un design tarifaire DT à deux tranches, m nouveaux raccordements d'eau et m' nouveaux raccordements d'assainissement sont calculées de la manière suivante:

$$RE(t) = m.CBe + m'CBa + \sum_{i=1}^n F_{i,c} - Redevances - Im_p$$

53 *Les dépenses d'exploitation à l'année t* sont supposées connues pour l'exercice antérieur DE (t-1). Les dépenses d'exploitation sont estimées à partir de l'exercice antérieur en supposant un accroissement annuel proportionnel a tel que:

$$DE(t) = DE(t-1).(1 + a)$$

54 Afin de garantir l'équilibre budgétaire du service et d'internaliser les impacts du design tarifaire optimisé, la fonction objectif à maximiser est l'épargne de gestion qui correspond à la différence entre RE(t) et DE(t):

$$Maximiser EG(t) = m.CBe + m'CBa + \sum_{i=1}^n ((PF\theta_{i,c} + PF\alpha_{i,c}) + (PE_{1,c} + PA_{1,c})V_{a,2,c} + (PE_{2,c} + PA_{2,c})(V_{i,c} - V_{a,2,c})) - Im_p - DE(t)$$

55 *Le nombre de pauvre en eau à l'année t*, NPE(t) traduit un objectif social qu'il convient de minimiser. Cette deuxième fonction-objectif évalue le nombre d'abonnés dits pauvres en eau NPE (t) à l'année t et pour un design tarifaire donné. Un abonné est considéré comme pauvre en eau lorsque le ratio entre sa facture d'eau et d'assainissement par rapport à son revenu annuel disponible est supérieur au seuil conventionnellement fixé à s_e=3%.

56 La fonction NPE (t) s'écrit sous la forme:

$$Minimiser NPE(t) = \sum_{i=1}^n M_i$$

57 où M est une variable binaire qui vaut 1 quand le ratio de la facture d'eau et d'assainissement sur le revenu annuel est inférieur ou égal à s_e et 0 sinon.

58 *Le volume d'eau annuel consommé à l'année t*, V_{Tot}(t):

59 renvoie à la fonction-objectif environnementale. Elle évalue la pression qu'exerce le service sur la ressource en eau en estimant le volume total annuel d'eau consommé. Ce volume doit être inférieur ou égal à une contrainte (V_{\max}) qui exprime le prélèvement maximum sur la ressource afin d'éviter que le design tarifaire à mettre en place ne favorise une surconsommation d'eau et donc augmente la pression sur la ressource. La fonction « objectif environnementale » à minimiser est obtenue comme suit:

$$\text{Minimiser } V_{\text{Tot}}(t) = \sum_{i=1}^n V_i$$

60 Au final, le modèle mathématique à optimiser sous contraintes est donné par le système suivant:

Maximiser $EG(t)$

Minimiser $NPE(t)$

Minimiser $V_{\text{Tot}}(t)$

Souscontraintes :

$$EG(t) > 0$$

$$V_{\text{Tot}} \leq V_{\max}$$

$$PE_{1c} < PE_{2c}$$

$$PA_{1c} < PA_{2c}$$

$$PFe_c, PFa_c, R_e, R_n, PE_{1c}, PA_{1c}, V_{(1,2)}, PE_{2c}, PA_{2c} > 0$$

$$i \in \{1, n\}, c \in \{1, C\}$$

L'algorithme d'optimisation

61 Le modèle mathématique obtenu est non linéaire et vise à optimiser les trois objectifs de durabilité. Il s'agit donc d'un problème d'optimisation multi-objectif. Afin d'éviter une optimisation basée sur une fonction unique sous forme d'une somme pondérée des objectifs, nous privilégions un algorithme multi-objectif basé sur l'optimum de Pareto, qui nous semble plus pertinent dans le contexte de l'étude. Il offre l'avantage de disposer de plusieurs solutions et non d'une solution unique dite non dominée (front de Pareto) qui représente des designs tarifaires viables en fonction des valeurs d'objectifs à atteindre et des contraintes à respecter. Cette approche fournit donc plusieurs alternatives viables au décideur. Ainsi, le modèle TSMO fait appel à un algorithme génétique multi-objectif sous contraintes. Il s'agit précisément de l'algorithme NSGA-II (Deb *et al.*, 2002) implémenté à l'aide de l'outil GANetXL® (Bisick *et al.*, 2008) sur MS Excel®. L'algorithme permet de considérer le design tarifaire testé, codé par l'intermédiaire d'une chaîne de caractères nommée « chromosomes » qui traduit une concaténation des variables du design. Chaque design est évalué selon les *fonctions-objectifs* susmentionnées et doit respecter les contraintes prédéfinies. L'algorithme explore l'ensemble des solutions possibles (donc des designs tarifaires), en générant et testant des milliers de combinaisons possibles de valeurs des variables à optimiser. Les solutions retenues sont celles offrant les meilleurs compromis entre les trois objectifs du modèle. Plusieurs solutions peuvent coexister, le choix du design tarifaire final revient au décideur.

Les indicateurs d'évaluation des effets du TSMO

62 Onze indicateurs rendant compte des effets de la solution tarifaire optimisée sur les trois dimensions du triptyque ont été définis. Ces indicateurs permettent d'apprécier l'impact du design tarifaire testé sur la facture des abonnés (augmentation-baisse), mais également à l'échelle du service par l'intermédiaire de la variation de l'épargne. Ils évaluent par ailleurs les mécanismes redistributifs intervenant entre catégories d'usagers ou entre abonnés domestiques et le service du fait de la mise en œuvre du nouveau design tarifaire. Ces effets induits sont mesurés par les indicateurs suivants:

- 63 Le nombre d'augmentations facture (NAF) qui correspond au nombre d'abonnés pour lesquels le design tarifaire induit une augmentation de la facture d'eau;
- 64 Le nombre de baisses facture (NBF) qui correspond au nombre d'abonnés pour lesquels le design tarifaire induit une baisse de la facture d'eau;
- 65 L'effet redistributif abonnés non pauvres vers abonnés pauvres (ER) correspond à l'augmentation annuelle de la facture d'eau supportée par les abonnés non pauvres pour financer l'objectif de durabilité sociale;
- 66 L'effet redistributif service vers abonnés pauvres en eau (ES) correspond à la baisse d'épargne consentie par le service pour réduire le nombre d'abonnés pauvres en eau par le biais d'une baisse du prix de l'eau toutes choses étant égales par ailleurs, ce qui induit une baisse des recettes et donc de l'épargne;
- 67 Le taux d'impayé social en nombre (TISn) évalue a priori le nombre d'abonnés vulnérables (précaires) dans l'incapacité de payer leur facture. Ces abonnés sont caractérisés par un revenu annuel en dessous du seuil de pauvreté (S_p). Afin de tenir compte de la plus ou moins grande précarité des pauvres en eau et de l'exigence de justice sociale qui en découle, nous définissons deux niveaux de vulnérabilité des usagers: i) une vulnérabilité forte (β) et ii) une vulnérabilité moyenne (α)³⁰ qui permet de différencier les pauvres en eau très vulnérables des pauvres en eau vulnérables.
- 68 Le taux d'impayé social en valeur (TISv) qui est l'équivalent monétaire du TISn exprimé en termes de chiffre d'affaire du service d'eau. Le non-règlement des factures des abonnés en situation de précarité représente un manque à gagner pour le service et donc une créance non recouvrable.
- 69 Les nouveaux pauvres en eau (NPE'): Cet indicateur mesure le nombre d'abonnés qui se retrouvent pauvres en eau suite au design tarifaire testé. L'indicateur permet d'évaluer l'ampleur des abonnés dont la situation peut être fragilisée par la mise en place d'un nouveau design tarifaire et qui risque donc de les faire basculer vers la précarité en eau. En effet, la structure du nouveau design tarifaire peut, au-delà de l'objectif social poursuivi, affecter les abonnés à la frontière des seuils de pauvreté retenus et générer une précarité en eau qui n'existait pas initialement. Cet indicateur contribue donc à vérifier la pertinence du design testé et doit permettre de minimiser le risque d'apparition de nouveaux abonnés pauvres en eau.
- 70 L'effet redistributif du service par abonné (ERA): Cet indicateur évalue le montant unitaire de la solidarité prise en charge par le service par l'intermédiaire de la redistribution d'une partie de l'épargne. Il est mesuré par le gradient d'épargne du service transféré vers les abonnés pauvres en vue d'améliorer leur situation de précarité en eau, ramené au nombre d'abonnés bénéficiaires de ce transfert.
- 71 Variation de la consommation d'eau (V_{Tot}): cet indicateur compare le volume consommé avant et après la mise en place d'un design tarifaire afin de déceler un éventuel effet d'aubaine et vérifier si la contrainte environnementale est bien prise en compte.

Présentation des scénarios tarifaires optimisés et principaux résultats

- 72 Deux scénarii de designs tarifaires optimisés sont testés. Le premier scénario qualifié de « scénario initial » traduit un mode de gestion dont l'objectif est d'assurer un équilibre économique sans intégrer forcément la dimension sociale en tant que contrainte de durabilité. Le 2e scénario qualifié de « scénario durabilité sociale » rend compte de l'introduction de mesures de durabilité sociale du service d'eau comme une contrainte du système à optimiser dans le but de garantir un équilibre économique, environnemental et social.

Scénario 1 : « Scénario initial »

- 73 Nous décrivons la situation initiale correspondante au « Scénario initial » et les impacts induits par son design tarifaire qu'on notera DT_0 . Aucune optimisation n'est réalisée, le design est évalué à travers les fonctions objectifs prédéfinies et les indicateurs d'évaluations susmentionnés. Le descriptif de la situation initiale et du design tarifaire existant (DT_0) est transcrit dans les tableaux suivants:

Tableau 5. Descriptif des variables du design tarifaire initial DT0

Cible	Variabes	Symbole	Valeur (€)	Contrainte (s)
Tous les abonnés	Part fixe eau	PFe	30.003	Néant
	Part fixe assainissement	PFa	30.003	Néant
	Volume tranche 1 à 2	V ₁₂	20.000	Néant
	Prix eau tranche 1	PE ₁	0.9337	Néant
	Prix assainissement tranche 1	PA ₁	1.270	Néant
	Prix eau tranche 2	PE ₂	1.645	Néant
	Prix assainissement tranche 2	PA ₂	1.720	Néant

74 Le descriptif des indicateurs de durabilité correspondant au design tarifaire initial figure dans le tableau 6 qui suit.

Tableau 6. Valeurs des effets induits par DT0 sur les trois axes de durabilité

Effets induits	Valeurs
Epargne de gestion : EG(m€)	1358
Volume d'eau consommé : V(M m ³)	2725
Nombre de pauvres en eau : NPE	3378
Taux d'impayé social (en nombre) : TISn	2073
Recettes d'exploitation : RE (€)	11 358
Dépenses d'exploitation : DE (€)	10 000
% de pauvres en eau : PE	9,68%
% d'impayés sociaux : TISv	7,79%
% de pauvres en eau vulnérables : PEv	4,26%
% de pauvres en eau très vulnérables : PEtv	5,42%

75 Les valeurs obtenues à partir de la base de données générée sont du même ordre de grandeur que celles fournies par le service d'eau dans ses rapports annuels d'activité³¹ qui renseignent sur le nombre d'abonnés desservis, les volumes consommés ainsi que sur les recettes et dépenses annuelles. Le taux d'abonnés pauvres en eau de notre base de données est légèrement plus élevé (9,68%) que le taux estimé sur les données réelles du service (8%). Il est à noter qu'aucune optimisation n'est réalisée, ce scénario correspond au design tarifaire existant et évalue ses effets en utilisant les indicateurs d'évaluation définis dans notre modèle d'analyse.

Scénario 2: « Scénario durabilité sociale »

76 Face à l'aggravation de la pauvreté enregistrée sur son territoire et à la recrudescence des impayés d'eau du service, la mairesse de la ville décide de garantir l'accès à l'eau des plus pauvres de son territoire et de réduire les impayés. Le design tarifaire ainsi mis en place est ciblé et il est décidé de mettre en place une tranche d'eau gratuite correspondant à un volume d'eau vital de 50 litres par jour et par personne (Gleick, 1996).

77 Sur le plan environnemental, le service doit faire face à des situations de sécheresse ponctuelle et le nouveau design tarifaire entend inciter aux économies d'eau par une tarification progressive afin de minimiser le volume à prélever dans le milieu naturel.

78 Les statistiques sociales existantes permettent d'identifier les abonnés vulnérables c'est-à-dire ceux qui perçoivent un revenu annuel en deçà du seuil de pauvreté (seuil INSEE établi par type et composition du ménage), et en particulier la population allocataire des minima sociaux considérée comme le segment d'utilisateurs le plus vulnérable sur le plan socio-économique. Ces éléments permettent de distinguer le groupe d'utilisateurs vulnérables du groupe des « autres utilisateurs non pauvres » dans le nouveau design tarifaire et autorisent une tarification ciblée par tranches pour chacune des trois catégories susmentionnées. Le nouveau design tarifaire issu de TSMO est défini tel que présenté au tableau 7.

Tableau 7. Descriptif des contraintes encadrant les variables du design tarifaire ciblé

Cibles	Variables	Symbole	Valeur	Contrainte(s)
Abonnés non pauvres en eau et non précaires	Part fixe eau	PFe	Optimisation	$PFe < 100$
	Part fixe assainissement	PFa	Optimisation	$PFa < 100$
	Volume tranche 1 à 2	V_{12}	Optimisation	$V_{12} < 100$
	Prix eau tranche 1	PE_1	Optimisation	Supérieur ou égal au prix actuel
	Prix assainissement tranche 1	PA_1	Optimisation	Supérieur ou égal au prix actuel
	Prix eau tranche 2	PE_2	Optimisation	Supérieur ou égal au prix actuel
	Prix assainissement tranche 2	PA_2	Optimisation	Supérieur ou égal au prix actuel
Abonnés pauvres en eau et vulnérables	Part fixe eau	PFe	Optimisation	$PFe < 100$
	Part fixe assainissement	PFa	Optimisation	$PFa < 100$
	Volume tranche 1 à 2	V_{12}	Optimisation	$V_{12} < 100$
	Prix eau tranche 1	PE'_1	Optimisation	$PE'_1 < PE_1$
	Prix assainissement tranche 1	PA'_1	Optimisation	$PA'_1 < PA_1$
	Prix eau tranche 2	PE'_2	Optimisation	$PE'_2 < PE_2$
	Prix assainissement tranche 2	PA'_2	Optimisation	$PA'_2 < PA_2$
Abonnés pauvres en eau et très vulnérables	Part fixe eau	$PF'e$	0	$PF'e=0$
	Part fixe assainissement	$PF'a$	0	$PF'a=0$
	Volume tranche 1 à 2	V_{12}	Volume annuel vital	
	Prix eau tranche 1	PE''_1	0	$PE''_1=0$
	Prix assainissement tranche 1	PA''_1	0	$PA''_1=0$
	Prix eau tranche 2	PE''_2	Optimisation	$PE''_2 < PE'_2$
	Prix assainissement tranche 2	PA''_2	Optimisation	$PA''_2 < PA'_2$

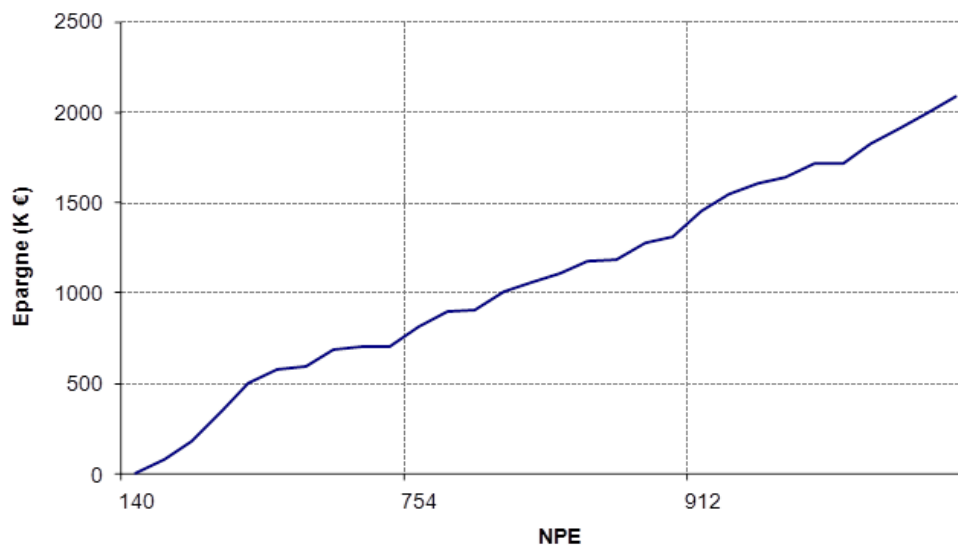
Résultats des tests des scénarii: principaux enseignements de l'analyse de la durabilité sociale

79 Le modèle TSMO recherche à l'aide de l'algorithme d'optimisation sous contraintes les valeurs « compromis » des variables des designs tarifaires testés en considérant les fonctions objectifs présentées précédemment. Le modèle permet d'obtenir un ensemble de solutions (et non une solution unique), représentant les designs tarifaires. L'analyse se fonde sur la comparaison entre la situation initiale et la situation découlant du nouveau design tarifaire optimisé. Nous présentons dans les lignes qui suivent les principaux résultats.

Résultats du scénario « durabilité sociale »

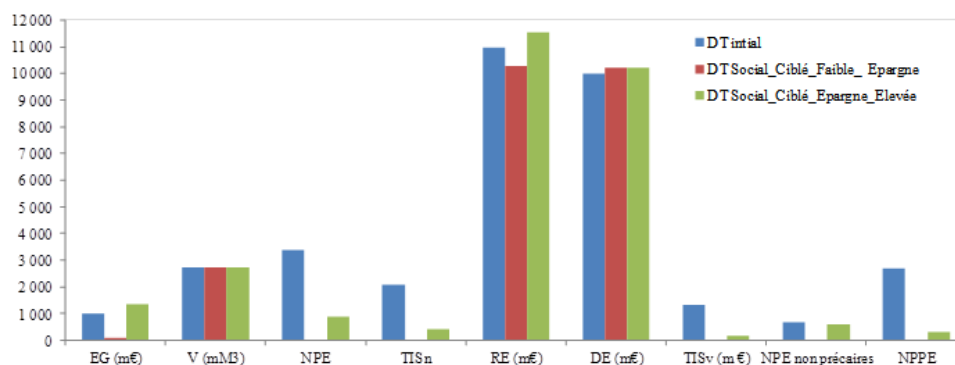
80 L'optimisation du TSMO ciblé de ce scénario propose plusieurs solutions de compromis des trois variables de durabilité. Cet ensemble de solutions possibles correspond à des graduations différenciées de durabilité pour chacune des variables. La représentation graphique de l'ensemble des solutions (cf figure 1) donne une courbe des possibles des solutions tarifaires optimisées du service (dans un espace à deux dimensions) qui fournit une première analyse des interrelations entre les variables de durabilité du service.

Figure 1. Représentation graphique de l'ensemble des solutions tarifaires optimisées sur 2 axes de durabilité (axe économique et axe social)



81 Sur ce graphique où chaque point de la courbe correspond à un design tarifaire potentiel traduisant une solution viable de durabilité. L'une des premières interactions entre variables que suggère cette courbe de durabilité est celle d'un lien de corrélation étroite entre l'épargne du service et le nombre de pauvres en eau (NPE). On se rend compte en effet que plus l'épargne du service augmente, plus le nombre de pauvres en eau croît et que le niveau minimal de pauvreté en eau (140 pauvres en eau) correspondant à la solution tarifaire optimisée la plus favorable sur le plan social équivaut à une solution tarifaire respectant strictement l'équilibre budgétaire sans générer d'épargne. Ainsi, on en arrive à un paradoxe qui est le suivant: plus un service d'eau dégage de l'épargne, plus l'accès au service pour les populations vulnérables se dégrade. Le deuxième résultat intéressant est qu'une tarification optimisée sur les trois axes de la durabilité est plus optimale que les pratiques tarifaires traditionnelles, car elle permet d'atteindre un niveau d'épargne similaire à celui d'un design tarifaire non ciblé tout en réduisant le nombre de pauvres en eau. Ce résultat laisse penser contrairement à certains discours que l'on peut retrouver sur le terrain, que la prise en compte de la dimension sociale de la durabilité des systèmes de gestion de l'eau n'induit pas une dégradation de l'équilibre économique. C'est même le contraire qui peut se produire en concomitance avec une nette amélioration du taux d'impayés social. Nous illustrons cette situation par deux designs tarifaires ciblés dont l'un induit un niveau d'épargne plus faible que celui de la situation initiale, le second design permet d'obtenir un niveau d'épargne du même ordre que le design tarifaire initial.

Figure 2. Comparaison entre deux solutions de designs tarifaires optimisés de TSMO et le design tarifaire initial



- 82 L'hypothèse de durabilité sociale forte qui vise la prise en compte de deux niveaux d'équité sociale ie: i) garantir l'accès à l'eau des plus vulnérables (accès gratuit à un volume d'eau essentiel), ii) réduire les inégalités d'accès au service (NPE=0) est atteinte par le design tarifaire optimisé proposé par notre modèle (DT social ciblé à faible épargne). Il induit cependant une baisse des recettes initiales du service (84%) et par répercussion, une baisse du niveau d'épargne qui cependant reste positif. La contrainte environnementale sur les volumes d'eau consommée est respectée. En termes de transferts redistributifs, ce design conduit à une situation de baisse moyenne de la facture d'eau pour l'abonné d'environ 12%, et ce pour 33 429 abonnés (sur les 35 000 abonnés) et à une hausse de la facture d'eau d'environ 0.6% en moyenne pour le reste des abonnés. La solidarité est majoritairement supportée par le service (98.8% de l'effort) qui représente 1 136 milliers d'euros et un coût moyen par abonné bénéficiaire de 336 €.
- 83 La deuxième solution (DT social ciblé à épargne élevée) est plus avantageuse que la première sur le plan économique, similaire sur le plan environnemental et moins efficace sur le plan social. Le niveau d'épargne est plus élevé (1359 milliers d'euros par rapport à 983 milliers d'euros), néanmoins elle permet d'abaisser le nombre de pauvres en eau par rapport à la situation initiale (898 pauvres en eau par rapport à 3378 pauvres en eau originellement). 81% des abonnés voient leur facture augmenter d'environ 8%, et baisser d'environ 33% pour le reste. Fait marquant, la solution génère 0.2% (138 abonnés) de nouveaux pauvres en eau. Cette comparaison entre designs tarifaires met en exergue les transferts redistributifs, comme baromètre de la solidarité entre abonnés et service. En effet, entre le « tout service » et le « tout usager » de cette prise en charge, il est possible d'imaginer des solutions intermédiaires judicieuses et optimisées qui sur le plan tarifaire, répartissent l'effort de contribution à l'équité sociale (ou de solidarité) entre les abonnés et le service. Pour l'instant, l'outil tarifaire est en phase de test et illustre bien le fait que plusieurs simulations peuvent coexister. La phase d'arbitrage par les acteurs de la ville de Niort entre les différentes solutions tarifaires optimisées n'est pas encore aboutie.

Conclusion

- 84 En nous inscrivant dans le champ théorique encore en construction de la durabilité sociale, et en nous appuyant sur notre modèle d'analyse de la durabilité sociale et l'outil « TSMO » développé, nous démontrons en quoi dans le cas d'un service public essentiel comme l'eau, la question stratégique de la durabilité est un problème éminemment politique qui passe par une confrontation nécessaire entre le social, l'économique et l'environnemental des systèmes d'eau. En particulier, dans le contexte actuel de transitions de la gestion urbaine de l'eau, nous défendons l'idée que la prise en compte de ce triptyque, et notamment des dynamiques d'interactions qui s'y exercent, est indispensable sur le plan théorique pour appréhender et comprendre le métabolisme de la durabilité des systèmes de desserte en eau des populations. C'est également un préalable et un enjeu de connaissance sur le plan managérial pour penser et objectiver la durabilité globale des services.
- 85 Si la méthodologie de génération de la base de données des abonnés du service confère aux résultats obtenus un caractère générique, son principe qui consiste à reconstituer la réalité socio-économique et environnementale du service permet d'appliquer notre modèle d'analyse de la durabilité sociale et l'outil TSMO qui en découle, à n'importe quel contexte de service. À cet égard et s'agissant de la prise de décision publique relative aux tarifs, l'outil TSMO qui permet de simuler et d'évaluer ex ante les effets de différents scénarios de solutions tarifaires, a une portée à la fois pratique et sociale. En effet, les tentatives de plus en plus nombreuses de prise en compte du « social » qui se développent en France³², se traduisent par des hausses de prix et aboutissent à des transferts redistributifs en grande partie pris en charge par les seuls abonnés. De même, les premières évaluations dont nous disposons à ce jour montrent que dans l'ensemble, ces nouvelles mesures du « social » coexistent avec des niveaux de pauvreté en eau récurrents auto-entretenus par le phénomène de nouveaux pauvres en eau résultant des effets de seuils entre niveau de pauvreté et niveaux de prix de l'eau (Tsanga et Gremmel, 2012).

De plus, la consommation d'eau des ménages a plutôt globalement tendance à diminuer, et ce dans le cadre de structures tarifaires progressives.

86 Cela étant dit, il est possible au terme de notre étude exploratoire de la durabilité sociale des services d'eau de dégager quelques enseignements clés. Nous en voyons quatre pour l'essentiel.

87 En premier lieu, la prise en compte de la dimension sociale de la durabilité dans le système de gestion d'eau urbaine n'est pas synonyme de déficit économique. La durabilité sociale cohabite avec une situation d'excédent économique, qui dépend de l'ampleur des effets redistributifs.

88 En second lieu, de l'interaction qui existe entre la dimension économique et la dimension sociale de la durabilité du service, il ressort que la prise en compte de la durabilité sociale sur le plan tarifaire est un exercice d'ajustement des trois dimensions de durabilité globale et de mise en compatibilité d'enjeux et d'univers de valeurs (équité et justice sociale) selon des choix d'acteurs et des modalités qu'il convient d'explicitier. L'une des conditions concrètes de la durabilité sociale du service pourrait résider dans le transfert d'une partie de l'épargne de gestion vers la prise en charge des objectifs d'équité sociale définis en tant qu'objectifs stratégiques du service. Une telle perspective dépend cependant de la capacité des parties prenantes du système de gouvernance de l'eau à débattre et à s'accorder collectivement sur les finalités des services publics d'eau. Cela repose également la question du juste coût/juste prix de l'eau et de l'efficacité des systèmes de gestion urbaine de l'eau, ainsi que celle de la justice sociale sous-tendue par le principe pollueur-payeur supporté par le seul usager du service.

89 Le troisième enseignement de notre réflexion concerne l'effort de solidarité entre acteurs. Quelle pertinence et quelle valeur donner à un principe de solidarité qui n'engage sur le plan financier et moral que les usagers d'eau et qui exonère par le jeu de transferts redistributifs masqués, les autres acteurs notamment le gestionnaire du service du prix à payer? C'est la même question que pose le médiateur national de l'énergie dans son rapport (Médiateur national de l'énergie, 2011: 26): « la lutte contre la précarité énergétique est financée essentiellement par les consommateurs et les contribuables, y compris les ménages précaires, plutôt que par les fournisseurs d'énergie ».

90 Enfin, le dernier point d'analyse révèle que les conditions de la durabilité sociale dépendent de la capacité de l'instrument tarifaire à refléter la réalité sociale des ménages vulnérables et à les identifier dans le cadre du design tarifaire. Nous touchons là à la délicate question du ciblage des ménages vulnérables et à celle des obstacles juridiques ou structurels (habitat collectif) à ce ciblage.

91 Toutefois, les perspectives d'expérimentation par les services de tarifs sociaux qu'ouvrent les nouvelles lois (la loi Brottes notamment), en autorisant le croisement des fichiers des services d'eau avec les fichiers des services de l'action sociale, devraient ouvrir de nouvelles possibilités pour permettre la mise en place de designs tarifaires optimisés et ciblés sur les trois axes de la durabilité.

Remerciements

92 Ce travail est le résultat d'un programme de recherche de trois ans « Eau et 3 E » consacré à la durabilité des systèmes de gestion urbaine de l'eau et financé par l'Agence Nationale de la Recherche, France.

Bibliographie

Bakker, K.J., 2003, *An Uncooperative Commodity Privatizing water in England and Wales*, Oxford University Press, 224p.

Ballet J., J-L. Dubois et F-R. Mahieu, 2011, La soutenabilité sociale du développement durable: de l'omission à l'émergence, *Mondes en développement*, vol. 4 n° 156, pp. 89-110.

Barraqué, B., 2007, Synthèse de la recherche sur le comptage et la tarification de l'eau sur la Ville de Paris et recommandations, 114 p.

Bicik, J., M.S. Morley, et D.A. Savic, 2008, « A Rapid Optimization Prototyping Tool For Spreadsheet-Based Models », *Proceedings of the 10th Annual Water Distribution Systems Analysis Conference*, Kruger National Park, South Africa, pp 472-482.

- Clément, M., A. Douai et C.G. Delacroix, 2011, « Réflexions sur le concept de soutenabilité sociale dans le contexte des pays du Sud », *Mondes en développement*, vol. 4, n° 156, p. 7-18.
- Commissariat général au développement durable, 2011, les coûts des principales pollutions agricoles de l'eau, Études et documents - Numéro 52, 34 p, [En ligne] URL: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED52-2.pdf>, Consulté le 1 octobre 2012
- Daly, H, 1996, *Beyond Growth: the Economics of Sustainable Development*, Boston, Beacon Press, 253p.
- Deb, K., A. Pratap, S. Agarwal et T. Meyarivan, 2002, A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm. *IEEE transactions on evolutionary computation*, vol. 6, no. 2, pp. 182-197
- Denoix de Saint Marc, R, 1996, « Le service public », Rapport au Premier ministre: Mission Rapport au Premier ministre: Mission 1996, La documentation française / Collection des rapports officiels, 78 p
- Dole, D. et I. Bartlett, 2004, Beyond cost recovery: setting usage charges for financial, economic and social goals, *ERD Technical notes series*, Asian Development Bank, n° 10, 46 p.
- Dresner, S. et P. Ekins, 2004, « Towards the Design of Environmentally and Socially conscious Water Metering Tariff », PSI Research Discussion, Series from Policy Studies Institute, UK , [En ligne] URL: <http://www.psi.org.uk/docs/rdp/rdp21-dresner-ekins-water.pdf>. Consulté le 1 octobre 2012.
- Feldstein, M.S., 1972, "Equity and Efficiency in the Public Sector Pricing: the Optimal Two-Part Tariff. » *Quarterly Journal of Economics*, 86 (2): 13
- Fitch, M. et H. Price, 2002, *Water poverty in England and Wales*, Chartered Institute of Environmental Health, [En ligne] URL: <http://www.puaf.org.uk/>, Consulté le 1 octobre 2012
- Gleick, P., 1996, Basic water requirements for human activities: meeting basic needs, *Water International*, 21, pp 83-92
- Goldman, M, 2005, *Imperial Nature: The World Bank and Struggles for Social Justice in the Age of Globalization* (Yale University Press, New Haven, CT)
- INSEE, 2011, France, portrait social - Insee Références - Édition 2011, 301 p.
- Le Bris, C. et O. Coutard, 2008 « Les réseaux rattrapés par l'environnement? Développement durable et transformations de l'organisation des services urbains », *Flux*, vol. 4, n° 74, pp 6-8.
- Littig, B. et E. Griessler, 2005, Social Sustainability: a Catchword Between Political Pragmatism and Social Theory, *International Journal of Sustainable Development*, 8(1/2), 65-79.
- Mancebo, F, 2009, « Inscription territoriale du développement durable et responsabilité environnementale. Ecolabels et Quotas individuels transférables », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Débats et Perspectives*, [En ligne] URL: <http://vertigo.revues.org/8287#tocto1n2>, DOI: 10.4000/vertigo.8287, Consulté le 1 octobre 2012
- Médiateur national de l'énergie, 2011, Rapport d'activité 2011 du médiateur national de l'énergie, 54 pages. [En ligne] URL: http://www.energie-mediateur.fr/fileadmin/user_upload/Publications/RA_MNE_2011.pdf, Consulté le 1 octobre 2012
- Montginoul, M. et Rinaudo, J.D., 2011, Controlling households' drilling fever in France: an economic modelling approach. *Ecological Economics*, vol. 71, pp. 140 - 150.
- Montginoul, M., D. Verdon et L. Even, 2010, Comprendre l'évolution de la consommation d'eau potable dans l'agglomération nantaise, Rapport d'analyse produit dans le cadre du partenariat de Recherche-Action entre la Direction de l'Eau de Nantes Métropole et le CEMAGREF, 41 p.
- Neverre, N., Rinaudo, J.D. et Montginoul, M., 2010, « La tarification incitative: quel impact sur la demande en eau, l'équilibre budgétaire et l'équité? », *revue TSM*, numéro 12, pp 37-43.
- Observatoire des inégalités, 2011, [En ligne] URL: http://www.inegalites.fr/spip.php?article905&id_groupe=9&id_mot=76&id_rubrique=123. Consulté le 01 Octobre 2012.
- OFWAT, 2010, June Returns, [En ligne] URL: http://www.ofwat.gov.uk/regulating/junereturn/jrhistoricdata/prs_web_jr10. Consulté le 01 Octobre 2012.
- PNUD, 1997, *Le développement humain au service de l'éradication de la pauvreté*, Rapport mondial sur le développement humain 1997, Economica, Paris, 12p.
- PNUD, 2010, *La vraie richesse des nations: les chemins du développement humain*, Rapport sur le développement Humain, New York, PNUD, 260 p.
- Poquet, G. et B. Maresca, 2006, La consommation d'eau baisse dans les grandes villes européennes, *Consommation et modes de vie* n° 192, CRÉDOC, [En ligne] URL: <http://www.credoc.fr/pdf/4p/192.pdf>. Consulté le 01 Octobre 2012.

- Robinson, J. 2004, « Squaring the Circle? Some Thoughts on the Idea of Sustainable Development », *Ecological Economics*, vol. 48, pp 369-384.
- Sachs, I., 1999, Social sustainability and whole development: exploring the dimensions of sustainable development. In: B. Egon and J. Thomas, Editors, *Sustainability and the social sciences: a cross-disciplinary approach to integrating environmental considerations into theoretical reorientation*, Zed. Books, London
- Sen, A.K., 1992, *Inequality re-examined*, Cambridge, Harvard University Press.
- Smets, H., 2008, *De l'eau potable à un prix abordable, la pratique des États*, Académie de l'Eau, 254 p
- Rapport législatif du Sénat (2010) sur la solidarité des communes dans le domaine de l'alimentation en eau et de l'assainissement des particuliers, 39 p.
- Tsanga Tabi, M., 2009, « Les services publics d'eau face à la vulnérabilité sociale des populations: vers un nouveau modèle de management des services publics essentiels? », *FLUX*, n° 2-3 pp. 94-109.
- Tsanga Tabi, M., 2011, « Implementing human right to water in Europe: lessons from French and British experiences », *Villamette Journal of International Law and Dispute Resolution*, Vol 19:1, Part II, pp 1-45
- Tsanga Tabi, M., 2011, L'irruption du social dans le management des réseaux d'eau: organisation de la solidarité et nouvelles frontières du service public d'eau. *Des tuyaux et des hommes. Les réseaux d'eau en France*. Bouleau, G., Guérin-Schneider, L. (ed.), Quae-NSS Dialogues, Paris, 15 p.
- Tsanga Tabi, M. et J. Gremmel, 2012, Le débordement du social dans l'univers des services publics essentiels et nouvelles formes de solidarité: réflexions autour du droit à l'eau et sa mise en œuvre, Working Papers du RT 6 Politiques sociales, protection sociale et solidarités, Association Française de Sociologie, 30 p
- Vallance S., Perkins H. C., Dixon J. E. (2011): What is Social Sustainability? A Clarification of Concepts, *Geoforum*, 42 (3), 342-348.

Notes

- 1 Parallèlement à l'aggravation des situations de pauvreté dans les pays du Sud où l'ampleur de la pauvreté a un impact social dans le domaine de l'accès à l'eau beaucoup plus important.
- 2 Au seuil de 60% du revenu médian, soit l'équivalent de 954 €/mois (Insee, 2011).
- 3 Dont le revenu d'activité est inférieur à 60% du revenu médian
- 4 Calculé en prenant en compte la part des dépenses en eau sur le 1^{er} décile inférieur du revenu des ménages, le seuil de 3% est une convention établie par des chercheurs anglais (Fitch et Price, 2002), dans la continuité des débats qui avaient amené le gouvernement anglais à déterminer un seuil de « précarité énergétique ». Ils proposeront ainsi un seuil similaire pour le cas de l'eau. Un usager est alors considéré comme pauvre en eau à partir du moment où sa facture d'eau excède ce seuil.
- 5 (Commissariat général au développement durable, 2011)
- 6 « L'élasticité prix » sert à évaluer l'ampleur de la variation de la demande quantitative d'un bien en fonction de l'augmentation ou la baisse du prix de ce bien
- 7 Cité par (Clément *et al.*, 2011)
- 8 *ibid*
- 9 Initié en 2007, Le Grenelle Environnement est une feuille de route définie par l'État et les représentants de la société civile en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. En matière de préservation des ressources en eau, il vise notamment le triplement des surfaces en agriculture biologique en priorité à l'amont des captages d'eau, et l'orientation de la réforme de la politique agricole communautaire devrait renforcer la conditionnalité des aides agricoles à la préservation des sols et des ressources aquatiques.
- 10 C'est le cas par exemple de la compagnie Wessex Water dont les niveaux d'impayés inférieurs à 48 mois n'ont cessé d'augmenter entre 2008 et 2010 passant de 14,26% du chiffre d'affaires domestique en 2008 à 15,08% en 2009 et 16,36% en 2010. La moitié de ces impayés qui sont des dettes à moins d'un an, ont un impact sur le prix de l'eau (5% des coûts d'exploitation) de plus en plus difficilement acceptable autant du côté du régulateur que de celui des usagers (Ofwat, June Returns, 2010)
- 11 Programme des Nations Unies pour le Développement
- 12 Mais encore plus dans les pays en voie de développement
- 13 Selon les partisans de la durabilité forte, il existe un seuil, dit de capital naturel critique, au-delà duquel le capital naturel doit être préservé, car il fournit des biens et des services qui ne sont pas remplaçables par le capital construit (Daly, 1998), cité par (Mancebo, 2009).
- 14 Mis en italique par les auteurs

15 « Social sustainability is a quality of societies. It signifies the nature-society relationships, mediated by work, as well as relationships within the society. Social sustainability is given, if work within a society and the related institutional arrangements – satisfy an extended set of human needs – are shaped in a way that nature and its reproductive capabilities are preserved over a long period of time and the normative claims of social justice, human dignity and participation are fulfilled »

16 Pour les besoins de l'exercice, nous retiendrons le seuil établi conventionnellement dans la littérature à 3%.

17 Les deux principales formes de modalité de régulation de la question sociale dans l'accès à l'eau qui ont prévalu en France ont tenté de pallier au défaut de paiement des factures d'eau des pauvres par des systèmes d'aide partielle de type curatif, ce soit à l'échelle supra locale, soit à l'échelle locale. Pour plus de détails, voir (Tsanga, 2003, 2009, 2011a).

18 Ces expériences renvoient à de nouvelles pratiques de tarification progressive de l'eau où l'accès à la première tranche volumique se fait à prix réduit sans ciblage cependant des publics pauvres en eau.

19 Dont le principe consiste à faire augmenter le prix du m³ d'eau payé avec la tranche de consommation, avec une première tranche universelle à prix très faible pour répondre aux difficultés économiques des ménages pauvres

20 L'étude menée en 2004 en Angleterre par (Dresner et Ekins, 2004) du Policy Studies Institute évalue les effets redistributifs de différentes formules tarifaires de l'eau incluant une contrainte environnementale forte en s'appuyant sur les données de la compagnie d'eau Anglian Water. Elle est l'une des rares qui se soient basées sur des données réelles de consommation d'eau et de revenus des ménages.

21 Au moment où nous avons démarré nos tests, nous n'avions pas encore retenu de modèle d'analyse de la demande en eau qui s'est finalement porté sur la fonction d'utilité de Stone & Geary.

22 <http://www.oieau.org/consommation/>

23 Dans notre modèle, les problèmes de qualité de la ressource en eau sont pris en compte au niveau du coût global en termes de hausse des coûts de traitement de l'eau brute, et donc de hausse du prix de l'eau au final.

24 La ville de Niort (100 000 habitants, 35 000 abonnés) qui est l'une des premières collectivités françaises à avoir été confrontée à un phénomène marqué de pauvreté en eau et à avoir mis en place un « tarif social », correspond également à un cas où l'ensemble des usagers sont abonnés du service (y compris les usagers en habitat collectif). Elle est la ville partenaire du programme de recherche Eau et 3^e (Économie-Environnement- Équité) pour la tâche « durabilité sociale ».

25 La méthode des quotas qui relève des approches d'échantillonnage empiriques entend reconstituer la réalité du terrain étudié en se basant sur la répartition connue de la population pour un certain nombre de caractères (sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle...). La démarche est intuitive et reproduit dans notre cas les informations manquantes, notamment les caractéristiques socio-économiques de la population étudiée (ici les ménages desservis par le service d'eau) pour la base de données des abonnés du service qui devient ainsi représentative de la population prise en compte. Ce procédé permet d'obtenir des résultats qui soient les plus fiables possibles. Précisons que dans notre cas, notre échantillon d'abonnés est exhaustif et non un échantillon partiel de la population mère.

26 Revenu solidarité active, Allocation de solidarité spécifique (il manque la signification des deux S) et Allocation adulte handicapé

27 <http://www.oieau.fr/oieau/breve/calculez-votre-consommation-d-eau>

28 Un abonné est considéré comme vulnérable à partir du moment où il perçoit un revenu annuel en deçà du seuil de pauvreté (soit 954 € pour une personne seule, Insee 2011). La composition du ménage est prise en compte lors de la détermination de ce seuil de pauvreté.

29 Dans la version aboutie de notre modèle, les autres catégories d'abonnés du service font bien partie des variables qui contribuent aux recettes du service et aux effets redistributifs induits par l'optimisation tarifaire sur les trois axes de la durabilité.

30 Le taux d'impayés social est calculé sur la base d'hypothèse de non-solvabilité des ménages pauvres en eau vulnérable et très vulnérables. Il est ainsi posé que la probabilité de non-règlement de la facture d'eau concerne 90% des ménages très vulnérables et que cette même probabilité de non-règlement de la facture concerne 25% de la catégorie des ménages vulnérables. Un ménage étant considéré comme très vulnérable lorsqu'il est pauvre en eau et en dessous du seuil de pauvreté (pris à 954 €/mois), et un ménage étant vulnérable lorsqu'il est pauvre en eau et en deçà du seuil de pauvreté.

31 La production de rapports annuels d'activité des services publics d'eau et d'assainissement relève d'une part de la responsabilité de rapportage qui incombe au service d'eau, et d'autre part de l'obligation du politique de rendre des comptes à l'usager-citoyen sous la forme d'un document public (rapport annuel sur le prix et la qualité du service créé par l'article 73 de la Loi n° 95-101 du 2 février 1995 dite « Loi Barnier » et relative au renforcement de la protection de l'environnement).

32 Dans le cadre d'un état de lieux réalisé en 2011 sur le territoire national sur les expériences visant à améliorer l'accès des pauvres au service d'eau, nous avons identifié « une quinzaine » de villes au moins qui avaient mis en place un design tarifaire qualifié de « social ».

Pour citer cet article

Référence électronique

Marie Tsanga Tabi et Amir Nafi, « Durabilité sociale de la gestion de l'eau urbaine en France et évaluation des effets sociaux d'un modèle d'analyse garantissant la solidarité dans l'accès à l'eau », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 3 | décembre 2013, mis en ligne le 30 décembre 2013, consulté le 23 septembre 2014. URL : <http://vertigo.revues.org/14551> ; DOI : 10.4000/vertigo.14551

À propos des auteurs

Marie Tsanga Tabi

Ingénieure de recherche, docteur en sciences de gestion, Unité mixte de recherche IRSTEA-ENGEES en gestion territoriale de l'eau et de l'environnement, 67 070 Strasbourg cedex, France, courriel: marie.tsanga@engees.unistra.fr

Amir Nafi

Maître de conférences, ingénieur en génie industriel, Unité mixte de recherche IRSTEA-ENGEES en gestion territoriale de l'eau et de l'environnement, 67 070 Strasbourg cedex, France, courriel: amir.nafi@engees.unistra.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

Le changement de paradigme de gestion des eaux urbaines a mis en évidence la question de la durabilité des services d'eau. L'un des aspects les plus négligés de cette durabilité est son volet social alors même que les dynamiques de changement ressortant de la dimension sociale bousculent les équilibres globaux. C'est ce concept de durabilité sociale que nous formalisons et que nous étudions dans le cas d'un service d'eau urbain à partir d'un modèle théorico-empirique baptisé « modèle de tarification solidaire multi-objectifs » (modèle TSMO). L'enjeu consiste par le biais d'un outil tarifaire qui optimise les trois dimensions économiques, environnementales et sociales de la durabilité, à développer des mécanismes de solidarité interne qui, tout en respectant l'équilibre budgétaire, assurent une équité d'accès à l'eau entre les abonnés du service et minimisent la pauvreté en eau.

The evolution of the paradigm of urban water management highlights the issue of sustainability of water utilities. It appears that the social aspect of the sustainability is not enough considered even if its impact on global equilibrium is significant. The proposed study focuses on the concept of social sustainability that is analysed according to theoretical and empirical self-developed decision aiding model for water pricing mitigation called "modèle de tarification solidaire multi-objectifs, TSMO". It aims at highlighting internal solidarity mechanisms able to ensure trade-off between budget equilibrium of the utility and equity between users and utility in order to share the financial effort in a robust and sustainable way. This goal can be reached by eliminating the poverty in water with the help of an adaptative pricing tool.

Entrées d'index

Mots-clés : durabilité sociale, service public, eau, aide à la décision, indicateurs, modèle, pauvreté en eau, précarité, solidarité, tarification sociale

Keywords : Social sustainability, public services, water, decision-making, model, water scarcity, solidarity