



HAL
open science

Approche économique des performances à long terme des services d'alimentation en eau potable par les préférences des usagers

Houngbedji Assouan

► **To cite this version:**

Houngbedji Assouan. Approche économique des performances à long terme des services d'alimentation en eau potable par les préférences des usagers. Economies et finances. Université de Bordeaux, 2022. Français. NNT : 2022BORD0102 . tel-03716085

HAL Id: tel-03716085

<https://theses.hal.science/tel-03716085>

Submitted on 7 Jul 2022

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

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

THÈSE PRÉSENTÉE
POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE
L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE ENTREPRISE, ECONOMIE, SOCIÉTÉ (ED 42)
SPÉCIALITÉ : SCIENCES ECONOMIQUES

Par HOUNGBEDJI EPIPHANE ASSOUAN

**APPROCHE ECONOMIQUE DES PERFORMANCES A LONG TERME
DES SERVICES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE PAR LES
PREFERENCES DES USAGERS**

Sous la codirection de : Tina RAMBONILAZA et
Bénédicte RULLEAU

Soutenance le 22 mars 2022

Membres du jury :

M. AZNAR Olivier, Professeur, VetAgro Sup Clermont-Ferrand, Président
Mme RAMBONILAZA Tina, Directrice de recherche, INRAE, Co-directrice de thèse
M. ROUSSEL Sébastien, Maître de conférences, Université Paul Valéry Montpellier 3, Rapporteur
Mme ROZAN Anne, Professeure, ENGEES - Université de Strasbourg, Rapporteur
Mme RULLEAU Bénédicte, Chargée de recherche, INRAE, Co-directrice de thèse

APPROCHE ECONOMIQUE DES PERFORMANCES A LONG TERME DES SERVICES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE PAR LES PREFERENCES DES USAGERS

Cette thèse propose une approche économique de la gestion des services d'alimentation en eau potable (SAEP) et de leurs infrastructures à long-terme, afin d'aider les acteurs publics dans leur exercice de décisions d'investissements en biens et/ou services collectifs. La thèse développe une approche basée sur les préférences des usagers en partant de l'hypothèse que leurs préoccupations dépassent aujourd'hui la seule question de disposer de quantités d'eau suffisantes pour leurs propres consommations. Elles s'élargissent en effet à des considérations sociale (l'accès à un service de qualité pour tout le monde) et environnementale (la préservation de la ressource). Organisés autour de 4 chapitres, les travaux menés empruntent différents cadres conceptuels et analytiques relevant de l'économie publique, de l'économie environnementale et de l'économie comportementale.

En empruntant le cadre théorique de l'économie des « choix publics », le chapitre 1 modélise les règles de partage de coûts induits par la nécessité du financement du renouvellement des infrastructures par les contributions individuelles des usagers. Pour ce faire, il présente d'abord l'optimum de premier rang, une situation idéale où le planificateur social serait en mesure de fixer la contribution directe de l'ensemble des usagers au renouvellement des infrastructures, quand on a recours à l'hypothèse de séparabilité entre la demande en eau et en infrastructure, et que les agents sont homogènes. Par la suite, le modèle considère l'impact de l'introduction d'une forme d'hétérogénéité des préférences sur les infrastructures – par le basculement d'une partie des usagers vers des techniques alternatives d'approvisionnement en eau. On assiste alors à une perte d'efficacité de l'action publique (sous-optimalité du renouvellement) même quand un transfert des charges incombant aux usagers dits « alternatifs », ayant quitté l'usage des infrastructures collectives, vers les usagers dits « conservateurs » qui vont payer plus, est envisageable. Nous avons enfin étudié la situation où le planificateur social ne serait plus en mesure d'obtenir un consensus social et doit s'appuyer sur les contributions cette fois-ci volontaires des usagers. Dans ce contexte, la présence de phénomène de « passager clandestin » d'une part et les coûts supplémentaires d'information d'autre part diminuent fortement les montants effectifs consentis par les usagers pour le renouvellement des infrastructures. Ces montants sont surtout soutenus par les motivations sociales et altruistes des usagers.

Le chapitre 2 de la thèse détaille le cadre conceptuel des analyses empiriques menées, construit autour de la mise en place d'un protocole d'évaluation économique mobilisant la méthode des

expériences de choix discrets, et d'une enquête administrée via un interface web auprès d'un échantillon de résidents du département de la Gironde.

Le chapitre 3 analyse les données relatives aux choix de 300 individus ayant répondu à la version du questionnaire pour lequel les scénarios de gestion proposés visaient des performances sur 30 ans. L'estimation successive de modèles logit mixte et de modèles à classes latentes a permis de mettre en évidence que les répondants sont principalement préoccupés par la qualité organoleptique de l'eau et la préservation de la ressource. Ils ont ainsi des préférences pour les deux dimensions de la performance à 30 ans des SAEP, à savoir la dimension technique et la dimension environnementale. Par ailleurs, l'hétérogénéité des préférences peut être expliquée à la fois par les caractéristiques socioéconomiques usuelles des individus (en référence à leur âge et leur positionnement dans le cycle de vie par exemple), leur niveau de revenu, le niveau initial des infrastructures dans leur lieu de résidence, et surtout leur degré d'altruisme. Nous avons distingué sur cet aspect deux manifestations de l'altruisme : l'altruisme global et l'altruisme paternaliste. Il apparaît que les préférences pour les deux dimensions (technique et environnementale) et le niveau des consentements à payer sont fonction croissante de l'altruisme paternaliste. Le chapitre 4 cherche à tester l'influence de l'envergure temporelle des scénarios de gestion proposés sur les préférences en matière de performances des SAEP sur le long-terme. L'analyse empirique mobilise alors la technique du *split-sample-test* – deux jeux de données constitués chacun par 300 observations, le premier avec des scénarios de gestion à 10 ans, le second des scénarios à 50 ans. Le test de Swait-Louvière sur les résultats d'estimations de modèle logistique généralisé nous a permis d'identifier la présence d'une hétérogénéité dite d'échelle, qui serait à attribuer à l'horizon temporel de la gestion des SAEP. En effet, nous observons que même si les dimensions de la performance privilégiées par les enquêtés restent identiques entre les deux versions des scénarios de gestion, les enquêtés confrontés à des scénarios sur 10 ans ont été relativement moins aléatoires dans leurs réponses. Nous montrons par la suite que cette hétérogénéité d'échelle peut être amplifiée par des facteurs tels que l'âge, le degré de projection dans l'avenir, et le degré d'impatience ; et être en revanche modérée par le niveau de revenu.

Mots clés : Gestion Patrimoniale des Infrastructures – Service d'Alimentation en Eau Potable – Performance – Long terme – Altruisme – Théorie des jeux – Expériences de choix discrets

ECONOMIC APPROACH TO LONG-TERM PERFORMANCE OF DRINKING WATER SUPPLY SERVICES THROUGH USER PREFERENCES

This thesis proposes an economic approach of drinking water supply services (DWSS) and their infrastructures long-term management in order to help public actors in their exercise of investment decisions in collective goods and/or services. The thesis develops an approach based on the users's preferences, starting from the hypothesis that their concerns today go beyond the sole question of having sufficient quantities of water for their consumption. Indeed, they extend to social (access to quality service for everyone) and environmental (preservation of the resource) considerations. Organized around 4 chapters, the work borrows different conceptual and analytical frameworks from public economics, environmental economics, and behavioral economics.

By borrowing the theoretical framework of "public choices" economics, Chapter 1 models the rules of cost sharing induced by the need to finance the renewal of infrastructures by the individual contributions of users. To do this, it first presents the first-best optimum, an ideal situation where the social planner would be able to determine the direct contribution of all users to renew infrastructures, when the hypotheses of separability between the demand for water and infrastructure, and agents' homogeneity are assumed. Subsequently, the model considers the introduction of a form of preference heterogeneity impact on the infrastructure – by the switch of some users to alternative water supply techniques. We then witness a loss of public action effectiveness (sub-optimality of renewal) with a charge transfer from so-called "alternative" users (having left the use of collective infrastructures), towards so-called "conservative" users who will pay more. Finally, we studied the situation where the social planner would no longer be able to obtain a social consensus and must rely on the voluntary contributions. In this context, the presence of the “free rider” phenomenon on the one hand and the additional information costs on the other hand greatly reduce the actual amounts granted by users for infrastructure renewal. These amounts are mainly supported by the social and altruistic motivations of the users.

Chapter 2 of the thesis details the conceptual framework of the empirical analyzes carried out, built around the implementation of an economic evaluation protocol mobilizing the method of discrete choice experiments, and a survey administered online to a sample of residents of the Gironde territory.

Chapter 3 analyzes the data relating to the choices of 300 individuals who responded to the questionnaire version for which the management scenarios proposed, aimed a performance over 30 years. The successive estimation of mixed logit models and latent class models has made it possible to highlight that the respondents are mainly concerned with the organoleptic quality of water and the resource preservation. They thus have preferences for the two dimensions of the 30-years performance of SAEPs, namely the technical dimension and the environmental dimension. Moreover, the heterogeneity of preferences can be explained both by the usual socioeconomic characteristics of individuals (with reference to their age and their position in the life cycle for example), their income level, the initial level of infrastructure in their place of residence, and especially their degree of altruism. We have distinguished on this aspect two manifestations of altruism: global altruism and paternalistic altruism. It appears that the preferences for the two dimensions (technical and environmental) and the level of willingness to pay are an increasing function of paternalistic altruism.

Chapter 4 seeks to test the influence of the temporal scope of the proposed management scenarios on the preferences for the performance of SAEPs over the long term. The empirical analysis then mobilizes the split-sample-test technique – two sets of data each consisting of 300 observations, the first with 10-years management scenarios, the second with 50-year management scenarios. The Swait-Louvière test on the results of generalized logistic model estimations allowed us to identify the presence of a so-called scale heterogeneity, which could be attributed to the time horizon of SAEP management. Indeed, we observe that even if the dimensions of performance favored by the respondents remain identical between the two versions of the management scenarios, the respondents confronted with scenarios over 10 years were relatively less random in their answers. We then show that this heterogeneity of scale can be amplified by factors such as age, degree of projection into the future, and degree of impatience; and be, on the other hand, moderated by the income level.

Keywords : Asset Management of Infrastructures – Drinking Water Supply Service – Performance – Long-term – Altruism – Game Theory – Discrete Choice Experiments

UR ETTIS (Equipe GPIE)

[INRAE, centre de Bordeaux, 50 avenue de Verdun, Gazinet, 33612 Cestas Cedex]

Remerciements

Cette thèse a bénéficié d'un cofinancement de la région Nouvelle Aquitaine et de INRAE l'institut nationale de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement dans le cadre du projet ChaPEau (Changements globaux et Performance des services d'alimentation en Eau potable).

Je voudrais en premier lieu, remercier mes deux co-directrices de thèse Bénédicte Rulleau et Tina Rambonilaza pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser cette thèse sous leur encadrement. Rien ne pourra totalement exprimer ma reconnaissance envers leur accompagnement, qui au-delà d'être d'abord académique, a parfois touché l'univers personnel.

Je tiens à remercier Anne Rozan et Sébastien Roussel pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette thèse en acceptant de la rapporter. Merci également à Olivier Aznar d'avoir accepté de prendre part au jury.

J'aimerais ensuite exprimer ma gratitude envers mes collègues de l'équipe GPIE du centre INRAE de Bordeaux. A Eddy, Yves, Jeanne, Denis, Françoise et Alain, je dis merci pour leur accueil chaleureux et leurs conseils durant mon séjour à INRAE.

Je salue chaleureusement mes camarades doctorants, Fathallah, Olivier, Mody et Arnaud qui ont partagé avec moi le parcours de jeune chercheur au centre INRAE de Bordeaux. A mes amis Florentin, Christian, Edem, Mahamoud, Charité, Falapalaki et Glorie, je voudrais dire merci pour leur soutien moral et leur bienveillance. Je salue aussi les amis de Bordeaux qui m'ont témoigné une fraternité sans limite.

Je ne saurai remercier assez ma famille pour leur motivation et leur soutien de tous les instants. J'ai une pensée particulière pour mes tantes et cousins d'Allemagne. Nicolas et Fiacre, mes frangins, je voudrais ici vous exprimer tout mon amour. J'espère que vous serez fiers de ce travail.

J'aimerais exprimer toute ma reconnaissance envers mon cher père qui m'a ouvert les portes des universités françaises. Merci pour toute ta confiance et ton affection.

Enfin, à ma chère et tendre mère, je dédie cette thèse. Merci pour tes prières, tes enseignements et ta présence à mes côtés.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	16
1 CONTEXTE ET ELEMENTS DE CADRAGE.....	17
1.1 La gestion patrimoniale des infrastructures face aux changements globaux.....	17
1.2 La GPIE comme rencontre d'une offre et d'une demande de SAEP performants sur le long-terme.....	19
2 PROBLEMATIQUES ET ORGANISATION DE LA RECHERCHE.....	22
2.1 Financer un bien public pur ou la fin d'un monopole naturel	22
2.2 Hétérogénéités de la demande en matière de performances de SAEP sur le long-terme : le rôle des préférences sociales et temporelles	25
CHAPITRE I : FONDEMENTS THEORIQUES DE LA DEMANDE DE SAEP ET DU FINANCEMENT DU RENOUVELLEMENT DES INFRASTRUCTURES COLLECTIVES D'EAU	29
INTRODUCTION.....	30
1 MODELE DE REFERENCE	33
1.1. La fonction de demande des SAEP	33
1.2. Le problème initial du planificateur social	35
1.2.1. <i>Le gestionnaire de SAEP en tant que planificateur social</i>	<i>35</i>
1.2.2. <i>Les usagers et leurs rapports aux infrastructures collectives d'eau</i>	<i>36</i>
1.2.3. <i>L'optimum de premier rang en termes de renouvellement des réseaux d'eau collectifs</i>	<i>38</i>
1.3. Hétérogénéité des préférences par rapports aux infrastructures d'eau	40
1.3.1. <i>Recours aux équipements alternatifs aux réseaux collectifs d'eau</i>	<i>40</i>
1.3.2. <i>L'impact des techniques alternatives sur l'optimum social en matière de renouvellement des réseaux collectifs</i>	<i>41</i>
1.4. Principales propositions	46
2 MODELISATION DU FINANCEMENT DU RENOUVELLEMENT DES INFRASTRUCTURES EN L'ABSENCE D'UN CONSENSUS SOCIAL.....	48
2.1 Contributions volontaires des usagers : raisonnement en termes de jeux	48
2.2 Modélisation du financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau	49
2.2.1 <i>La décision des conservateurs.....</i>	<i>49</i>
2.2.2 <i>La décision des alternatifs.....</i>	<i>51</i>

2.2.3	<i>La GPIE en situation d'information complète</i>	52
2.3	Modélisation du financement du renouvellement du réseau collectif d'eau en situation d'incertitude.....	56
2.4	Principales propositions	58
CONCLUSION		61
CHAPITRE II : MISE EN PLACE D'UNE APPROCHE PAR LA METHODE DES EXPERIENCES DE CHOIX DISCRETS.....		64
INTRODUCTION.....		65
1	METHODE DES EXPERIENCES DE CHOIX – FONDEMENTS CONCEPTUELS	68
1.1	L'approche multi-attributs des scénarios à évaluer	68
1.2	La modélisation des choix	70
1.3	Les différents modèles économétriques mobilisés	72
1.3.1	<i>Modèle logistique conditionnel (CLM)</i>	74
1.3.2	<i>Modèle logistique multinomial (MLM)</i>	74
1.3.3	<i>Modèle logistique mixte (MIXL)</i>	75
1.3.4	<i>Modèle logistique à classes latentes (LCM)</i>	76
1.3.5	<i>Le modèle logistique multinomial hybride (HMNL)</i>	77
2	ETAT DE L'ART SUR L'APPLICACION DU MECD DANS LE DOMAINE DES SAEP.....	80
2.1	Les différents travaux	80
2.2	Principaux résultats	81
3	LE CADRE EMPIRIQUE.....	86
3.1	Présentation du terrain d'étude	86
3.1.1	<i>Organisation territoriale du département de la Gironde</i>	86
3.1.2	<i>Contexte hydro-climatique du département de la Gironde</i>	87
3.1.3	<i>Démographie et activités économiques</i>	88
3.1.4	<i>Les services d'alimentation en eau potable de la Gironde</i>	90
3.2	Présentation du questionnaire.....	90
3.2.1	<i>Protocole de choix et construction de la question d'évaluation</i>	90
3.2.2	<i>Les autres parties du questionnaire</i>	100
3.3	Collecte des données	105
4	STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET QUALITE DES DONNEES	107
4.1	Typologie des services d'eau.....	107

4.2	Profil des répondants	108
4.3	Gestion des SAEP et appréciation de la performance	109
4.4	Le prix de l'eau.....	111
4.5	Economies d'eau et motivations altruistes	112
4.6	Qualité des données de choix	117
CONCLUSION		120
CHAPITRE III : PREFERENCES DES USAGERS POUR AMELIORER LES PERFORMANCES DES SAEP SUR 30 ANS – QUEL EFFET DE L'ALTRUISME ?		123
INTRODUCTION.....		124
1	LA BASE DE DONNEES.....	126
1.1	Caractéristiques sociodémographiques des répondants.....	126
1.2	Rapports aux SAEP	129
1.3	Comportements altruistes	130
1.3.1	<i>Des gestes aux motivations altruistes</i>	<i>130</i>
1.3.2	<i>L'altruisme comme normes personnelles</i>	<i>132</i>
1.4	Données sur les choix.....	133
1.4.1	<i>Motivations des choix</i>	<i>133</i>
1.4.2	<i>Déroulé de l'exercice</i>	<i>135</i>
2	MODELISATION ECONOMETRIQUE DES CHOIX	137
2.1	Modèle à estimer et méthodes d'estimation	137
2.2	Le modèle logistique conditionnel	139
2.2.1	<i>L'effet des niveaux des attributs sur les choix des scénarios</i>	<i>139</i>
2.2.2	<i>Les déterminants observables des préférences.....</i>	<i>141</i>
2.3	Le modèle logistique mixte dans l'espace des préférences	146
2.4	Le modèle à classes latentes	150
2.4.1	<i>Sélection du nombre de classes</i>	<i>151</i>
2.4.2	<i>Les résultats de l'estimation du modèle à deux classes.....</i>	<i>151</i>
2.4.3	<i>Les résultats du modèle avec trois classes</i>	<i>154</i>
3	DISCUSSION	156
3.1	Profils des classes de préférences.....	156
3.1.1	<i>Caractéristiques socio-économiques.....</i>	<i>156</i>

3.1.2	<i>Comportements altruistes</i>	158
3.1.3	<i>Choix des alternatives</i>	158
3.2	Arbitrages entre dimensions techniques et dimensions environnementales.....	159
3.3	Préférences non-linéaires.....	160
3.4	Préférences hétérogènes	162
3.5	Préférences par rapport aux SAEP et motivations altruistes	164
3.6	Consentements à payer	165
CONCLUSION		168
CHAPITRE IV : IMPACT DE L’HORIZON TEMPOREL SUR L’HETEROGENEITE DES PREFERENCES EN MATIERE DE PERFORMANCE DES SAEP		171
INTRODUCTION.....		172
1	LES DONNEES	176
1.1	La technique du split-sample-test.....	176
1.2	Caractéristiques sociodémographiques des répondants.....	177
1.3	Rapport aux services d’eau potable.....	180
2	CONSTRUCTION D’UNE ECHELLE DES PREFERENCES TEMPORELLES	182
2.1	Mesure des préférences temporelles.....	182
2.2	Analyse factorielle exploratoire	183
3	UN CADRE POUR LA MODELISATION ECONOMETRIQUE	188
3.1	Le modèle logistique multinomial généralisé (GMNL)	188
3.2	Identifier l’impact de l’horizon temporel : le test de Swait-Louvière	190
4	RESULTATS ECONOMETRIQUES.....	192
4.1	Données sur les choix.....	192
4.2	Les variables explicatives retenues	194
4.3	Résultats du test de Swait-Louvière	197
4.4	Une estimation d’un GMNL avec les déterminants de l’effet d’échelle	201
5	DISCUSSION	204
5.1	Homogénéité de préférences entre sous-échantillons.....	204
5.2	Hétérogénéité inter-individuelle des préférences	204
5.3	Hétérogénéité d’échelle entre sous-échantillons	205

CONCLUSION	208
CONCLUSION GENERALE.....	211
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	218
ANNEXES.....	243
LISTES DES ABREVIATIONS	295
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	297

INTRODUCTION GENERALE

1 CONTEXTE ET ELEMENTS DE CADRAGE

1.1 La gestion patrimoniale des infrastructures face aux changements globaux

La Gestion Patrimoniale des Infrastructures (GPI) est une « *approche [transversale] à long terme qui tient compte de l'état du patrimoine tout au long de son cycle de vie dans le but d'assurer le niveau de performance requis avec un risque donné, le tout dans un contexte économique contraint* » (ONEMA et al., 2013). En d'autres termes, la conception de la GPI et de sa performance serait indissociable du service fourni aux usagers actuels et futurs (Alegre et al., 2012 ; Alegre et al., 2002). Du point de vue économique, les montants engagés pour le remplacement et l'entretien des infrastructures doivent ainsi refléter à la fois les valeurs d'usage et les valeurs patrimoniales (Crespi Reghizzi, 2013) de ceux qui contribuent aujourd'hui au financement de ces actions visant à assurer la qualité du service fourni actuellement, tout autant que la transmission des infrastructures et du service qu'elles procurent aux générations futures.

La fonction première des services d'alimentation en eau potable (SAEP) est de délivrer une eau destinée à la consommation humaine au robinet de chaque usager (Griffin, 2016). Durant la phase de reconstruction entamée après-guerre (entre 1945 et 1973), et financièrement soutenues par la création du FNDAE (Fond National pour le Développement des Adductions d'Eau) en 1954, les gestionnaires des SAEP ont été guidés par une politique d'universalisation de l'accès au service (Pezon, 2000). Avec l'objectif d'étendre les zones raccordées à l'infrastructure collective, le principal critère de performance étant le taux de raccordement (le nombre d'abonnés raccordés au réseau collectif). Mais progressivement, face à un ensemble de problèmes liés à la dégradation de la qualité de la ressource en eau brute du fait des pollutions agricoles notamment, à laquelle il faut rajouter les propres externalités négatives sur l'environnement naturel des SAEP, la performance dans leur gestion s'est ouverte à des enjeux de qualité et de durabilité : continuité du service, la qualité sanitaire de l'eau, limitation de la pression sur la ressource en eau et du volume d'eau perdu (Marlow et al., 2010). En France, les pertes d'eau constituées essentiellement de fuites représentent en moyenne 25 % de la production, et peuvent aller jusqu'à 50 % (Fauquert, 2005). A ces enjeux techniques et environnementaux, tout un ensemble d'enjeux à la fois comptable, économique et financière ont été rajoutés et standardisés. L'International Water Association (IWA) a ainsi développé un

panel d'indicateurs (Alegre et al., 2017 ; Alegre et al., 2002), et en France, le choix a été fait d'adapter ce dispositif, avec les indicateurs SISPEA (Système d'Information des Services Publics d'Eau et d'Assainissement). Chaque SAEP doit fournir ces indicateurs SISPEA et les faire figurer dans leur Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) annuel dont la finalité est de rendre compte aux usagers à la fois du prix et de la qualité du service rendu (Décret n° 2007-675 du 2 mai 2007).

Les opérateurs des SAEP ont ainsi accentué leurs efforts de gestion au regard des trois premiers critères (continuité, qualité sanitaire, pression sur la ressource) ; la préoccupation relative aux pertes d'eau a été portée d'abord par les pouvoirs publics (par exemple en Gironde par le Syndicat Mixte d'Études et de Gestion de la Ressource en Eau du Département de la Gironde – SMEGREG) (SMEGREG, 2018). La problématique de la maîtrise des pertes d'eau dans les réseaux illustre pourtant la nécessité de combiner des actions curatives à court terme et des mesures proactives de plus long terme. En effet, l'échelle de temps de la prise de décision diffère selon les opérations à mettre en œuvre et l'appréciation de leurs effets peut, selon les cas, nécessiter un certain recul, une mise en perspective pluriannuelle (Alegre et al., 2017). Ceci se double d'une complexité d'échelle spatiale et territoriale. Une difficulté importante de la gestion des réseaux d'eau tient en effet au caractère très localisé des travaux de réparations et de renouvellements, alors que (i) la mesure des pertes s'effectue à l'échelle d'un secteur hydraulique, voire du réseau dans son ensemble, et que (ii) souvent, l'impact des pertes sur la ressource ne peut s'apprécier qu'à l'échelle encore plus large de la masse d'eau exploitée.

Le contexte de changements globaux invite par ailleurs à l'adoption d'une vision long-terme de la gestion des SAEP, en raison des risques pour l'alimentation en eau potable des changements climatiques notamment en termes de vulnérabilité de la ressource en eau (Acclimaterra, 2018 ; Le Treut, 2013). Par ailleurs, d'autres changements sociaux ou sociétaux sont à anticiper. En Aquitaine par exemple, à l'horizon 2050, la croissance démographique (Diel, 2010) liée à l'accueil de nouveaux résidents et le processus de métropolisation (objectif d'une métropole bordelaise millionnaire en 2025) combiné aux pics de la demande touristique et agricole en eau auront des incidences significatives sur les conditions d'accès et sur les besoins en eau potable (Salles, 2013). La consommation d'eau par habitant (164 l/j), légèrement supérieure à la moyenne française (150 l/j), varie selon les saisons, mais également selon les événements météorologiques extrêmes comme la canicule de 2003. Les observations indiquent une

augmentation de 1,6 % de la consommation par degré d'augmentation de température (Hellier et al., 2009). L'effet cumulatif du changement climatique et l'évolution démographique et des pratiques entraîne des conséquences déjà perceptibles sur la distribution spatiale des ressources en eau potable disponibles et sur la répartition territoriale des zones de consommations (voir notamment les études de recherche de solutions de substitutions menées par le SMEGREG pour Bordeaux Métropole).

1.2 La GPIE comme rencontre d'une offre et d'une demande de SAEP performants sur le long-terme

La désignation et la protection de captages stratégiques pour l'eau potable, la diversification des ressources, l'interconnexion généralisée des réseaux et le dimensionnement des infrastructures pour éviter d'éventuelles ruptures d'approvisionnement, l'équipement hydro-économique et la responsabilisation des usagers figurent parmi les modes de régulation envisagés par les gestionnaires de l'eau (Barbier et al., 2012). Cependant, la recherche de performances techniques ne serait plus suffisante et une approche en termes de durabilité des SAEP devrait être envisagée (Barraque, 2007 ; Canneva et Guerin-Schneider, 2011 ; Brochet et Pecqueur, 2013). Or, dès le début des années 2000, on a observé en France qu'une grande partie des infrastructures liées à l'eau potable commençait à être vétuste (Husson et al., 2020 ; Cador, 2002 ; Pezon, 2000), posant quelques problèmes qui vont au-delà de la diminution de leurs productivités due à l'usure du matériel, à savoir des problèmes de santé publique et environnementaux (Burn et al., 2012 ; Marlow et al., 2010). Les infrastructures collectives ont une durée de vie estimée entre 30 et 50 ans (voire 75 ans) (Cador, 2002 ; Elnaboulsi et Alexandre, 1997). Mais, elles sont sujettes à des phénomènes d'usure, et aussi d'obsolescence, c'est-à-dire des formes d'inadéquation au regard du progrès technique (transition numérique et énergétique), des normes sociales ou environnementales, ou encore des nouveaux risques (Tsanga et Nafi, 2013).

Les effets de cette dégradation de l'état des infrastructures sont de 3 ordres (Rulleau et al., 2020 ; IPCC, 2018 ; Acclimaterra, 2018 ; Le Treut, 2013 ; Montginoul, 2013 ; Bouleau et Guerin-Schneider, 2011) :

- économiques : l'entretien des infrastructures devient plus coûteux, les fuites diminuent le volume d'eau réellement distribué, cette diminution réduit les profits qui peuvent à leur tour faire augmenter le prix de l'eau ;
- environnementaux principalement traduits par le fait que la défaillance du réseau peut entraîner un gaspillage voire une pollution de la ressource ;
- sociaux, en termes de justice car les générations futures risquent de supporter les surcoûts disproportionnés du renouvellement des infrastructures.

Le besoin de financement des investissements pour permettre de maintenir les performances des SAEP sur le long-terme a été identifié très tôt. Il est estimé entre 1,3 % et 2 % par an de la valeur totale du linéaire de réseau de 151,4 Mds d'euros (CGDD, 2015 ; Canalisateurs de France, 2016). Cependant, malgré un rythme effectif d'investissement annuel se situant en valeur absolue entre 5 et 10 milliards d'euros, les montants investis sont jugés insuffisants pour préserver un patrimoine infrastructurel estimé autour de 400 milliards d'euros (CGDD, 2017) et composé de 849000 km de conduites et de 25,7 millions de branchements (Wittner, 2013). Le budget financement des SAEP provient pour 69 % de la facturation hors redevance (CNE, 2013) ; l'emprunt et les subventions des Agences de l'eau, des conseils généraux et des conseils régionaux représentent respectivement 18 % et 13 % du total. Ainsi, les principaux contributeurs sont de très loin les usagers, ce qui place désormais la tarification au cœur du financement du renouvellement des SAEP.

La définition du prix de l'eau en France a été historiquement marquée par le dilemme « recouvrement des coûts - justice sociale ». En effet, le prix de l'eau a été subventionné par l'autorité publique jusqu'en 1987, année où il a été déréglementé (Pezon, 2000), entraînant une hausse du prix de l'eau. L'interdiction de la subvention du prix de l'eau a été formellement actée par les recommandations de la Directive Cadre Européenne sur l'eau (DCE) avec un principe de « l'eau paie l'eau » obligeant les services gestionnaires d'eau à récupérer la totalité de leurs dépenses à travers le tarif de l'eau (DCE 2006). Dans les faits, le prix de l'eau en France est composé de 3 éléments : (i) la part de l'eau potable (39 % du montant unitaire), (ii) le tarif de l'assainissement (38 %), (iii), et les redevances (23 %) (Données SISPEA, 2019). En outre, le tarif de l'eau potable représente ce que l'utilisateur paie pour sa consommation effective, alors que le tarif de l'assainissement recouvre tout ce qui est collecte et traitement des eaux usées. Les redevances servent aux fonds de solidarités qu'utilisent les agences de l'eau pour une redistribution juste dans le temps et l'espace. Malgré la libéralisation du prix, les recettes

obtenues à partir du tarif restent insuffisantes pour financer le renouvellement des infrastructures étant donné qu'elles sont en grande partie absorbées par les dépenses de fonctionnement (72 %) qui servent à couvrir les coûts du service (captage, traitement, contrôle de la qualité, livraison, entretien du réseau, coûts de gestion du service, etc.).

Le recours à l'endettement pour financer les services publics constitue une alternative de financement que peuvent utiliser ces services publics pour ne pas augmenter dans l'immédiat le prix du service. L'endettement présente un avantage qui est que le recouvrement des coûts peut être lissé sur une longue période. Dans le secteur de l'eau potable en France, une municipalité peut recourir à l'emprunt pour certains travaux de renouvellement des réseaux ou déléguer cette tâche à une entreprise qui se charge d'emprunter lui-même (Fauquert, 2005). Lorsqu'il s'agit d'une municipalité, certaines règles budgétaires contraignent l'emprunt. Mais, le véritable problème que pose un financement du renouvellement des infrastructures par l'endettement, est un problème de justice intergénérationnelle quant au partage de la charge des coûts des infrastructures.

La conception de la GPI qui serait en accord avec cette préoccupation en matière de durabilité au sens large des SAEP dans un contexte de changements globaux devrait s'appuyer notamment sur une planification des besoins d'investissement de renouvellement ou de redimensionnement des infrastructures, qui permettent à la fois l'amélioration des services fournis aux usagers et la conservation et le partage de la ressource sur le long-terme. L'augmentation de la contribution des usagers de l'eau dans la perspective de cette conception GPI est une voie à explorer. Mais, comme le note Hanemann (2005), un enjeu central de bonne gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable est la mise en adéquation dans le temps et dans l'espace, de l'offre et de la demande, i.e. la capacité à fournir un service de qualité, au bon endroit, au bon moment, à un prix raisonnable.

2 PROBLEMATIQUES ET ORGANISATION DE LA RECHERCHE

Le principal objectif de cette thèse est d'apporter un certain nombre d'éléments théoriques et empiriques permettant de comprendre la demande de SAEP comme une demande de performances sur le long-terme adressée à la gestion de ces services. Dans cette perspective, elle part de deux postulats. La gestion des SAEP et leurs performances s'appuient d'abord sur la capacité des services à renouveler leurs infrastructures afin de mettre en œuvre une GPIE. En effet, seul des infrastructures en bon état peuvent garantir une offre de service performant à l'utilisateur sur le long-terme (Elnaboulsi et Alexandre, 1997). En outre, les attentes des usagers en matière de performances des SAEP sur le long terme sont multidimensionnelles et sources d'hétérogénéité de préférences.

Nous avons par conséquent organisé le travail de thèse autour de deux problématiques.

2.1 Financer un bien public pur ou la fin d'un monopole naturel

La théorie microéconomique de la production enseigne que les unités de production en réseaux et intensives en capital (particulièrement le capital fixe) sont plutôt efficaces lorsque celles-ci sont en monopole naturel (Lowry, 1973 ; Baumol, 1977). C'est le cas du service d'eau qui nécessite un mode d'organisation particulière tout au long de la chaîne de production à savoir le prélèvement, le traitement, la distribution et l'assainissement (Pezon, 2000). Cet ensemble de nœuds connectés par des liens (Economides, 1996) est en effet à l'origine d'externalités positives (ou effets-réseaux) (Katz et Shapiro, 1985) : du côté de la distribution, l'utilité retirée par un usager augmente avec le nombre d'utilisateurs du service (nous sommes ainsi en présence d'un effet dit « de club ») ; du côté de la production, les coûts du réseau étant liés à sa couverture géographique et à la quantité de services fournis, les économies d'échelle peuvent être importantes (Curien, 2000). La présence de ces externalités rend la production et la distribution des services qui empruntent les réseaux d'infrastructures très sensibles aux effets d'échelle et aux aspects techniques, autant d'éléments déterminants qui obligent à des investissements importants dans le réseau de transport et distribution des flux (pour adapter l'architecture et le maillage par exemple), quand le prix de l'eau reste un sujet sensible. Il n'est donc pas très étonnant, que le débat s'est un temps focalisé sur le mode de gestion (privé ou public) des réseaux de distribution d'eau potable (Crain et Zardkoohi, 1978 ; Garcia, 2001 ;

Perard, 2009) quand l'enjeu est de pouvoir disposer des moyens financiers pour s'adapter aux contraintes et opportunités nouvelles.

Du côté de la demande, les travaux d'analyse un temps concentrés sur des problèmes d'accès (Romano et al., 2014 ; Nauges et Whittington, 2010 ; Worthington et Hoffman, 2008 ; Nauges et Reynaud, 2001 ; Nauges et Thomas, 2000 ; Point, 1993) se sont progressivement élargis à des enjeux de qualité (Olmstead, 2010 ; Tanellari, 2011) ou de prix (Thomas et Syme, 1988 ; Dalhuisen et al., 2003). Il faut cependant souligner qu'on assiste aujourd'hui à l'émergence de nouvelles préoccupations chez les usagers. En effet, les caractéristiques économiques de l'eau varient selon le lieu et le type de consommation. Son usage à des fins domestiques en fait un bien privatisé ; elle devient un bien public à accès libre quand elle est « dans la nature » et sert par exemple de support aux pratiques récréatives (Hanemann, 2005). La propriété économique de l'eau en tant que ressource naturelle collective a un impact à la fois sur la gestion de la fourniture des SAEP et leur performance dans le temps du côté de l'offre, et sur l'appréciation de sa valeur du côté de la demande (Samuelson, 1954). La conscience de cette nature commune de l'eau et de la nécessité de partager la ressource devenue rare (en quantité et en qualité), affirmée notamment dans la Loi sur l'eau de 1992, peut faire naître des nouvelles préoccupations chez les usagers. Ces préoccupations peuvent concerner la protection de l'environnement. L'approvisionnement en eau potable est en effet susceptible d'entrer en « conflit » avec la préservation des milieux aquatiques, de sorte que des arbitrages doivent être réalisés (voir par exemple les travaux de Blamey et al., 1999, Willis et al., 2005, ou Powe et al., 2004). Elles peuvent aussi reposer sur des considérations plus éthiques (Rodriguez et Leon, 2004 ; Vittel, 2003) ou morales (Kahneman et Knetsch, 1992 ; Nunes et Schokkaert, 2003), de sorte que le consommateur devient un consommateur-citoyen (Salles, 2009). On peut alors aisément formuler l'hypothèse que la demande de SAEP dépasse largement la satisfaction d'usages directs et immédiats de l'eau du robinet et peut recouvrir d'autres attentes renvoyant à des préoccupations collectives, sociales, altruistes, etc.

La manifestation de ces préoccupations et des nouveaux types d'usages qui en résultent est en prise directe avec les enjeux en matière de GPIE. En France, de nouvelles figures d'usagers devenus à la fois consommateurs et producteurs des services qu'ils consomment (réalisation de puits ou de forage à des fins d'usages domestiques par exemple (Montginoul et al., 2006) apparaissent, ce qui n'est pas sans conséquence pour la GPI des réseaux collectifs

d'alimentation en eau potable et d'assainissement¹. Par ailleurs, face à une réduction de la quantité et/ou de la qualité de ressource en eau disponible, différentes stratégies d'adaptation des usagers sont possibles. Outre la baisse tendancielle de la consommation d'eau, on observe ainsi, dans les régions déjà soumises à des sécheresses importantes, l'émergence de pratiques de consommation différentes, telles que l'utilisation d'eau recyclée pour certains usages domestiques (Blamey et al., 1999 ; Hurlimann et McKay, 2007 ; Mankad et Tapsuwan, 2011). La récupération et l'utilisation des eaux de pluie tendent également à se multiplier en France, à la faveur d'un crédit d'impôt voté dans le cadre de la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006, de même que les achats d'équipements hydro-économiques (Montginoul, 2013). Ces pratiques se différencient de celles mentionnées précédemment en ce que les volumes d'eau concernés sont plus faibles et que l'utilisateur reste raccordé au réseau collectif d'alimentation en eau potable, mais leur impact sur la demande en eau questionne tout autant le dimensionnement des infrastructures et donc leur GPIE.

Le premier enjeu de la thèse est donc d'ordre conceptuel. L'objectif est d'offrir un cadre théorique permettant d'intégrer ces nouvelles préoccupations des usagers qui entraînent des conséquences sur la GPIE sous l'angle de la théorie des préférences. Nous empruntons pour ce faire, la modélisation théorique qui explicite les mécanismes économiques qui pourraient fonder le financement du renouvellement des infrastructures à travers une contribution directe de l'utilisateur. Le monopole naturel décrit une situation pour laquelle les rendements d'échelle sont croissants. Aussi, si la fourniture d'un SAEP consiste toujours à gérer la production d'un service collectif qui implique des coûts fixes élevés avec le développement des techniques alternatives qui limitent la portée de la situation de monopole naturel, elle renvoie à une situation pour laquelle les rendements d'échelle sont croissants et les coûts moyens décroissants avec l'augmentation de la production. Mais dans le même temps, la GPIE est un bien public pur ne pouvant exclure personne, pas même les personnes qui n'y contribuent pas financièrement (Musgrave, 1959). Ce premier chapitre propose de s'appuyer sur la théorie des biens publics (Samuelson, 1954 ; Bergstrom et Cornes, 1983 ; Cornes et Sandler, 1985 ; Cornes et Sandler, 1994) pour comprendre la clé de répartition de la charge liée à la GPIE et son financement, quand on adopte un raisonnement qui donne une certaine priorité à la prise en compte des préférences des usagers qui seraient amenés à payer.

¹ À noter que cette situation était largement répandue dans les campagnes françaises avant le raccordement des domiciles au réseau de distribution d'eau potable.

Plus précisément, notre travail va consister à déterminer les règles de partage de coûts entre l'ensemble des usagers ayant des préférences hétérogènes à l'égard de sources de SAEP (ceux qui privilégient les réseaux collectifs versus ceux qui ont développé des solutions individualisées. Il part de l'hypothèse que l'infrastructure collective liée à l'eau est un bien public pur ayant des propriétés de non-exclusion et de non-rivalité. En effet, si le service d'eau peut être privatisé par les usagers, l'infrastructure collective ne peut être appropriable par un usager et l'usage de cette infrastructure par un usager donné ne peut diminuer l'utilité procurée par cette infrastructure à un autre usager. L'idée que l'on puisse faire appel à la volonté de payer des usagers suppose qu'il va avoir une interaction entre ces usagers autour du financement des infrastructures ; c'est pourquoi nous avons eu recours à la théorie des jeux comme cadre méthodologique.

2.2 Hétérogénéités de la demande en matière de performances de SAEP sur le long-terme : le rôle des préférences sociales et temporelles

Du point de vue opérationnel, différentes manières de pratiquer une GPIE guidée par des besoins de performances en matière de gestion des SAEP n'affecteraient pas de la même manière les usagers selon que l'on tient compte de leurs préoccupations de court et de long terme, ou de leurs préoccupations techniques ou environnementales, voire de leurs attentes en tant que consommateur/client versus en tant que citoyen. Prendre en compte directement l'utilité du service public pour les usagers et leur tarification pour la GPIE pose de sérieux problèmes à la fois en référence aux valeurs et préoccupations que ces usagers portent, mais aussi du fait des stratégies individuelles en termes d'accès au SAEP qu'ils mènent (*confer le chapitre I*). Or, les préférences en termes de performances des SAEP sur une longue période ne sont pas directement observables, l'analyse empirique des hétérogénéités de la demande en matière de performances des SAEP sur le long-terme du point de vue des usagers a nécessité la mise en œuvre de la méthode des expériences de choix discrets (MECD) (Louvière et al., 2000 ; Bennett et Blamey, 2001). Le SAEP n'étant pas un bien homogène (Hanemann, 2005), la MECD est l'approche la plus adaptée. Il vise à estimer les bénéfices procurés aux agents par l'amélioration de la qualité d'un service et à en évaluer la valeur économique. Reposant sur une décomposition de la performance du SAEP en caractéristiques (Lancaster, 1966), il a permis d'identifier les critères ayant de l'importance pour les usagers des SAEP mais non encore pris

en compte dans sa conception actuelle, d'estimer leurs Consentements À Payer (CAP) pour ces différents critères, mais aussi d'identifier les éventuelles complémentarités ou substitutions pouvant exister entre les différentes dimensions de la performance du SAEP.

Les applications des méthodes d'expérience de choix discrets dans le domaine de l'eau se portent souvent sur la qualité écologique du milieu (e.g. Birol et al., 2006a ; Carlsson et al., 2003), en lien notamment avec la directive cadre sur l'eau (e.g. Birol et al., 2006b ; Hanley et al., 2005, 2006) ou avec la fourniture de services récréatifs (Bocksteal et al., 1987). Un certain nombre de travaux cherchent également à évaluer les CAP pour des mesures de lutte contre les inondations (Crastres et al., 2014 ; Mourato et al., 2005 ; Zhai et al., 2007) et d'autres, plus marginaux, concernent la disponibilité future de la ressource en eau (Blamey et al., 1999). Mais les applications du MECD aux SAEP et à leur performance restent rares (e.g. Dauda et al., 2014 ; Gordon et al., 2001 ; Speers et al., 2003 ; Macdonald et al., 2005 ; Willis et al., 2005) et aucune étude n'a à ce jour à notre connaissance concerné la France. Elle est pourtant particulièrement indiquée pour aider la prise de décision publique en matière d'évolution des services (Macdonald et al., 2005).

Deux hypothèses principales ont été développées pour analyser cette demande de performances de SAEP sur le long-terme, et disposer d'une évaluation du CAP des usagers. La première (chapitre III) fait référence à l'altruisme (Andreoni, 1989 ; 1990 et 1992 ; Brekke et al., 2003 ; Nyborg, 2000). Les usagers enquêtés sont supposés prendre en compte le bien-être des autres, qu'ils s'agissent des membres de leur famille, de leurs proches ou non. Ainsi, les choix qu'ils font, conduisent à un arbitrage à la fois inter et intra générationnel des enjeux cibles de la GPIE auxquels viennent s'entrecroiser les dimensions techniques versus dimensions environnementales des performances des SAEP. Le renouvellement des infrastructures fait intervenir explicitement des choix temporels. Les dépenses à engager maintenant et dans le futur, pour des bénéfices qui auront lieu également maintenant et dans le futur. De ce fait, la nature des interventions serait également différente selon qu'on a comme référence une plus ou moins longue période. La seconde hypothèse qui guide l'analyse empirique (chapitre IV) complète la première et met en jeu les préférences temporelles (Frederik et al., 2002) des usagers au regard de l'envergure temporelle du programme de GPIE qui leur est proposée.

Pour conduire les analyses empiriques, nous nous sommes appuyés sur une enquête réalisée en ligne qui a été administrée de manière aléatoire dans le département de la Gironde, courant 2019 pour retenir 900 individus répondants au nom de leur ménage. Le détail sur la mise en place de cette enquête est fourni dans le chapitre II. Trois versions du questionnaire d'enquête ont été mises en place selon le protocole d'expériences de choix proposé : une première version avec des scénarios à 10 ans, une deuxième pour des scénarios sur 30 ans, et une dernière décrivant des scénarios sur 50 ans. Ainsi, le chapitre 3 exploite les données de choix correspondant à la version 30 ans, quand le chapitre 4 développe une démarche comparative des réponses associées aux scénarios version 10 ans versus 50 ans.

**CHAPITRE I : FONDEMENTS THEORIQUES DE LA
DEMANDE DE SAEP ET DU FINANCEMENT
DU RENOUELEMENT DES
INFRASTRUCTURES COLLECTIVES D'EAU**

INTRODUCTION

L'investissement financier dans le renouvellement des infrastructures collectives d'eau requiert aujourd'hui une augmentation des recettes issues de la contribution directe des usagers ; même si cette perspective peut entraîner des débats passionnés étant donné déjà la hausse du prix de l'eau ces dernières années. Nous proposons dans ce chapitre de s'appuyer sur la théorie des biens publics (Samuelson, 1954 ; Bergstrom et Cornes, 1983 ; Cornes et Sandler, 1985 ; Cornes et Sandler, 1994) pour comprendre la clé de répartition de la charge liée au financement des infrastructures collectives d'eau, quand on adopte un raisonnement qui donne une certaine priorité à la prise en compte des préférences des usagers qui seraient amenés à payer.

Abstraction faite des enjeux sociaux, c'est à dire l'accès pour tous à un service essentiel, le service d'alimentation en eau potable et les bénéfices associés aux infrastructures collectives d'eau possèdent les deux propriétés de *non-rivalité* et de *non-exclusion* des biens publics purs (Musgrave, 1959). En effet, il est toujours possible de fournir un accès en « quantités équivalentes » de cette infrastructure à tous les membres de la communauté et n'importe quel membre de la communauté peut toujours demander à bénéficier des infrastructures sans que le prix qu'il paie corresponde au coût réel de la mise à disposition du service fourni et de la quantité d'eau qu'il consomme. D'où l'intérêt d'une organisation centralisée et planifiée du dimensionnement des infrastructures publiques et leur financement via des contributions qui ne seraient pas proportionnelles à l'usage qu'en font les consommateurs d'eau du robinet. Le cadre théorique permettant de réfléchir le financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau invite ainsi à sortir d'une focalisation sur les modalités de tarification de l'eau afin d'agencer les préoccupations de l'opérateur public (recouvrement des coûts), avec celles des usagers en termes de qualité de services ou de durabilité des ressources, des préoccupations qui s'avèrent souvent antagonistes voire contradictoires (Griffin et Meljde, 2011). En effet, même fondée sur un raisonnement de type bénéfice-coût, une telle approche ne permet pas de traiter de manière explicite la problématique du renouvellement ou du remplacement des infrastructures collectives, dans une perspective de préservation du patrimoine.

Par ailleurs, les réseaux collectifs de production et de distribution d'eau potable sont à l'origine d'externalités positives (Economides, 1996 ; Katz et Shapiro, 1985 ; Curien, 2000) appelées également effets-réseaux. La présence de ces externalités rend les coûts de production et la

distribution des services qui empruntent les réseaux d'infrastructures très sensibles aux effets d'échelle. Le développement des usages de techniques alternatives d'approvisionnement en eau domestique (forages et puits, récupération d'eau de pluie, etc.), tend ainsi à fragiliser le mécanisme de solidarité pour le financement d'un réseau collectif, et le bénéfice que chaque usager du réseau collectif peut obtenir du maintien d'un SAEP public car il sera difficile de partager à moindre coût les besoins matériels de l'offre.

Le chapitre est organisé en deux grandes sections. Nous analysons dans un premier temps, la situation dite Pareto-optimale, lorsque la puissance publique intervient en tant que planificateur social en imposant une contribution forfaitaire au renouvellement du réseau collectif. Dans ce système de production de biens/ services publics, l'intervention d'une puissance publique a pour objectif d'optimiser l'utilité des contributions individuelles (Coates, 1998). Dans ce cas typique de choix publics, la règle de **Bowen-Lindhal-Samuelson (BLS)** permet de retrouver les optimums de Pareto concernant la fourniture d'un bien ou service public financé par ses usagers. La règle **BLS** stipule que pour une allocation optimale d'un bien/service, la somme des taux marginaux de substitutions (TMS) doit être égale aux coûts marginaux de sa production (c) et égale au taux marginal de transformation (TMT) qui est égale au rapport des prix (Lecocq et Hourcade, 2003 ; Samuelson, 1995 ; Varian, 1992). Il faut noter que même en présence d'un planificateur social, le bien public peut ne pas faire consensus (Cornes et Sandler, 1985 ; Buchholz et Konrad, 1995 ; Ihuri, 1996 ; Bostedt, 1999 ; Wolsink, 2010 ; Cornes et Rubbelke, 2012). C'est le cas des infrastructures collectives d'eau dont certains usagers se détournent au profit de techniques alternatives. Deux optimums de Pareto seront ainsi étudiés dans la première section. Dans un premier temps nous déterminerons l'optimum de premier rang dans un contexte où l'ensemble des usagers utilise exclusivement le réseau collectif pour la fourniture de SAEP. Par la suite, la situation pour laquelle une partie de la population a recours aux techniques alternatives est étudiée en empruntant le modèle de Cornes et Rubbelke (2012), en jeux agrégés.

Il faut cependant souligner que le régulateur public ne dispose pas nécessairement de toutes les informations nécessaires pour définir et imposer un traitement uniforme du financement des infrastructures collectives d'eau. C'est pourquoi, nous proposons dans la deuxième section, une réflexion en termes d'équilibre de Nash qui permet d'étudier l'ampleur de cette contribution, lorsqu'il est fait appel à la seule volonté de payer des usagers (étant donné leurs préférences). C'est une forme de provision décentralisée de bien public (Balland et Plateau, 1996 ; Ostrom,

2000) qui va faire appel à d'autres motivations que la seule satisfaction de la demande en SAEP dans notre cas. Nous étendons enfin cette analyse à la situation d'information incomplète (équilibre Bayes - Nash), pour aborder la GPIE qui serait marquée par une incertitude liée à l'évolution de la structure des préférences vis-à-vis des techniques alternatives.

1 MODELE DE REFERENCE

1.1. La fonction de demande des SAEP

En tant que biens publics, les infrastructures collectives d'eau sont caractérisées par les propriétés de *non-exclusion* et de *non-rivalité* à la Musgrave (1959). Ces deux caractéristiques se traduisent dans les faits par l'impossibilité de faire payer l'usage de ces infrastructures en se basant sur les mécanismes de marché (Clarke, 1971). Leur production en tant que biens publics nécessite donc l'intervention d'un planificateur social/central qui peut être l'Etat ou les collectivités locales. Le plus souvent, l'intervention du planificateur central passe par les impôts, avec un mécanisme basé sur une contribution de tout le monde à un bien profitant à tout le monde (Samuelson, 1954 ; Bergstrom et Cornes, 1983 ; Cornes et Sandler, 1985 ; Cornes et Sandler, 1994). Dans la pratique, les infrastructures collectives d'eau potable posent un autre problème lié au fait qu'elles ne soient pas consommées directement mais rentrent plutôt dans la production d'un service (les SAEP) appropriable par les usagers (ne respectant donc pas la *non-exclusion*) et dont l'accès peut être limité en cas de congestion (la *non-rivalité* n'étant plus respectée). C'est pourquoi il est difficile de formuler une demande explicite d'infrastructures fonction de ses usages comme cela se fait pour la demande en quantité d'eau formulée comme une demande fonction des usages domestiques (Point, 1993 ; Nauges et Thomas, 2000 ; Garcia et Thomas, 2001 ; Nauges et Reynaud, 2001 ; Dalhuisen et al., 2003 ; Hanemann, 2005 ; Olmstead et al., 2007). Depuis l'étude de Metcalf (1926), l'analyse économique de la demande en eau s'inspire de la théorie standard du consommateur qui se base sur la maximisation de l'utilité liée aux biens consommés. Dans ce cadre, la demande de SAEP est posée comme une demande de consommation d'eau potable qui résulterait de la maximisation de l'utilité dérivée des quantités d'eau consommées et d'autres biens, sous contraintes budgétaires, les prix étant fixés par le marché. Afin de tenir compte de la particularité des SAEP qui constituent un service de première nécessité avec peu (voire pas) de substituts, la formulation de la demande en eau est tenue de respecter l'hypothèse de *séparabilité* implicite entre l'eau du robinet et les autres biens de l'économie (Strotz, 1959). Ainsi, cette demande a été longtemps formulée comme une demande fonction uniquement du prix du service et du revenu du ménage, indépendamment des prix des autres biens.

Le problème avec cette formulation de la demande en eau est que les ménages entreprennent des activités pour mettre en adéquation la quantité d'eau qui leur est fournie par le robinet et leur besoin en termes de qualité (Pattanayak et al., 2005 ; McConnell et Rosado, 2000) ; ce qui implique que les usagers d'eau se comportent un peu comme des producteurs du service dont ils ont besoin à partir de l'eau du robinet qu'ils reçoivent individuellement et des équipements collectifs dédiés à cet effet. Dans ce cas, l'offre des SAEP collectifs assurée par les gestionnaires peut être formulée comme une offre d'opportunité à l'utilisateur ; l'opérateur devant garantir un accès identique aux équipements et ressources collectifs à l'utilisateur qui produit ensuite le niveau de SAEP qui le convient.

Pour tenir compte du mécanisme de production au niveau des ménages, nous empruntons aux approches en termes de fonction de production des ménages (Bockstael et McConnell, 1983) comme fondements conceptuels de la demande de SAEP. La consommation de SAEP S_i de chaque usager i est fonction de la quantité d'eau du robinet w_i qu'il mobilise (un bien devenu divisible et vendu à un prix unitaire fixé à p), et d'un bien public G (le réseau collectif c'est-à-dire un système formé d'ouvrages et de canalisations).

Nous posons l'hypothèse que cette fonction de production des SAEP par les ménages est de type CES (Constant Elasticity of Substitution)² :

$$S_i(w_i, G) = \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \quad (1.1)$$

où le paramètre γ représente l'élasticité de substitution entre w_i et G . Nous posons que ces deux variables sont complémentaires étant donné que l'utilisateur utilise les deux pour produire son SAEP : $0 < \gamma < 1$. La quantité d'eau du robinet consommée évolue simultanément avec la taille du réseau d'eau en bon état (qui a un impact direct sur un certain nombre de paramètres : débit, qualité physico-chimique, etc..). Le paramètre α représente le degré d'importance qu'accordent les usagers à la quantité d'eau potable par rapport aux infrastructures. Pour simplifier, posons l'hypothèse que ce degré d'importance est le même pour toute la communauté et que la quantité d'eau disponible donne une satisfaction plus importante que l'état du réseau : $\alpha > (1-\alpha)$.

² La fonction de production CES est une forme particulière de fonction de production introduite par Arrow, Chenery, Minhas et Solow en 1961. Elle est caractérisée par une élasticité de substitution constante entre deux arguments.

1.2. Le problème initial du planificateur social

1.2.1. Le gestionnaire de SAEP en tant que planificateur social

Pendant longtemps, la gestion des infrastructures d'eau potable en France a été guidée par des préoccupations organisationnelles et d'efficience ; c'est-à-dire la minimisation des coûts d'exploitation de ces infrastructures. Cette approche de la GPIE s'est manifestée par l'intégration horizontale des différents services municipaux de fourniture d'eau potable qui permet de bénéficier d'économies d'échelles (Garcia et Thomas, 2001). Avec le retrait progressif de l'Etat, les collectivités locales sont appelées à opérer un exercice toujours difficile de l'équilibre budgétaire, quand l'évolution des usages et les préoccupations en matière de gestion durable des ressources nécessitent de faire évoluer l'état technique des réseaux et ouvrages sans pour autant modifier de manière drastique le prix de l'eau. Cependant, face à l'incertitude liée aux changements globaux (disponibilité de la ressource, répartition de la démographie, changement climatique, etc...), les décisions de reconfiguration ou de remplacement ou encore d'extension des infrastructures de réseaux sont devenues un véritable choix collectif à opérer avec les *usagers-citoyens*.

Ainsi, l'implication des usagers dans l'organisation des SAEP est devenue une voie à explorer par les gestionnaires. Dans ce sens, la gestion des SAEP et de leurs infrastructures collectives approchée par une demande en services/biens publics vient se substituer à une approche guidée par la minimisation des coûts du point de vue de l'opérateur. L'approche par la demande en biens publics permet de traiter simultanément de plusieurs enjeux liés aux SAEP à savoir les préoccupations en matière de qualité des services, de conservation de la ressource, de recouvrements de coûts (Griffin et Mjelde, 2011 ; Tsanga et Nafi, 2012). C'est dans ce contexte d'incertitude et d'évolution des comportements de consommations au niveau des usagers, que le gestionnaire doit réfléchir et planifier le renouvellement des infrastructures liées à l'eau. Dès lors, la fourniture des SAEP et de l'infrastructure qui lui est nécessaire, devient dépendante de la coordination entre contributeurs et bénéficiaires des réseaux d'eau. En d'autres termes, la demande individuelle des SAEP va conditionner l'offre des infrastructures d'eau potable. Le gestionnaire doit alors assurer et optimiser la coordination entre usagers : il devient un planificateur social.

1.2.2. Les usagers et leurs rapports aux infrastructures collectives d'eau

Un effort annuel constant de renouvellement, remplacement ou réhabilitation d'une partie des réseaux d'eau est nécessaire pour assurer un SAEP de qualité aux usagers qu'ils soient de la génération actuelle ou de la génération future. Le financement de renouvellement des infrastructures peut faire appel aux contributions individuelles des usagers. D'une part, renouveler ou remplacer une partie du réseau en infrastructures implique de connaître à chaque début d'exercice (année) la portion du réseau qui ne nécessite pas une intervention. D'autre part, faire contribuer les usagers au financement de l'infrastructure implique que le réseau est indivisible sur le plan technique et économique même si le raccordement au réseau est individuel sur le plan physique. L'indivisibilité technique s'explique par le fait que la quantité et la qualité de l'eau du robinet reçues individuellement par chaque ménage dépend de l'utilisation du réseau par les autres ménages raccordés. La congestion sur les réseaux d'eau qui survient le plus souvent en périodes de pointe, illustre bien cette indivisibilité technique. L'indivisibilité économique est mise en évidence par l'impossibilité pour un seul usager de financer le bon fonctionnement du réseau même si ce dernier peut changer son robinet d'eau. En revanche, nous considérons que chaque usager du réseau décide de sa contribution individuelle à l'effort de renouvellement (remplacement, réparation, adaptation, etc...) des infrastructures en termes physiques. En effet c'est le niveau de consommation et d'usage des SAEP collectifs qui va déterminer la demande physique en infrastructures de l'utilisateur (le raccordement à effectuer, le nombre de robinets à installer ou à remplacer, etc...). Cette contribution individuelle est coûteuse pour l'utilisateur et ne profite pas qu'à lui, mais à tous les usagers actuels comme futurs, les infrastructures formant un tout collectif. La contribution individuelle de chaque usager reflète donc des valeurs d'usage et de valeurs de non-usage (valeur d'option, valeur patrimoniale).

Etant donné tous ces éléments, nous posons les hypothèses suivantes concernant le rapport entre les usagers et les infrastructures des réseaux d'eau :

- Il existe un réseau G divisible en termes physiques mais indivisible sur le plan technique et sur le plan économique.
- A chaque début d'exercice (ici les années), il existe une portion du réseau G_0 qui est en bon état et une autre portion $G - G_0$ qui nécessite une intervention (remplacement, réparation, adaptation, etc...).

- Pour une période donnée, chaque usager contribue de manière individuelle g_i au renouvellement de la portion dégradée du réseau $G - G_0$.
- Chaque contribution individuelle g_i s'accompagne d'un consentement à payer marginal (CPAM) pour financer les interventions sur le réseau. Noté c_i pour l'individu i , le CPAM reflète des valeurs d'usage comme des valeurs de non-usages.
- Une mesure physique du réseau après renouvellement, pour une année de référence, peut être donnée par l'expression suivante : $G = G_0 + \sum_i g_i$.

Ainsi, le problème de chaque usager en matière de demande de SAEP, revient à définir :

- les quantités de biens marchands x_i à consommer ;
- la quantité d'eau du robinet w_i délivrée par le réseau collectif G qu'il utilise pour ses usages domestiques S_i ;
- la portion du besoin de renouvellement g_i qu'il consent à financer.

Pour formuler cette décision de l'usager, nous considérons qu'il délivre une utilité de ces différents biens et services : $U_i(x_i, S_i(w_i, G))$. La demande en SAEP étant séparable de la demande des autres biens et services privatifs x_i , en sa qualité de bien essentiel, on peut formuler la décision de chaque usager à partir d'une fonction d'utilité quasi-linéaire (Samuelson, 1954 ; Varian, 1992) :

$$U_i(x_i, S_i(w_i, G)) = x_i + S_i(w_i, G) = x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \quad (1.2)$$

Cette décision est guidée par sa contrainte budgétaire ($pw_i + c_i g_i + x_i \leq y_i$), étant donné son revenu y_i et l'ensemble des contributions des autres usagers $\sum_{-i} g_{-i}$:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{(x_i, w_i, g_i)} (U_i) &= x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \\ \text{s. c: } pw_i + c_i g_i + x_i &\leq y_i \\ G &= g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0 \end{aligned} \quad (1.3)$$

1.2.3. L'optimum de premier rang en termes de renouvellement des réseaux d'eau collectifs

Les décisions individuelles se font généralement de manière unilatérale, c'est-à-dire que chaque individu décide de l'utilisation du réseau et de ses contributions à l'infrastructure sans prendre en compte l'impact que cela peut avoir sur l'utilité que les autres usagers retirent du réseau collectif d'eau. L'intervention d'un planificateur social pour coordonner le financement des biens publics comme les réseaux collectifs d'eau devient alors nécessaire, l'objectif de cette intervention étant de satisfaire la demande sociale G (intérêt général), en mobilisant de manière efficiente toutes les ressources disponibles dans l'économie.

Le programme du planificateur social pour atteindre cet objectif est le suivant :

$$\begin{aligned} B(\mathbf{w}_i, G) &= \text{Max}_{(\mathbf{w}_i, G)} [\sum_i U(x_i, \mathbf{w}_i, G)] \\ \text{S. C: } \sum_i y_i - \sum_i x_i &\geq p \sum_i w_i + \sum_i c_i g_i \\ G &= G_0 + \sum_i g_i \end{aligned} \quad (1.4)$$

Avec ce programme, nous pouvons obtenir un optimum de premier rang qui signifie un maintien du réseau G à un niveau qui maximise la somme des utilités de toute la population, tout en satisfaisant la demande individuelle de SAEP définie sur l'allocation (\mathbf{w}_i, G) . Cet optimum de premier rang (optimum de Pareto) qui constitue l'état la plus souhaitable pour tout bien public, requiert quelques conditions :

- les individus ont des préférences homogènes et souhaitent maintenir leur branchement à un réseau collectif en bon état avec une contribution marginale fixée à c pour tout le monde ;
- la technologie mobilisée pour les interventions sur le réseau correspond à la technologie au moindre coût ;
- Il est possible de retrouver les conditions **BLS** (Bowen-Lindahl-Samuelson) qui stipule que la somme des taux marginaux de substitution du bien public doit être égale aux coûts marginaux de sa production ($\sum TMS = TMT = T$, avec T le rapport des prix).

Avec la condition **BLS** de notre programme on obtient l'égalité suivante (voir annexes A.I pour le détail de la résolution) :

$$\frac{\sum_i \frac{\partial U_i}{\partial G}}{\sum_i \frac{\partial U_i}{\partial w_i}} = \sum_i \frac{(1-\alpha)(w_i^{\alpha(1-\gamma)})}{\alpha G (w_i^{\alpha(1-\gamma)-1})} = \frac{c_i}{p} \quad (1.5)$$

Dès lors, le renouvellement optimal des infrastructures (G^*) nécessite une contribution marginale de la part de chaque usager d'un montant fixe de :

$$c^* = \frac{(\sum_i y_i - \sum_i x_i)}{\left(\left(\frac{G^*}{(1-\alpha)}\right) - G_0\right)} \quad (1.6)$$

et une contribution financière par usager demandée de manière forfaitaire (F^*) d'un montant de :

$$F^* = c^* * \left(\frac{G^* - G_0}{N}\right) = \left(\frac{G^* - G_0}{N}\right) \frac{(\sum_i y_i - \sum_i x_i)}{\left(\left(\frac{G^*}{(1-\alpha)}\right) - G_0\right)} \quad (1.7)$$

avec $N = \sum_i 1$ l'ensemble des usagers contributeurs (voir le détail de la résolution dans l'annexe A.1).

On peut observer qu'à l'optimum de Pareto, la contribution forfaitaire demandée à chaque usager pour financer le maintien du réseau en bon état, de manière efficace (c'est-à-dire en accord avec le besoin de l'offre) et de manière optimale (c'est-à-dire en satisfaisant la demande sociale en SAEP) est une fonction :

- croissante de l'importance que les usagers accordent aux infrastructures collectives pour disposer du niveau de SAEP qu'ils souhaitent ($1-\alpha$) ;
- décroissante de G_0 , la composante en bon état du réseau au début de chaque période ;
- croissante de la part de revenus disponibles dans l'économie pour financer les dépenses liées au renouvellement des infrastructures d'eau ($\sum_i y_i - \sum_i x_i$);
- décroissante du nombre de contributeurs N .

Ces résultats nous enseignent que pour disposer d'un financement du renouvellement des infrastructures via la contribution des usagers, le régulateur public devrait dissocier à la fois les contributions individuelles du prix au m³ de l'eau et répartir de manière uniforme la charge totale du renouvellement sur l'ensemble des usagers. Une telle situation est un cas standard d'économie publique. L'efficacité productive et allocative peut être garantie par des prix dits de Lindahl, dissociés de la quantité d'eau consommée par chaque individu et de son niveau de revenu (Hines, 2000 ; Dasgupta, 2001). Le principe du prix de Lindahl n'est pas sans rappeler

ici la tarification binôme à savoir une prime fixe indépendante de la consommation mais fonction de l'importance du branchement, et une partie variable proportionnelle au volume d'eau consommé (Montginoul, 2007 ; Fauquert et Montginoul, 2011). Dans le domaine de l'eau, ce principe reste cependant controversé car il est considéré comme inéquitable (Smets, 2004). L'effort demandé est en effet le même pour tous les ménages, quels que soient leur taille, leur niveau de revenu, leur type de logement. Une deuxième modalité met en pratique le principe de prix du m³ unique. Jugée comme plus équitable, elle expose cependant les collectivités locales à des difficultés financières pour assurer leur besoin en investissements, surtout dans un contexte marqué par une tendance à la baisse de la consommation d'eau du robinet.

1.3. Hétérogénéité des préférences par rapports aux infrastructures d'eau

1.3.1. Recours aux équipements alternatifs aux réseaux collectifs d'eau

Les préférences homogènes par rapport à l'infrastructure collective d'eau potable est une hypothèse qui n'est pas systématiquement vérifiée dans la réalité. En effet, le planificateur social peut imposer un consensus concernant les contributions des usagers au financement du renouvellement du réseau ; mais il ne peut agir sur les préférences des usagers par rapport à l'infrastructure. On observe particulièrement en France qu'une partie des usagers s'équipe autrement (forages et puits, récupération d'eau de pluie, etc...), pour satisfaire certains de leurs besoins en eau domestique (arrosage du jardin, toilette, etc..) en se détournant ainsi de l'infrastructure collective (Isnard, 2014 ; Montginoul et Rinaudo, 2013). Les techniques alternatives sont très diverses. Elles peuvent être collectives et collaboratives (Ruiz-Mier et Van Ginenken, 2006), ou individualisées (Montginoul et al., 2005 ; Montginoul, 2013). L'adoption de certaines peut relever des motivations environnementales (Montginoul et al., 2005 ; Rinaudo et al., 2016) ; c'est le cas notamment des techniques de récupération d'eau de pluie visant à limiter les prélèvements sur la ressource. Pour d'autres, comme les forages d'eaux souterraines, c'est l'autonomie qui prime (Isnard, 2014)³.

³ Nous n'avons pas intégré dans cette analyse le recours à l'eau en bouteille car la démarche révèle plus une insatisfaction à l'égard de la qualité physico-chimique de l'eau du robinet délivrée par le réseau public (Beaumais et Veyronnet, 2017), qu'un intérêt pour une technique de production d'eau.

Les volumes consommés varient selon la localisation géographique, le type d'habitat, ou encore la composition du ménage, mais d'une manière générale, les eaux récupérées des techniques alternatives peuvent couvrir jusqu'à **46 %** des besoins en eau d'un ménage (Montignoul, 2006). Aussi, le fait qu'un usager soit connecté au réseau ne signifie pas nécessairement qu'il l'utilise de manière systématique pour l'ensemble de ses besoins en eau domestique. Cependant, la présence de ces techniques d'approvisionnements alternatives remet en question le partage de la charge liée au financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau par l'ensemble de ses usagers. En supposant que le planificateur social puisse imposer de nouvelles règles de partage des coûts liés à ce renouvellement des réseaux, il importe de préciser quel type de politique publique doit être mise en place pour accompagner les « **transferts**⁴ ». Il doit en effet réussir à mettre en place une forme de « **contrat social** » qui emporte l'adhésion de tous les contributeurs quelques soient leurs préférences. Un plus grand effort de coordination des contributions individuelles s'impose par rapport à la situation d'une homogénéité parfaite des préférences des usagers qui souhaitent tous se raccorder au réseau collectif d'eau potable.

1.3.2. L'impact des techniques alternatives sur l'optimum social en matière de renouvellement des réseaux collectifs

En matière de biens et services ayant des effets sur l'environnement, les préférences individuelles sont très souvent hétérogènes voire contradictoires (Wolsink, 2010 ; Cornes et Rubbelke, 2012). C'est le cas des SAEP et de leurs infrastructures pour lesquelles une partie des usagers utilisent exclusivement le réseau collectif d'eau et l'autre partie fait recours à des techniques alternatives évoquées dans le paragraphe précédent. Face aux infrastructures collectives d'eau les usagers sont donc hétérogènes non seulement par leurs coûts d'opportunités⁵ mais également par leurs motivations environnementales. Par exemple, certains usagers peuvent juger les infrastructures collectives trop grandes et néfastes pour l'environnement et ainsi souhaiter leur diminution (Montginoul et al., 2005 ; Rinaudo et al., 2016). Leur opposition aux infrastructures collectives passe généralement par l'adoption d'une technique alternative. Le problème du gestionnaire des réseaux collectifs est que le développement des techniques alternatives impacte négativement le financement des réseaux

⁴ Les transferts constituent ici les coûts et les bénéfices d'un usager assurés et jouis par un autre usager.

⁵ Le coût d'opportunité ou le coût de renoncement représente l'avantage qu'une personne, un investisseur ou une entreprise rate lorsqu'il choisit une option plutôt qu'une autre. En économie ce terme désigne la valeur de ce que vous devez abandonner pour pouvoir choisir autre chose.

collectifs, les usagers adoptant les techniques alternatives payant moins ou ne payant plus du tout le service collectif d'eau (Montginoul, 2006).

Pour prendre en compte l'effet des techniques alternatives sur le financement du renouvellement des réseaux collectifs, nous nous inspirons du modèle de Cornes et Rubbelke (2012) dont l'intérêt se trouve dans le fait de considérer deux types de préférences à l'égard du caractère public d'un bien (Buchholz et Konrad, 1995 ; Ihori, 1996 ; Bostedt, 1999 ; Warren et al., 2005 ; Wolsink, 2010 ; Cornes et Rubbelke, 2012). Ils distinguent en effet les individus qui tirent bénéfice du maintien de ce caractère public voire son amélioration, et sont prêts à y contribuer, et ceux qui au contraire considèrent ce caractère public comme devenu contraignant. Nous faisons ici l'hypothèse que les individus ayant recours aux techniques alternatives présentent de telles préférences vis-à-vis du réseau collectif. Cela ne veut pas dire qu'ils ne vont pas utiliser le réseau collectif. Cependant, en adoptant les techniques alternatives pour une partie de leurs besoins, ils engendrent une externalité négative notée a_i sur le bon fonctionnement du réseau collectif (par exemple une baisse de pression, des augmentations des fuites, risques de qualité sanitaire, diminution des recettes, etc...). Par ailleurs, le recours aux techniques alternatives peut être très coûteux, voire plus coûteux que le raccordement au réseau collectif ; c'est pourquoi les motivations de ce comportement ne peuvent se limiter à des raisons économiques.

A présent, nous désignons par c_i^g le CPAM pour le renouvellement du réseau collectif et par c_i^a le CPAM pour basculer vers une technologie alternative. La contrainte budgétaire de chaque usager devient alors : $pw_i + c_i^g g_i + c_i^a a_i + x_i \leq y_i$.

Dans ce contexte, le programme d'optimisation du planificateur social est le suivant :

$$\begin{aligned}
 B(w_i, G) &= \text{Max}_{(w_i, G)} \sum_i \pi_i u_i(x_i, w_i, G) \\
 \text{s. c: } &\sum_i y_i - \sum_i x_i \geq p \sum_i w_i + \sum_i c_i^g g_i + \sum_i c_i^a a_i \\
 &G = G_0 + \sum_i g_i - \sum_i a_i
 \end{aligned} \tag{1.8}$$

avec π_i la proportion de chaque type de préférence au sein de la population.

Comme précédemment, le réseau collectif est composé d'une partie en bon état G_0 à laquelle on ajoute la partie dépréciée mais renouvelée du fait de la participation au projet de renouvellement des usagers ($\sum_i g_i$). Mais on en déduit les externalités négatives induites sur l'intégrité du réseau par le développement des techniques alternatives ($\sum_i a_i$).

On a ainsi :

$$\mathbf{G} = \mathbf{G}_0 + \sum_i \mathbf{g}_i - \sum_i \mathbf{a}_i \quad (1.9)$$

Le programme d'optimisation du planificateur social peut être résolu en posant le Lagrangien (L) suivant :

$$L = \sum_{i=1}^n \pi_i u_i(x_i, w_i, \mathbf{G}) + \lambda (\sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i - p \sum_{i=1}^n w_i - \sum_{i=1}^n c_i^g g_i - \sum_{i=1}^n c_i^a a_i) \quad (1.10)$$

En remplaçant l'utilité individuelle par son terme on obtient :

$$L = \sum_{i=1}^n \pi_i \left(x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \right) + \lambda (\sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i - p \sum_{i=1}^n w_i - \sum_{i=1}^n c_i^g g_i - \sum_{i=1}^n c_i^a a_i) \quad (1.11)$$

Pour un individu représentatif k , et un revenu total disponible pour le financement du renouvellement des réseaux ($\sum_k Y_k = Y$), les conditions de premier ordre du programme de maximisation donnent (voir les détails de la résolution en annexe A.2) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial x} = 0 &\Rightarrow \pi_k - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial w_k} = 0 &\Rightarrow [\sum_k (\alpha G^{1-\alpha} w_k^{\alpha-1}) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} - p] w_k^* = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial g_k} = 0 &\Rightarrow [\sum_k ((1-\alpha)(G^{-\alpha} w_k^\alpha)) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} - c_k^g] g_k^* = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial a_k} = 0 &\Rightarrow [-\sum_k ((1-\alpha)(G^{-\alpha} w_k^\alpha)) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} - c_k^a] a_k^* = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 &\Rightarrow Y - \sum_k x_k^* - p \sum_k w_k^* - \sum_k c_k^g g_k^* - \sum_k c_k^a a_k^* = 0 \end{aligned} \quad (1.12)$$

Etant donné les coûts, nous pouvons démontrer qu'à l'optimum il est impossible à un individu de financer le renouvellement des infrastructures sur le réseau collectif en s'engageant dans le même temps dans une technologie alternative et *vice-versa*⁶ (lorsque $\mathbf{g}_k^* \geq \mathbf{0}$ alors $\mathbf{a}_k^* = \mathbf{0}$). Une autre conséquence de la présence des techniques alternatives est qu'il n'est plus possible de faire coïncider l'efficacité technique (minimisation des coûts du renouvellement des

⁶ L'achat et l'installation d'un kit de récupération et d'utilisation d'eau de pluie pour des usages intérieurs et extérieurs à des fins domestiques peuvent se situer entre 2000€ et 7000€ (Deroubaix et al., 2015).

infrastructures) avec l'efficacité allocative (maximisation du bien-être de chaque individu, dont les usagers exclusifs d'eau potable). En effet, le financement du renouvellement du réseau collectif devient sous-optimal, l'équilibre étant non coopératif et le nombre de contributeurs étant inférieur à l'ensemble des usagers d'eau. Dans cette situation sous-optimale, le montant forfaitaire F'^* demandé à chaque usager contributeur est (voir la résolution en annexes A.2) :

$$F' = c^* * \left(\frac{G^* - G_0}{N - A} \right) = \left(\frac{G^* - G_0}{N - A} \right) \frac{(\sum_k y_k - \sum_k x_k)}{\left(\left(\frac{G^*}{(1 - \alpha)} \right) - G_0 \right)} \quad (1.13)$$

avec A la part des usagers qui se détournent du réseau collectif, $\sum k$ l'ensemble des usagers contributeurs et c'^* la nouvelle charge individuelle pour chaque usager. On peut remarquer pour un coût marginal donné du renouvellement des infrastructures c^* que le montant forfaitaire à demander à chaque usager est plus élevé en présence des usagers qui adoptent des techniques alternatives :

$$c^* * \left(\frac{G^* - G_0}{N} \right) \leq c^* * \left(\frac{G^* - G_0}{N - A} \right) \quad (1.14)$$

$$\text{car } N \geq N - A$$

En conséquence, pour égaliser les coûts marginaux du renouvellement des infrastructures du réseau collectif avec la somme des CAPM des usagers, le planificateur social doit imposer une augmentation de la contribution de la part des usagers exclusifs de l'infrastructure collective, ce qui garantirait l'accès de tous (y compris aux personnes utilisant des techniques alternatives) à ce réseau. Cela revient à dire que ces individus que nous qualifions de « **conservateurs** », prendront en charge le différentiel de coûts entre l'optimum de premier-rang et la situation en présence de techniques alternatives.

Ce différentiel du financement individuel se présente comme suit pour un usager conservateur k : $F_k^* - F_k'$; où F_k' représente la contribution financière qui est demandée à l'utilisateur et qui intègre la part du renouvellement des infrastructures qui aurait dû être prise en charge par les utilisateurs de techniques alternatives, et F_k^* représente le montant demandé aux usagers en l'absence de techniques alternatives, c'est-à-dire dans une situation d'homogénéité des préférences en faveur d'un réseau collectif.

On montre que le montant de cette contribution individuelle supplémentaire que nous notons t_k est une fonction croissante de l'externalité liée aux usages alternatifs a et décroissante du coût marginal de ces techniques alternatives c^a :

$$t_k = \Phi_k(a, c^a) \quad (1.15)$$

avec Φ_k une fonction continue, concave et dérivable deux fois.

Cela signifie qu'au fur et à mesure que le recours aux techniques alternatives se développe, la réalisation du projet de GPIE tel qu'il a été programmé exige une augmentation des contributions de ceux qui utilisent exclusivement le réseau collectif. Par ailleurs, plus les usages alternatifs sont attractifs du fait d'un coût d'accès plus faible et inférieur au CAPM des individus, plus la contribution supplémentaire qui sera demandée aux usagers exclusifs du réseau collectif sera élevée. En effet, le développement trop important des techniques alternatives introduit une forme de surcapacité du réseau collectif qui doit retrouver son état initial, avec le renouvellement et la réhabilitation. On en déduit alors que pour réaliser le renouvellement des infrastructures, la présence de techniques alternatives conduit nécessairement à une augmentation plus importante de la contribution attendue des usagers exclusifs de l'infrastructure collective. De cette manière, la fourniture d'un SAEP public et le financement du renouvellement du réseau collectif sont caractérisés par un transfert entre les usagers exclusifs du réseau collectif et ceux qui, toute chose étant égale par ailleurs, utilisent pour une partie de leur besoin les techniques alternatives. Un autre point important à retenir d'un tel résultat est que l'incitation à l'adoption des techniques alternatives introduit une forte inégalité entre les populations qui disposent de moins de possibilités techniques pour les utiliser (ceux qui vivent dans les immeubles de centre-ville par exemple) et les autres catégories d'usagers (localisées en zones périphériques pavillonnaires) qui peuvent en outre être subventionnées pour le faire (Isnard, 2014)⁷.

En conséquence, disposer de financement suffisant pour renouveler les infrastructures collectives d'eau via la contribution des usagers exclusifs du réseau collectif, sans que cette dernière soit excessive, conduit le régulateur public à encadrer l'expansion des systèmes alternatifs. Cela passe notamment par des mécanismes de régulation qui viseraient *a minima* à égaliser les coûts marginaux des deux systèmes, en limitant notamment les subventions à l'adoption des techniques alternatives.

⁷ En 2006, l'article 49 de la LEMA (Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques) a modifié le code des impôts en introduisant un crédit d'impôt destiné à l'acquisition d'équipements de récupération des eaux de pluie.

1.4. Principales propositions

Nous récapitulons ici les principaux enseignements de la modélisation du financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau sous une planification centrale.

Proposition 1.1

Le mode de tarification binôme avec une part fixe indépendante des quantités consommées est un bon mécanisme pour financer les infrastructures par la seule contribution des usagers ; le coût marginal d'une contribution étant indépendante des consommations volumétriques de l'eau :

$$c^* = \frac{(\sum_i y_i - \sum_i x_i)}{\left(\frac{c^*}{(1-\alpha)}\right) - G_0}$$

Le premier enseignement important de notre modélisation théorique du financement du renouvellement des réseaux collectifs via la contribution directe des usagers est que ce mécanisme est réellement envisageable avec un mode de tarification binôme des SAEP qui permet de répartir de manière équitable les charges fixes liées aux infrastructures.

Proposition 1.2

Le coût du financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau est plus élevé pour les usagers contributeurs, lorsqu'une partie des usagers fait recours aux techniques alternatives.

$$c^* * \left(\frac{G^* - G_0}{N}\right) \leq c^* * \left(\frac{G^* - G_0}{N-A}\right)$$

La deuxième proposition de notre recherche est que le développement des techniques alternatives dans les communautés va augmenter le coût d'une contribution individuelle pour les usagers qui seront appelés à contribuer au renouvellement des réseaux collectifs. On observe en effet un transfert de coûts des usagers qui se désolidarisent du réseau collectif vers ceux qui restent et utilisent exclusivement le réseau collectif. On peut alors penser que les programmes d'incitation à l'adoption des techniques alternatives comme le recours aux eaux de pluie (Deroubaix et al., 2015), qui certes sont des politiques visant à protéger la ressource et

l'environnement ; constitue une mauvaise stratégie de maintien et d'entretien des réseaux collectifs sur le long terme. La meilleure stratégie pour trouver un équilibre entre maintien du réseau collectif et protection de la ressource serait d'égaliser les coûts marginaux des deux systèmes d'approvisionnement en eau.

Proposition 1.3

Le financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau via les usagers est plus optimal en situation d'homogénéité des préférences pour le réseau collectif d'eau qu'en situation d'hétérogénéité. $F_k^ \geq F_k'$.*

Etant donné les transferts de coûts d'une partie des usagers (les alternatifs) vers les autres usagers (les conservateurs), le planificateur central ne peut plus assurer simultanément l'efficacité productive et l'efficacité allocative, le deuxième type d'utilisateur devant payer plus que ce qu'il ne devrait pour maintenir le réseau collectif en bon état pour tout le monde. C'est pourquoi, nous pensons que pour disposer d'un financement suffisant pour renouveler les infrastructures collectives d'eau via la contribution des usagers exclusifs du réseau collectif, sans que cette dernière ne soit excessive pour eux, le régulateur public doit encadrer l'expansion des systèmes alternatifs. Par ailleurs, il est souhaitable que le nombre d'utilisateurs exclusifs des réseaux collectifs soit le plus dominant dans les communautés.

2 MODELISATION DU FINANCEMENT DU RENOUVELLEMENT DES INFRASTRUCTURES EN L'ABSENCE D'UN CONSENSUS SOCIAL

2.1 Contributions volontaires des usagers : raisonnement en termes de jeux

Le raisonnement avec le planificateur social conduit à considérer que les usagers appelés à contribuer au financement des infrastructures collectives seront prêts à le faire et à opérer le transfert qui leur est demandé. Dans la réalité, cette situation peut ne pas être réalisable, pour des raisons politiques par exemple. En l'absence d'une forme de consensus social, l'opérateur ne pourrait plus organiser de manière centralisée et obligatoire le financement des infrastructures ; ce qui s'apparente à une situation dite non-coopérative (Nash, 1959 ; Ihuri, 1996 ; Dequiedt et al., 2011) car chaque membre de la communauté décide individuellement de sa contribution au renouvellement du réseau collectif. En l'absence d'un planificateur central pour imposer une contribution des usagers, l'idée que l'on puisse faire appel à la volonté de payer des usagers suppose que ces derniers ont d'autres motivations que la satisfaction de leur demande de SAEP. Le raisonnement en termes de jeux va nous permettre de fixer les mécanismes à l'œuvre, et leurs implications en termes de GPIE (renouvellement des réseaux collectifs).

Dans le contexte de non-coopération, nous considérons que la décision de contribuer au renouvellement des infrastructures collectives d'eau potable peut être approchée par une forme de jeux entre deux intervenants, l'utilisateur i qui interagit avec le reste des usagers représenté par un usager $-i$. Chaque usager i et $-i$ peut être « **conservateur** » et contribuer volontairement au financement du réseau collectif, ou « **alternatif** » et choisir de se désolidariser en optant pour les techniques alternatives. Un conservateur n'optera jamais pour une solution alternative individuelle soit à cause de ses préférences et motivations environnementales, soit par manque d'opportunité. Aussi, chaque usager décide de sa contribution au financement de la GPIE en tenant compte de l'action des autres. Deux actions sont possibles :

- l'utilisateur utilise exclusivement le réseau collectif et veut contribuer au maintien en bon état de ce réseau, c'est l'action de conservation ;

- l'utilisateur préfère utiliser (partiellement ou complètement) une technique alternative à l'infrastructure collective, c'est une action de déviation.

Par ailleurs, nous considérons que les joueurs (usagers) ont des stratégies pures⁸ (conservation ou déviation) et que leurs actions sont représentées par leurs fonctions de réaction, c'est-à-dire leurs fonctions de meilleure réponse à la stratégie en face (Cornes et Hartley, 2007). Enfin, nous posons l'hypothèse que la majorité des usagers sont des conservateurs de telle sorte que chacun, quel que soit son type, pense que l'action de l'ensemble des autres est en faveur de l'infrastructure : $\sum_{-i} g_{-i} > 0$. Le programme d'optimisation sous contrainte budgétaire et sous contrainte sociale de chaque type d'utilisateur permet de déterminer l'expression de l'action de conservation et celle de déviation.

2.2 Modélisation du financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau

2.2.1 La décision des conservateurs

La part du renouvellement des infrastructures qu'un conservateur accepte de prendre en charge est obtenue à l'issue du programme de maximisation suivant :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{(x_i, w_i, g_i)} (U_i) &= x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \\ \text{s. c: } & p w_i + c_i g_i + x_i \leq y_i \\ & G = g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0 \end{aligned} \quad (1.16)$$

Le Lagrangien de ce programme est :

$$L = \left[x_i + \frac{1}{1-\gamma} ((g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \right] + \lambda [y_i - x_i - p w_i - c_i g_i] \quad (1.17)$$

Les conditions de premier ordre de ce programme de maximisation donnent les propriétés usuelles suivantes :

⁸ Une stratégie pure fournit un ensemble de définition complète de la manière dont un joueur va jouer à un jeu. Pour un joueur i , une stratégie pure constitue un plan d'actions qui prescrit un comportement de ce joueur pour chaque fois qu'il est susceptible de jouer (Dequiedt et al., 2011).

(1) L'utilité marginale d'un usager par rapport à l'infrastructure est égale au coût de sa contribution individuelle.

$$((1 - \alpha)(g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{-\alpha} w_i^\alpha) ((g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{-\gamma} = c_i \quad (1.18)$$

(2) Son utilité marginale dérivée de sa consommation d'eau du robinet est égale au prix unitaire auquel il la paie.

$$(\alpha(g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^{\alpha-1}) ((g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{-\gamma} = p \quad (1.19)$$

A partir de ces deux propriétés usuelles, on peut retrouver l'expression de l'action de conservation g_i étant donné l'action des autres g_{-i} et l'infrastructure initiale G_0 (voir le détail de la résolution en annexe A.3) :

$$g_i(g_{-i}, G_0) = \frac{1-\alpha}{c_i} (y_i - x_i) - \alpha(\sum_{-i} g_{-i} + G_0) \quad (1.20)$$

Cette expression qui représente la fonction de réaction ou la fonction de meilleure réponse de l'usager, montre les relations entre la contribution de l'usager conservateur et le comportement des autres usagers et entre la contribution de l'usager et l'état initial de l'infrastructure. On peut alors constater que la part du renouvellement du réseau collectif que l'on peut attribuer à un conservateur (étant donné son CAPM) est une fonction croissante de son revenu disponible. Mais elle décroît avec la taille initiale de l'infrastructure en bon état et avec la part de la GPIE prise en charge par les autres membres de la communauté. Ces deux phénomènes renverraient plutôt à la présence de comportements de « **passager clandestin** » (Olson, 1965 ; Stigler, 1974 ; Andreoni, 1989 ; Cohen, 1991, Hardin, 2003). Il faut cependant préciser que par construction (i.e. du fait de leur préférence pour le réseau collectif), les contributions des conservateurs à l'infrastructure sont toujours strictement positives. Il n'y a donc pas de comportement de passager clandestin à proprement parler en ce sens que la contribution individuelle n'est pas nulle mais moins importante qu'à l'optimum de premier rang (Andreoni, 1989 ; Andreoni, 1990). On peut alors envisager deux situations. Si l'individu fait face à un ensemble d'autres usagers qui sont favorables à l'infrastructure collective, sa contribution aura tendance à diminuer et ce, même s'il est conservateur. En revanche, s'il fait face à des usagers alternatifs en majorité, alors il aura tendance à augmenter sa contribution dans le but d'atténuer les effets négatifs de la sortie du système collectif par les autres usagers.

2.2.2 La décision des alternatifs

Considérons maintenant un usager j qui va privilégier l'usage des techniques alternatives pour tout ou partie de ses besoins en eau domestique. Son programme de maximisation s'écrit :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{(x_j, w_j, g_j)} (U_j) &= x_j + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_j^\alpha)^{1-\gamma} \\ \text{s. c. } p w_j + c_j^a a_j + x_j &\leq y_j \\ G &= a_j + \sum_{-j} g_{-j} + G_0 \end{aligned} \quad (1.21)$$

Avec c_j^a le coût marginal lié à l'adoption d'une technique alternative et $a_j = -g_j$, g_j étant la contribution qu'aurait apporté l'utilisateur s'il ne s'était pas dévié du réseau collectif.

Le Lagrangien de ce programme s'écrit :

$$L = \left[x_j + \frac{1}{1-\gamma} \left((a_j + \sum_{-j} g_{-j} + G_0)^{1-\alpha} w_j^\alpha \right)^{1-\gamma} \right] + \lambda [y_j - x_j - p w_j - c_j^a a_j] \quad (1.22)$$

En tirant les conditions de premier ordre et en procédant comme précédemment, on obtient la fonction de réaction d'un alternatif (voir les détails de la résolution en annexes A.3) :

$$a_j(g_{-j}, G_0) = \frac{1-\alpha}{c_j^a} (y_j - x_j) - \alpha (\sum_{-j} g_{-j} + G_0) \quad (1.23)$$

Avec cette expression, on constate que l'acquisition d'une technique alternative est une fonction croissante du revenu des individus, et une fonction décroissante de la taille initiale du réseau en bon état. On en déduit que l'externalité négative générée ($a_j = -g_j$) est une fonction croissante du revenu des alternatifs et une fonction décroissante de l'infrastructure initiale. Comme précédemment, on peut alors envisager deux situations. Si l'individu fait face à un ensemble d'autres usagers qui sont favorables à l'infrastructure collective, ses dépenses en techniques alternatives auront tendance à diminuer, car tout le réseau en système alternatif ne semble pas socialement plus efficace. En revanche, s'il fait face à des usagers en majorité alternatifs, alors il aura tendance à augmenter sa contribution pour rendre le système alternatif le plus efficace.

2.2.3 La GPIE en situation d'information complète

Si nous pouvons à présent caractériser les décisions de conservation ou de déviation par rapport au réseau collectif, nous ne connaissons pas encore le niveau de renouvellement des infrastructures collectives lorsque l'intérêt de l'infrastructure ne fait pas consensus et qu'il n'y a pas de planificateur social pour coordonner les actions des usagers. En considérant d'une part que les stratégies sont pures (chaque usager est soit conservateur ou alternatif) ; et d'autre part que chaque joueur est bien informé sur la décision des autres de telle sorte qu'il considère leurs actions comme une donnée ; alors nous pouvons retrouver les conditions d'équilibre du jeu non-coopératif (Nash, 1953, Dequiedt et al., 2011). Pour ce faire, nous empruntons la notion de fonction de remplacement (Cornes et Hartley, 2007) qui représente la fonction de meilleure réponse non pas d'un seul individu mais de la totalité de la communauté. Cette fonction de remplacement $R(\mathbf{G})$ est formalisée comme suit :

$$R(\mathbf{G}) = \sum_i g_i(g_{-i}) \quad (1.24)$$

À l'équilibre de Nash, elle doit être égale à la contribution totale (renouvellement total) de sorte qu'on ait l'égalité :

$$R(\widehat{\mathbf{G}}) = \sum_i g_i(g_{-i}) = \widehat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}_0 \quad (1.25)$$

avec $(\widehat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}_0)$ la contribution globale au renouvellement du réseau collectif à l'équilibre de Nash.

Nous pouvons avoir deux équilibres selon que le réseau soit exclusivement collectif ou qu'il intègre des utilisateurs de techniques alternatives.

- (1) Si nous considérons que tous les usagers ($\sum \mathbf{i}$ et $\sum \mathbf{j}$) sont des conservateurs et sont prêts à contribuer étant donné les coûts du renouvellement du réseau collectif, alors :

$$\begin{aligned} R(\widehat{\mathbf{G}}) &= \sum_i g_i(g_{-i}) + \sum_j g_j(g_{-j}) \\ &= \sum_i \left[\frac{1-\alpha}{c_i} (y_i - x_i) - \alpha(\sum_{-i} g_{-i} + \mathbf{G}_0) \right] + \sum_j \left[\frac{1-\alpha}{c_j} (y_j - x_j) - \alpha(\sum_{-j} g_{-j} + \mathbf{G}_0) \right] \\ &= \widehat{\mathbf{G}} - \mathbf{G}_0 \end{aligned} \quad (1.26)$$

Ce qu'on peut réécrire comme suivant :

$$\begin{aligned}
R(\widehat{G}) &= \sum_i g_i(g_{-i}) + \sum_j g_j(g_{-j}) \\
&= \frac{1-\alpha}{c} [\sum_i (y_i - x_i) + \sum_j (y_j - x_j)] - \alpha \sum_{i,j} (\sum_{-i} g_{-i} + \sum_{-j} g_{-j}) - \alpha (\sum_i G_0 - \sum_j G_0) \\
&= \widehat{G} - G_0
\end{aligned} \tag{1.27}$$

avec $c = c_i = c_j$.

En remplaçant dans l'expression (1.27), $(\sum_{-i} g_{-i} + \sum_{-j} g_{-j})$ par $(\widehat{G} - G_0)$ à l'optimum ; étant donné la contrainte sociale $G - G_0 = \sum_i g_i + \sum_j g_j$ (avec $\sum_{-i} g_{-i} = \sum_j g_j$ et $\sum_{-j} g_{-j} = \sum_i g_i$), on obtient :

$$\frac{1-\alpha}{c} [\sum_i (y_i - x_i) + \sum_j (y_j - x_j)] + G_0 = (1 + \alpha N) \widehat{G} \tag{1.28}$$

avec N l'ensemble des usagers. (Voir les détails de la résolution dans les annexes A.3).

La contribution totale des usagers au renouvellement des infrastructures collectives d'eau à l'équilibre de Nash est donc :

$$\widehat{G} - G_0 = \left(\frac{(1-\alpha)}{c(1+\alpha N)} \right) [\sum_{i,j} (y_{i,j} - x_{i,j})] - \left(\frac{(\alpha N)}{(1+\alpha N)} \right) G_0 \tag{1.29}$$

On observe que le renouvellement des infrastructures collectives croît avec l'ensemble des revenus disponibles et décroît avec l'état initial du réseau. Par ailleurs, l'augmentation de la taille de la population s'accompagne d'une augmentation du revenu total disponible mais également d'une plus grande dégradation de l'infrastructure initiale (lorsque N augmente, $\left(\frac{(\alpha N)}{(1+\alpha N)} \right) G_0$ augmente aussi).

Ainsi, la GPIE ne peut faire abstraction de la distribution des revenus dans la communauté. Cependant, la problématique des inégalités sociales de revenu ne peut pas être traitée indépendamment des préférences en matière d'infrastructure, surtout que les raisons économiques peuvent pousser certains usagers à faire recours aux techniques alternatives lorsque les coûts sont plus faibles comparés aux coûts du réseau collectif. La question du

financement des infrastructures collectives d'eau en présence de techniques alternatives ouvre alors sur une autre interrogation : ces techniques alternatives sont-elles à l'avantage des plus pauvres, toutes choses étant égales par ailleurs, afin que la GPIE, ne vienne pas accentuer les inégalités sociales ?

(2) Si nous considérons qu'une partie des usagers $\sum j$ a recours aux techniques alternatives (par préférence car les coûts des deux technologies sont identiques), alors :

$$\begin{aligned}
 R(\mathbf{G}^*) &= \sum_i g_i(g_{-i}) - \sum_j a_j(g_{-j}) \\
 &= \sum_i \left[\frac{1-\alpha}{c_i} (y_i - x_i) - \alpha(\sum_{-i} g_{-i} + \mathbf{G}_0) \right] - \sum_j \left[\frac{1-\alpha}{c_j^a} (y_j - x_j) - \alpha(\sum_{-j} g_{-j} + \mathbf{G}_0) \right] \\
 &= \mathbf{G}^* - \mathbf{G}_0
 \end{aligned} \tag{1.30}$$

Ce qu'on peut réécrire de manière suivante :

$$\begin{aligned}
 R(\mathbf{G}^*) &= \sum_i g_i(g_{-i}) - \sum_j g_j(g_{-j}) \\
 &= \frac{1-\alpha}{c_i} [\sum_i (y_i - x_i)] - \frac{1-\alpha}{c_j^a} [\sum_j (y_j - x_j)] - \alpha \sum_{i,j} (\sum_{-i} g_{-i} - \sum_{-j} g_{-j}) - \alpha(\sum_i \mathbf{G}_0 - \sum_j \mathbf{G}_0) \\
 &= \mathbf{G}^* - \mathbf{G}_0
 \end{aligned} \tag{1.31}$$

On peut remarquer que le niveau de contribution totale au renouvellement du réseau collectif va dépendre des coûts marginaux du raccordement au réseau collectif (c_i) et de l'adoption d'une technique alternative (c_j^a). Selon le rapport de force entre les deux coûts marginaux, nous pouvons déterminer 2 situations de renouvellement des infrastructures collectives :

- $c_i = c_j^a = c$: les coûts marginaux des deux systèmes sont équivalents. Dans ce cas la contribution totale au renouvellement du réseau collectif d'eau est exprimée comme suivant :

$$\mathbf{G}^* - \mathbf{G}_0 = \left(\frac{(1-\alpha)}{c(1+\alpha N)} \right) [\sum_i (y_i - x_i) - \sum_j (y_j - x_j)] - \left(\frac{(\alpha(I-J))}{(1+\alpha N)} \right) \mathbf{G}_0 \tag{1.32}$$

avec $I = \sum i$ et $J = \sum j$.

- $c_i \neq c_j^a$: les coûts marginaux des deux systèmes sont différents. Dans ce cas la contribution totale au renouvellement du réseau collectif d'eau est exprimée comme suivant :

$$G^* - G_0 = \left(\frac{(1-\alpha)}{(1+\alpha N)} \right) \left[\frac{1}{c_i} \sum_i (y_i - x_i) - \frac{1}{c_j^a} \sum_j (y_j - x_j) \right] - \left(\frac{(\alpha(I-J))}{(1+\alpha N)} \right) G_0 \quad (1.33)$$

$$\text{avec } I = \sum i \text{ et } J = \sum j.$$

Ces deux situations montrent que le niveau de renouvellement des infrastructures dépend de deux principaux éléments : le rapport de richesse entre les deux groupes d'utilisateurs et le rapport de coûts marginaux entre l'usage exclusif du réseau collectif et l'adoption des techniques alternatives. D'une part, le financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau par les utilisateurs est possible si et seulement si l'ensemble des revenus disponibles des conservateurs est supérieur à l'ensemble des revenus des alternatifs dans la communauté : $\sum_i (y_i - x_i) \geq \sum_j (y_j - x_j)$. En d'autres termes, la contribution globale à la GPIE croît avec la dotation en revenu disponible des conservateurs, et décroît avec le revenu disponible et le nombre des alternatifs.

D'autre part, le financement du renouvellement du réseau collectif dépend des coûts marginaux des deux systèmes d'approvisionnement en eau potable. Lorsque le coût marginal lié à l'adoption des techniques alternatives diminue, le revenu total disponible des alternatifs augmente, ce qui donne l'avantage au système alternatif par rapport au réseau collectif d'eau ($\frac{1}{c_i} \leq \frac{1}{c_j^a}$).

Par ailleurs, la GPIE serait une fonction décroissante de la taille du réseau en bon état G_0 , seulement quand le nombre d'utilisateurs conservateurs dans la population globale I est plus élevé que le nombre d'utilisateurs alternatifs J . On observe de même que la dégradation de l'infrastructure initiale diminue avec l'augmentation des alternatifs ($\left(\frac{(\alpha(I-J))}{(1+\alpha N)} \right) G_0$ diminue lorsque J augmente).

Ainsi, la GPIE ne peut faire abstraction de la distribution des revenus dans la communauté. Cependant, la problématique des inégalités sociales de revenu ne peut pas être traitée indépendamment des préférences en matière d'infrastructure, surtout que les raisons économiques peuvent pousser certains utilisateurs à faire recours aux techniques alternatives lorsque les coûts sont plus faibles comparés aux coûts du réseau collectif. La question du financement des infrastructures collectives d'eau en présence de techniques alternatives ouvre

alors sur une autre interrogation : ces techniques alternatives sont-elles à l'avantage des plus pauvres, toutes choses étant égales par ailleurs, afin que la GPIE, ne vienne pas accentuer les inégalités sociales ?

2.3 Modélisation du financement du renouvellement du réseau collectif d'eau en situation d'incertitude

Dans la sous-section (2.2) nous avons considéré que les usagers forment des hypothèses autour du comportement des autres usagers de leur communauté, ce qui s'apparente à une situation d'information complète concernant la demande des SAEP collectifs et de leurs infrastructures. En réalité, l'usager de SAEP ignore *a priori* ce que souhaitent faire les autres usagers. Par exemple, les préférences des individus pour les techniques alternatives, ne sont pas connues à l'avance. Elles sont liées au changement technologique, aux incitations publiques, ou encore aux normes sociales (Montginoul et al., 2005). Dans ce cas, nous devons prendre en compte tous les contextes possibles dans lesquels peut se trouver un usager avant de déterminer sa contribution au renouvellement de l'infrastructure collective. Il s'agit de ne plus établir des hypothèses sur la situation de l'usager mais de le considérer comme étant en environnement incertain ; c'est-à-dire que sa typologie d'usager (contributeur ou alternatif) est déterminée aléatoirement par la nature. En théorie des jeux, cette manière de traiter les interactions entre individus relève des « **jeux bayésiens** » (Gibbons, 1997 ; Myerson, 1999).

La théorie stipule que le passage d'un équilibre en situation d'information complète à un équilibre sous incertitude s'accompagne d'une perte d'efficacité liée aux coûts d'informations (Varian, 1992 ; Myerson, 1999). Nous proposons d'évaluer ici l'ampleur de la perte d'efficacité (allocative et productive) due à l'absence d'information complète sur les préférences par rapport aux SAEP et à leurs infrastructures. Pour ce faire, nous présentons un jeu bayésien permettant de déterminer la contribution au renouvellement des infrastructures collectives à l'équilibre de Bayes-Nash et de comparer ces résultats à ceux obtenus en situation d'information complète (voir l'optimum de premier rang).

Un équilibre de Bayes-Nash correspond à un ensemble de stratégies pour chaque type de joueur qui maximise la valeur espérée des gains compte tenu des stratégies poursuivies par les autres types de joueurs (Varian, 1992). Dans ce modèle, on considère d'après la transformation de Harsanyi (1967)⁹ qu'il existe un troisième acteur nommé « **Nature** » qui détermine en amont

⁹ La transformation de Harsanyi permet de retrouver les équilibres de Bayes-Nash en remplaçant une situation à information incomplète en un environnement incertain.

les types des deux autres joueurs. Cela revient à dire que des mécanismes d'incitations (sensibilisation du public sur la protection de l'environnement par exemple) sont à l'origine d'une évolution des préférences vers les techniques alternatives, puisque leur coût marginal est supposé identique à celui de l'infrastructure collective. Chaque type d'utilisateur prend sa décision de manière simultanée, en disposant juste d'une certaine « croyance ». En jeux bayésiens, la croyance constitue une appréciation subjective des décisions des autres. L'objectif de chacun est de maximiser l'espérance d'utilité issue des décisions de chaque membre de la société. Le jeu bayésien de notre modèle peut être illustré par la forme extensive présentée dans la figure suivante :

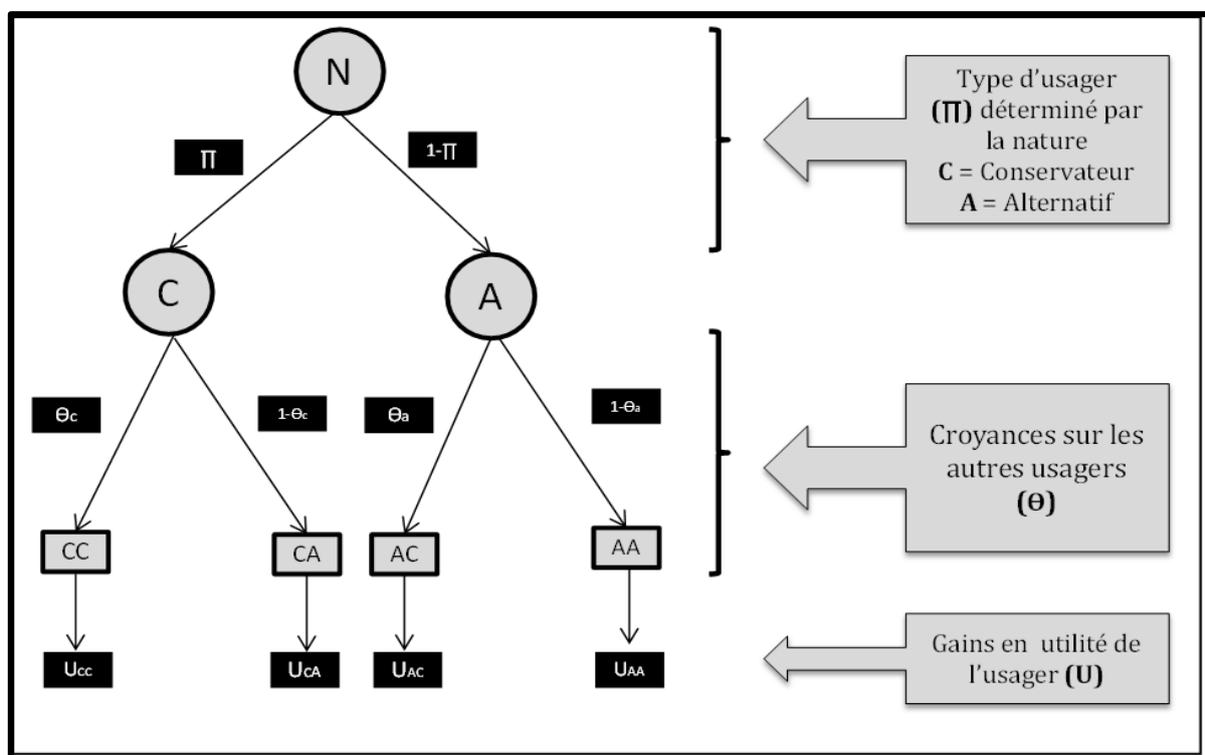


Figure I.2.3 : Forme extensive du jeu bayésien

Sans développer le modèle bayésien, nous pouvons montrer que sous ces conditions d'incertitude, les conservateurs ont une disposition à prendre en charge une part moins importante du financement du renouvellement des infrastructures que dans la situation à information complète. Ce résultat s'appuie sur le théorème suivant : **en aucun cas les gains issus d'une stratégie mixte ne peuvent être supérieurs aux gains issus d'une stratégie pure** (Dequiedt et al., 2011).

2.4 Principales propositions

Comme pour la section (1), nous récapitulons ici les grands enseignements d'une modélisation en jeux non-coopératifs du financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau.

Proposition 2.1

La volonté de contribuer ou (de dévier du) réseau collectif d'eau est une fonction croissante du revenu disponible de l'utilisateur conservateur (alternatif) : $g_i(g_{-i}, G_0)$ augmente lorsque $\sum_i(y_i - x_i)$ augmente, comme $a_j(g_{-j}, G_0)$ augmente lorsque $\sum_j(y_j - x_j)$ augmente.

Notre première proposition concernant la contribution volontaire des usagers au renouvellement des infrastructures collectives concerne la relation qui lie la volonté de contribuer ou de dévier avec le revenu disponible de l'utilisateur. Nos résultats montrent que quel que soit le type de l'utilisateur (conservateur ou alternatif), sa contribution ou son externalité négative dépendent positivement du revenu qu'il consacre aux SAEP. Nous en concluons que le renouvellement des réseaux collectifs d'eau serait plus effectif dans les communautés les plus dotées de richesse.

Proposition 2.2

La volonté de contribuer au (de dévier du) réseau collectif d'eau est une fonction décroissante de l'ensemble des contributions des autres usagers et du bon état initial du réseau collectif : $g_{i,j}(g_{-i,-j}, G_0)$ diminue lorsque $\sum_{-i,-j} g_{-i,-j}$ augmente et que G_0 augmente.

Contrairement, au revenu disponible de l'utilisateur, son action diminue avec la contribution des autres et l'état initial de l'infrastructure. Pour les conservateurs, il s'agit d'un comportement partiel de passager clandestin (chaque usager comptant sur la contribution des autres pour financer le réseau collectif) et d'incitation (le bon état initial du réseau n'incitant pas à contribuer à son renouvellement). Pour les alternatifs, il s'agit d'un problème d'efficacité (l'augmentation des participants au réseau collectif rendant le système alternatif moins efficace)

et d'incitation (le bon état initial des réseaux collectifs incitant moins les usagers à faire recours aux techniques alternatives lorsque leurs motivations sont purement techniques).

Proposition 2.3

L'incertitude engendre un coût informationnel sur la contribution individuelle de l'utilisateur au financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau ; l'augmentation des contributions due à une augmentation du revenu disponible étant moindre en incertitude qu'en situation d'information parfaite.

Cette proposition est très importante pour les gestionnaires des SAEP tenus d'informer régulièrement l'utilisateur sur l'évolution du service (état de la ressource, tarification, etc...). Nos résultats montrent que l'incertitude autour des SAEP entraîne un coût supplémentaire à l'utilisateur qui doit fournir un effort d'information sur l'évolution des usages et le comportement des usagers. Cela se traduit par une plus grande disposition à faire le passager clandestin (de manière partielle) et à moins consacrer une part de son revenu au financement du réseau collectif d'eau. La conséquence de ce coût informationnel sur la contribution individuelle est que la contribution totale au renouvellement des infrastructures collectives est moins optimale en environnement incertain qu'en situation de parfaite information. Il faut donc encourager la transparence autour des SAEP.

Proposition 2.4

Le financement du renouvellement des infrastructures collectives d'eau via la contribution directe des usagers est plus optimal en gestion centralisée qu'en gestion décentralisée : $G^ < \widehat{G}$.*

Autant l'hétérogénéité des préférences rend impossible une optimisation simultanée de l'efficacité productive et de l'efficacité allocative, l'absence d'un planificateur central pour imposer une contribution forfaitaire incite les usagers à adopter des comportements de passager clandestin. Cela se traduit par une perte d'efficacité dans le renouvellement des infrastructures collectives d'eau. Cette situation est encore pire que la situation des préférences hétérogènes par rapport à l'infrastructure avec présence d'un planificateur pour coordonner et imposer une

contribution (en transférant les couts des alternatifs vers les conservateurs par exemple). Cela nous emmène à dire que les scénarios d'un service d'eau géré de manière centralisée à l'échelle des départements, régions voire des Etats, sont à explorer pour les prochaines années (Rulleau et al., 2020).

CONCLUSION

Dans ce premier chapitre, nous nous sommes intéressés à la gestion patrimoniale des infrastructures et au besoin de financement qui en résulte en mobilisant le cadre analytique proposé par la théorie des choix publics. En posant la demande en eau potable comme une demande de service qui serait à la fois produit et consommé par l'utilisateur lui-même, ceci en combinant ressource en eau et infrastructures en bon état, il nous a été possible de valider que le maintien de la partie fixe dans la tarification de l'eau est un mécanisme efficace pour financer la GPIE via la contribution des usagers.

Cependant, le développement des usages des techniques alternatives engendre des externalités négatives sur le bon état du réseau et induit une augmentation de la contribution demandée aux usagers dit conservateurs, qui utilisent exclusivement ce dernier. La présence de ces externalités met le régulateur public face à un dilemme. D'un côté, il peut favoriser l'utilisation des techniques alternatives pour leurs dimensions environnementale et urbanistique. C'est le cas de la récupération domestique des eaux de pluie car elle contribue notamment à la maîtrise quantitative et qualitative des ruissellements des eaux pluviales. Elle permet aussi de gérer durablement l'eau potable dans les territoires sous contrainte de ressources. Mais, de l'autre côté, le régulateur ne peut pas trop affaiblir le bon fonctionnement du réseau collectif qui dépend des économies d'échelle et des externalités de réseau. Cela revient à dire que financer la GPIE par la contribution des usagers du réseau collectif amène à modérer les subventions accordées aux usages alternatifs. Et, si l'utilisation des techniques alternatives tendrait à se développer voire à se généraliser, c'est l'instauration d'une taxe pour utilisation des techniques alternatives qui est à envisager, pour maintenir en bon état le réseau collectif. En outre, une part essentielle des formes d'inégalités qui peuvent être induites par la GPIE relève de l'hétérogénéité des préférences en matière d'infrastructure.

L'utilisation de la théorie des jeux non-coopératifs pour comprendre l'impact de l'hétérogénéité des préférences sur le financement de la GPIE met en évidence le fait que la GPIE dépend à la fois de la distribution de revenu dans l'économie et des motivations non économiques des usagers exclusifs du réseau collectif. La contribution qui leur sera demandée doit en effet être

plus élevée que leur CAPM pour le SAEP. Ainsi, la GPIE met les usagers des techniques alternatives, notamment ceux qui ont adopté les dispositifs dits écologiques, dans une forme de contradiction entre, d'une part, leur motivation environnementale, et d'autre part, leur conscience de la nécessité du maintien d'un service collectif.

Si à l'issue de cette modélisation, nous avons compris les mécanismes qui guident les comportements et leurs résultats sur la GPIE, on ne peut les valider pour l'aide à la décision publique qu'en les confrontant scrupuleusement aux données de terrain. Or, il manque à ce jour de travaux empiriques visant une compréhension fine de la demande en SAEP des usagers, et une analyse du lien que l'on puisse établir entre cette demande, les motivations éthiques et intergénérationnelles des usagers, et leur consentement à payer pour la GPIE.

**CHAPITRE II : MISE EN PLACE D'UNE APPROCHE
PAR LA METHODE DES EXPERIENCES
DE CHOIX DISCRETS**

INTRODUCTION

Les services d'eau potable en France constituent un service public géré par des monopoles naturels qui peuvent émaner directement des municipalités sous forme de régies ou des opérateurs privés en délégation. Compte tenu du caractère universel du « **bien eau** », les services d'eau potable à travers le monde ont historiquement eu 2 principales fonctions : **(i)** offrir une quantité suffisante d'une eau potable de bonne qualité et à une pression suffisante pour toutes les populations et **(ii)** s'assurer que le coût du service soit accessible à tout le monde (ODD¹⁰, N°6). De fait, l'analyse économique de l'efficacité de la gestion des services d'eau potable s'est majoritairement portée sur **(i)** la réglementation du secteur de l'eau avec le débat sur la gestion publique par rapport à la gestion privée (Pérard, 2009) et de **(ii)** la question de la régulation avec l'analyse de l'élasticité prix de la demande (Point, 1993 ; Nauges et Thomas, 2000 ; Nauges et Reynaud, 2001).

Le maintien de services d'eau potable de qualité face aux défis des changements globaux nécessite de disposer et de mobiliser un budget public permettant de financer des actions de renouvellement ou de modernisation (Fauquert, 2005). La gestion de telles infrastructures de plus en plus coûteuses étant donné la pression des changements globaux, doit permettre la fourniture de services publics performants. Les gestionnaires et différentes parties-prenantes ont mis à l'agenda de l'amélioration des services de nouvelles préoccupations techniques, sociales et environnementales (Canneva et Guerin-Schneider, 2011). L'appréciation de la performance d'un SAEP peut reposer sur différents outils (Sjovold et al., 2008). L'International Water Association (IWA) a ainsi développé un panel d'indicateurs (Alegre et al., 2006). En France, chaque SAEP doit produire, annuellement, un Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) qui vise à rendre compte, aux usagers, du prix et de la qualité du service rendu. Depuis le Décret n° 2007-675, des indicateurs de performance figurent aux Annexes V et VI du Code général des collectivités territoriales.

Un tel dispositif d'évaluation répond ex-post à des préoccupations des gestionnaires en matière d'efficacité, de responsabilité et de durabilité. Mais *ex ante*, ce sont les habitants qui ont besoin d'accéder aux services d'eau potable, les usagers des services, c'est à dire ceux qui en supportent le coût, qui ont les attentes les plus fortes en matière de performances. Ils sont les mieux à même de confirmer ou d'infirmier si le service public qui leur est fourni est satisfaisant ou non, en matière d'accès, de qualité ou encore de respect de l'environnement. De ce fait,

¹⁰ ODD : Objectif de Développement Durable

disposer d'informations sur la demande de performances des services devient indispensable pour faire coïncider la planification de la gestion des SAEP avec les préoccupations des habitants, des usagers et des contribuables (Groenfeldt, 2019 ; Tsanga et Nafi, 2013). En outre, la conception des performances des services d'eau devrait s'intégrer dans une vision de long terme. Les services font en effet preuve d'une inertie de leurs bénéfices liée à la durée de vie très longue des infrastructures et en même temps à des préoccupations des usagers qui peuvent changer, selon l'horizon temporel de référence.

L'inadéquation de certains services aux attentes des usagers induit des coûts importants pour eux, qui pour faire face aux défaillances de service doivent adopter des comportements de substitutions tels que l'achat d'eau en bouteille (Beumais et al., 2014 ; Beumais et Veyronnet, 2017 ; Czajkowski et al., 2015). En d'autres termes, même si les usagers de l'eau sont très sensibles à l'évolution de la facture d'eau (Tsanga et Nafi, 2013), cela ne veut pas dire qu'ils ne sont pas prêts à payer des frais supplémentaires pour améliorer les performances des services publics, et accompagner les investissements nécessaires dans les infrastructures d'eau. En conséquence l'évaluation économique des préférences des ménages en matière de performances des SAEP peut aider à la conception de politiques de gestion de SAEP visant l'amélioration des services.

Comprendre les préférences des usagers en matière d'amélioration des SAEP ne peut par conséquent se limiter à l'évaluation de la demande en eau du point de vue strictement quantitatif. Il s'agit plutôt d'identifier et d'évaluer les caractéristiques (attributs) du SAEP qui font sens pour l'utilisateur (Snowball et al., 2007). Pour évaluer les préférences des ménages pour l'amélioration des services d'eau potable, la méthode des préférences déclarées s'est imposée car elle présente plusieurs avantages. Seules les méthodes des préférences déclarées permettent de conduire des évaluations *ex ante* et donc d'explorer des scénarios d'amélioration des services. Elles permettent également de traiter empiriquement les préférences qui ne relèvent pas strictement de l'usage immédiat des services (Bateman et al., 2002 ; Desaignes et Point, 1993), pour aborder des problématiques comme la préservation de la ressource en eau, ou encore les usages futurs des services. Les deux principales méthodes de l'évaluation par les préférences déclarées sont la Méthode de l'Évaluation Contingente (MEC) (Mitchell et Carson, 2013 ; Arrow, 2003) et la méthode des expériences de choix discrets (MECD) (Bateman et al., 2002 ; Louviere et al., 2000). Bien que les deux méthodes permettent d'évaluer en termes monétaires les préférences individuelles pour un changement d'état d'un service, la méthode des expériences de choix discrets présente un avantage qui est de pouvoir estimer non seulement la valeur globale du bien non-marchand (le cas de la MEC) mais aussi la valeur implicite de

chaque attribut de ce bien non-marchand permettant une évaluation de plusieurs scénarios à la fois (Hanley et al., 1998 ; Bateman et al., 2002 ; Birol et al., 2006).

Pour cette thèse, nous avons développé une enquête sur les préférences des ménages pour l'amélioration des performances des SAEP sur le long-terme, pour le département de la Gironde, où les contextes socioéconomiques et hydro-climatiques fragiles (Acclimaterra, 2018 ; Le Treut, 2013) offrent un cadre idéal. La MECD est construite à partir d'une décomposition de la performance des SAEP en critères ou dimensions pertinentes du point de vue des usagers, et l'évolution du montant de la facture. La MECD permet par conséquent :

- d'analyser les arbitrages que les ménages opèrent entre ces différentes dimensions, d'identifier les critères ayant de l'importance pour les usagers mais non encore pris en compte dans la conception actuelle de la performance, mais aussi d'identifier les éventuelles complémentarités/substitutions pouvant exister entre les différentes dimensions de la performance du SAEP ;
- de comprendre les hétérogénéités des préférences des ménages à l'égard des critères de performances des SAEP ;
- d'estimer les bénéfices procurés aux agents par différents scénarios destinés à l'amélioration de ces performances et de disposer de leur valeur monétaire.

Ce chapitre reprend l'ensemble des réflexions qui ont jalonné le processus de mise en œuvre de la MECD sur les préférences en matière de performances de SAEP sur le long-terme en prenant comme source de données les habitants du département de la Gironde. Le chapitre sera subdivisé en quatre sections. Dans la section 1, nous présentons succinctement le cadre conceptuel de la méthode des expériences de choix discrets. Dans la section 2, nous restituons un état de l'art de son application pour le cas des services d'eau potable. La section 3 présente le terrain d'études et le protocole d'enquête qui a été mis en place, étant donné les principales questions de recherche que nous avons souhaité cibler. La section 4 décrit la base de données ainsi obtenue.

1 METHODE DES EXPERIENCES DE CHOIX – FONDEMENTS CONCEPTUELS

1.1 L'approche multi-attributs des scénarios à évaluer

Sur le plan théorique, la MECD prend appui sur les développements théoriques qui fondent les méthodologies empiriques d'évaluation des préférences basées sur les modèles d'utilité multi-attributs de Lancaster (Lancaster, 1966). Cette approche lancastérienne de la demande s'appuie sur un ensemble d'hypothèses : - les individus perçoivent un bien ou un service comme un ensemble d'attributs ; - chaque individu n'attache pas nécessairement la même importance aux différents attributs ; - l'évaluation porte d'abord sur chaque attribut ; - cette évaluation est dérivée d'une fonction utilitaire pour chaque attribut, associant le degré de satisfaction attendue ou l'utilité avec le niveau de l'attribut présenté (*voir Encadré II.1.1*).

La MECD est une technique d'élicitation des préférences déclarées par laquelle on demande aux individus de faire un certain nombre de choix entre des scénarios hypothétiques de gestion/politique définis par des attributs prenant différents niveaux. Les réponses au questionnaire sont ensuite utilisées pour déduire l'utilité perçue de chacun de ces attributs par les répondants individuels, les compromis qu'ils font entre ces attributs et l'avantage global du scénario politique. La MECD va donc s'appuyer sur la théorie des choix de Manski (1977) pour formuler le processus de choix en deux étapes : (1) la génération des séries de choix alternatives de manière exogène ; (2) le traitement des réponses individuelles entre différentes alternatives avec des modèles d'utilités aléatoires (McFadden, 1973).

L'analyse de la théorie de Lancaster tourne autour de 3 éléments :

- Le bien noté x
- La caractéristique notée z
- L'activité notée y

a. La relation objective entre les biens et les caractéristiques

Soit z_i une caractéristique i et x_j un bien j on a la relation suivante : $z_i = b_{ij}x_j \rightarrow$ *Propriété de linéarité*

Avec 2 biens et une caractéristique on a : $z_i = b_{ij}x_j + b_{ik}x_k \rightarrow$ *Propriété d'additivité*

Pour plusieurs biens n et plusieurs caractéristiques r on a ce qui suit : $z_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} x_j \quad i = 1, \dots, r$

Nous pouvons transformer cette expression en une équation matricielle avec z le vecteur des caractéristiques, x celui des biens et B une matrice spécialement nommée la « **matrice de technologie de la consommation** ».

$z = Bx$, B représente à la fois un input de bien et un output de caractéristique. Une remarque importante à faire ici est que la relation montre un vecteur unique de caractéristiques auquel est associé un vecteur de biens et non le contraire. La présence d'une unité positive d'un bien entraîne automatiquement l'existence d'une unité positive d'au moins une caractéristique (*Propriété de sémi positivité de la matrice B*).

b. La relation objective entre les activités et les biens

Dans la logique de l'analyse précédente, il existe également une relation objective entre les activités et les biens. Les activités sont définies comme les usages des biens ou plus clairement les activités de consommation. On a donc ce qui suit :

$x_j = a_{jh}y_h$ avec j le bien et h l'activité.

$x_j = a_{jh}y_h + a_{jk}y_k ; \quad x_j = \sum_{h=1}^m a_{jh} y_h \quad j = 1, \dots, n$

Après transformation en équation matricielle on obtient : $x = Ay$

c. La relation subjective entre les individus et les caractéristiques

Si la relation entre les biens et les caractéristiques ou les biens et les activités est objective, la relation entre les caractéristiques et les individus est complètement subjective. Cette relation dépend en effet des préférences individuelles et explique l'hétérogénéité entre les consommateurs.

Cependant nous pouvons avoir une autre relation objective entre les activités et les caractéristiques, une relation qui découle des deux précédentes relations objectives entre les biens et les activités et entre les caractéristiques et les biens : $z = By$.

La théorie traditionnelle de la demande est en fait un cas particulier de l'approche de Lancaster étant donné que pour l'analyse traditionnelle on a l'égalité suivante : $B = i = j = h = 1$.

Encadré II.1.1 : Formulation de la nouvelle théorie de la demande de Lancaster (1966)

Les expériences sont générées pour étudier les effets des niveaux d'attributs sur le niveau d'utilité associé à chaque scénario. On dispose de deux types de processus de génération des expériences : le processus de génération complet et le processus de génération fractionnel (Louviere et al., 2000). Le processus complet consiste à générer toutes les combinaisons de niveaux d'attributs possibles. Il est évident que dès lors que l'on dépasse deux attributs avec deux niveaux, ce processus complet est trop coûteux à mettre en place et cognitivement difficile à appréhender pour les individus au moment des choix. Dans la pratique, le processus fractionnel est le plus utilisé. Pour établir le protocole de choix, la sélection des expériences à présenter aux individus obéit à un certain nombre de critères que nous présenterons dans la suite de ce chapitre. Plusieurs procédures ont été proposées pour construire de tels ensembles d'expériences, mais nous ne citons que celle de Zwerina et al. (1996) qui est la plus utilisée.

La mise en œuvre de la méthode des choix expérimentaux pour l'évaluation environnementale se déroule en plusieurs étapes-clés communes aux méthodes de modélisation des choix (Hanley et al., 1998) : (1) la conception des séries de choix alternatifs ; (2) l'enquête ; (3) l'estimation de la fonction d'utilité aléatoire. L'équation estimée du choix permettra par la suite d'inférer le consentement à payer (CAP) des individus. La conception des séries de choix alternatives passe d'abord par l'identification des attributs à considérer dans le protocole et la définition des différents niveaux qu'ils peuvent atteindre. Les différents attributs selon leurs niveaux seront par la suite combinés pour générer des scénarios alternatifs qui vont être présentés aux enquêtés dans le cadre d'une « série de choix » ou « expérience » composée généralement de deux scénarios alternatifs à comparer avec un scénario de référence qui, lui, sera commun pour l'ensemble des séries de choix soumises à l'évaluation. Chaque scénario est défini par un ensemble d'attributs non monétaires et un attribut monétaire correspondant à la participation de l'individu dans le financement du programme public soumis à l'évaluation. Au moment de l'enquête, chaque individu doit sélectionner, pour chaque série, son scénario préféré. On peut ainsi, par le renouvellement de l'expérience de choix, tenir compte des relations entre les attributs et entre les différents niveaux de chacun des attributs dans les préférences individuelles.

1.2 La modélisation des choix

La formulation de l'utilité des individus en fonction des attributs des scénarios alternatifs avec un prix ouvre la voie à la référence récurrente à la théorie de la demande proposée par Lancaster

(1966) comme ancrage théorique de l'analyse des choix empiriques réalisés à partir des protocoles d'enquête par expériences de choix. Ce lien, comme le disent Louvière et al. (2000), s'appuie sur une approche interprétative de la notion d'attributs chez Lancaster et non sur une concordance théorique qui reste à établir. Cette référence théorique permet en effet d'offrir un cadre de référence à une quantification monétarisée des utilités dans une approche ordinale de décisions qui seraient multidimensionnelles telle qu'elle est envisagée par la théorie des utilités multi-attributs évoquée plus haut.

L'utilité se présente sous la forme suivante :

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (2.1)$$

avec U_{ij} , l'utilité que l'individu i tire du choix de l'alternative $j \in [1, \dots, J]$, l'ensemble des alternatives proposées à i . V_{ij} constitue la partie déterministe de U_{ij} et ε_{ij} est sa partie stochastique. V_{ij} dépend à la fois des caractéristiques de l'alternative choisie w_{ij} (ici les attributs) et des caractéristiques intrinsèques à l'individu x_i . Le terme U_{ij} peut être reformulé comme suivant :

$$U_{ij} = z_{ij}'\beta + \varepsilon_{ij} \quad (2.2)$$

avec $z_{ij} = [w_{ij}, x_i]$ et β le paramètre qui estime l'effet de la variation de z_{ij} sur l'utilité.

Parmi les J alternatives présentées, l'individu i rationnel choisira l'alternative qui lui procure le plus d'utilité de sorte que le processus de choix peut être présenté comme un programme de maximisation d'un ensemble d'utilités (Greene, 2003 ; Manski, 1977).

$$U_{ij} = \max(U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{ij}) \quad (2.3)$$

Ainsi, face à un ensemble fini d'alternatives $(\mathbf{0}, \mathbf{g}, \mathbf{h})$ avec $\mathbf{0}$ la situation de référence, un individu choisira :

$$\left\{ \begin{array}{l} - \text{la situation de référence } (Y_i = \mathbf{0}) \text{ lorsque } U_{i0} > U_{ig} \text{ et } U_{i0} > U_{ih} \\ - \text{l'alternative } \mathbf{g} (Y_i = \mathbf{g}) \text{ lorsque } U_{ig} > U_{ih} \text{ et } U_{ig} > U_{i0} \\ - \text{l'alternative } \mathbf{h} (Y_i = \mathbf{h}) \text{ lorsque } U_{ih} > U_{ig} \text{ et } U_{ih} > U_{i0} \end{array} \right. \quad (2.4)$$

avec Y_i une variable multinomiale formulée comme le choix d'une alternative.

La probabilité de choisir l'alternative g par exemple est modélisée comme suivant :

$$\begin{aligned}
 P_{ig} &= P(Y_i = g) = P(U_{ig} > U_{ih}) \\
 &= P(V_{ig} + \varepsilon_{ig} > V_{ih} + \varepsilon_{ih}) \\
 &= P(V_{ig} - V_{ih} > \varepsilon_{ih} - \varepsilon_{ig})
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

A partir des hypothèses sur la distribution des termes aléatoires ε_{ij} , on peut calculer la probabilité des choix. En raison de la commodité et de la praticité dans le traitement mathématique, on suppose généralement que les termes d'erreurs sont indépendants et identiquement distribués (**IID**) suivant la distribution de Gumbel (distribution des valeurs extrêmes de type **I**) (Bateman et al., 2002).

$$F(\varepsilon_{ij}) = \exp[-\exp(-\varepsilon_{ij})] \tag{2.6}$$

avec F la fonction de distribution des termes d'erreurs.

Sous cette condition, la probabilité de choisir j peut être exprimée comme une fonction logistique :

$$P_{ig} = \frac{\exp(V_{ig})}{\sum_j \exp(V_{ij})} = \frac{\exp(z_{ig}'\beta)}{\sum_j \exp(z_{ij}'\beta)} \tag{2.7}$$

1.3 Les différents modèles économétriques mobilisés

Cette probabilité de choix peut être estimée par plusieurs modèles économétriques. Le choix du modèle économétrique dépend des hypothèses faites sur les variables explicatives z_{ij} et le terme d'erreurs ε_{ij} . En général, **5 types** de modèles (*Modèle logistique conditionnel – Modèle logistique multinomial – Modèle logistique mixte – Modèle logistique à classes latentes – Modèle logistique multinomial hybride*) sont mobilisés dans la littérature suivant la logique représentée dans la figure (**II.1.3**). Dans les sections suivantes, nous présenterons chacun des 5 modèles avant de nous concentrer sur les modèles pertinents pour notre analyse.

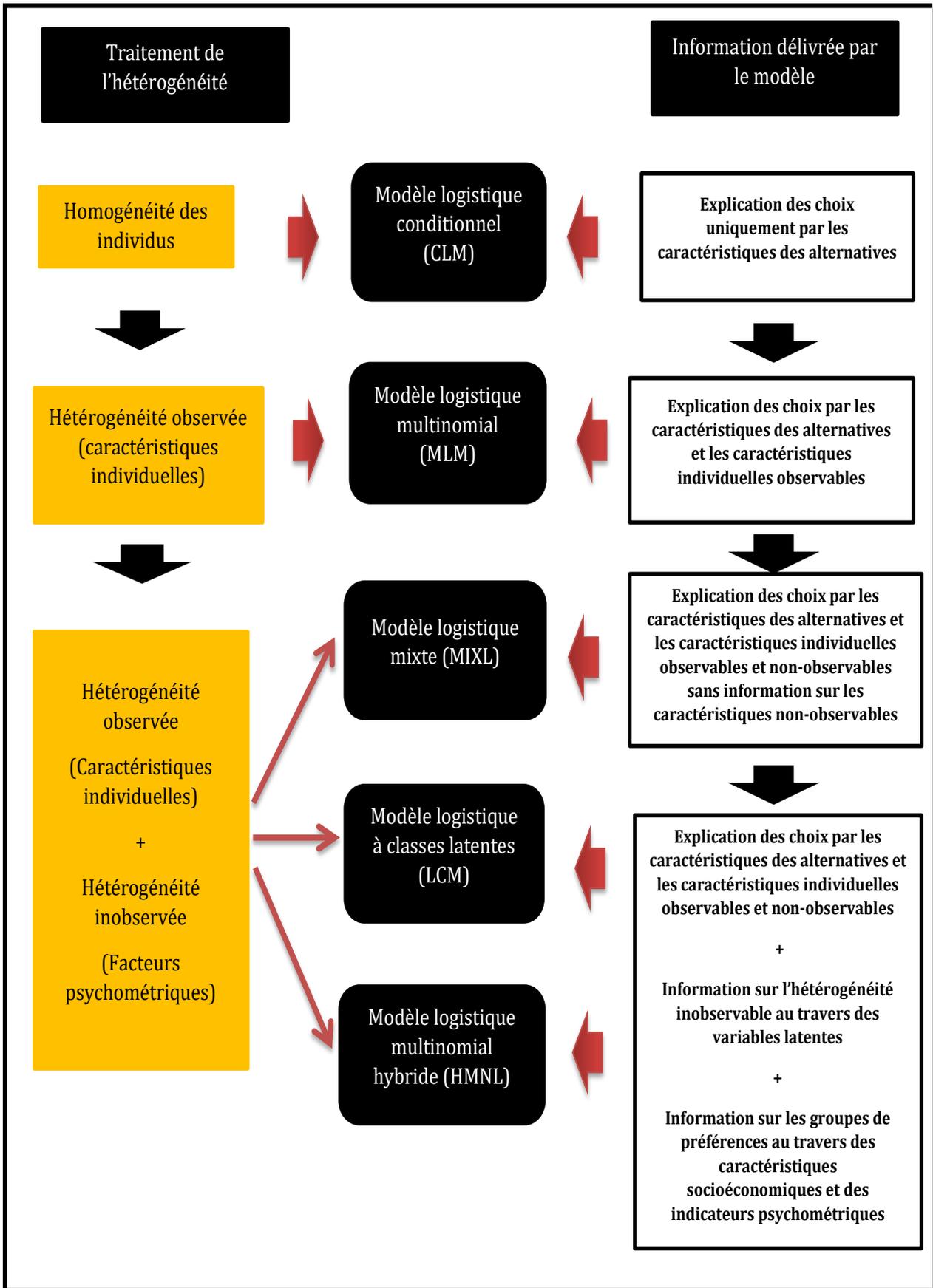


Figure II.1.3 : Aperçu des modèles logistiques

1.3.1 Modèle logistique conditionnel (CLM)

Le modèle logistique conditionnel de McFadden (1974) est le modèle économétrique le plus simple et le plus utilisé dans la littérature du MECD (Louviere et al., 2000). La probabilité de choix est formulée sous l'hypothèse que les individus sont homogènes de telle sorte que seules les caractéristiques des alternatives peuvent expliquer le choix d'un individu. On suppose également que toutes les autres alternatives qui font partie ou non des séries de choix proposées à un individu, n'influencent pas le choix que l'individu fait entre 2 alternatives (g et h par exemple) (Holmes et Adamowicz, 2003). Cette condition est appelée la propriété d'indépendance vis-à-vis des alternatives non pertinentes (*Independance from Irrelevant Alternatives*¹¹ – **IIA**) (Train, 1998 ; Hausman et McFadden, 1984). L'hypothèse de l'**IIA** découle de celle de l'**IID** des termes d'erreurs (Thomas, 2000).

La formulation de la probabilité de choix du modèle logistique conditionnel se présente comme suit :

$$P_{ig} = \frac{\exp(w_{ig}'\alpha)}{\sum_j \exp(w_{ij}'\alpha)} \quad (2.8)$$

On peut estimer cette fonction à partir de la méthode du *Maximum de Vraisemblance* qui est généralement utilisée pour les données qualitatives (Maddala, 1986 ; Greene, 2003). Soit L la fonction de vraisemblance, on a :

$$\text{Log}L = \sum_i \sum_j d_{ij} \text{Log}(P_{ij}) \quad \text{où} \quad \begin{cases} d_{ig} = 1 \text{ si } Y_i = g \\ d_{ig} = 0 \text{ sinon} \end{cases} \quad (2.9)$$

1.3.2 Modèle logistique multinomial (MLM)

Le deuxième modèle économétrique que nous envisageons d'utiliser pour évaluer la performance de long terme des SAEP du point de vue des usagers est le *modèle logistique*

¹¹ Le test de l'hypothèse d'indépendance vis-à-vis des alternatives non pertinentes (*Property of Independence of Irrelevant Alternative*) consiste à estimer un modèle en restreignant l'ensemble des choix et à comparer les paramètres ainsi obtenus avec ceux obtenus grâce au modèle complet. Si une alternative n'est pas pertinente, les auteurs supposent que la supprimer du modèle ne changera pas les estimations (Greene, 2003).

*multinomial*¹² (Greene, 2003 ; Thomas, 2000). A la différence du *modèle logistique conditionnel* qui suppose que les caractéristiques des individus sont identiques pour toutes les alternatives donc n'interviennent pas dans le choix, ce dernier dépend ici à la fois des attributs mais aussi des caractéristiques des individus. Ce modèle prend alors en compte l'hétérogénéité observée entre les individus. Sa fonction de probabilité est la suivante :

$$P_{ig} = \frac{\exp(\alpha'w_{ig})\exp(\lambda_g'x_i)}{\sum_j \exp(\alpha'w_{ij})\exp(\lambda_j'x_i)} \quad (2.10)$$

La fonction de vraisemblance pour estimer cette probabilité de choix reste identique à celle du modèle logistique conditionnel.

1.3.3 *Modèle logistique mixte (MIXL)*

Si le *modèle logistique multinomial* prend en compte l'hétérogénéité observée entre les individus, il ignore l'hétérogénéité aléatoire entre les individus. Les modèles précédents sont sans biais sous la condition de l'IIA qui stipule que l'introduction ou la suppression d'une alternative n'influence pas le rapport des probabilités de choix de deux autres alternatives (Hensher et al., 2005). Lorsque l'hypothèse de variable IID pour le terme d'erreur (de laquelle vient celle de l'IIA) n'est pas respectée, il se peut que certains facteurs inobservables par le chercheur interviennent dans l'appréciation des attributs (Train, 2002 ; Louviere et al., 2000). Il peut s'agir d'attitudes, d'opinions, de la perception de l'environnement, de motivations sociales, etc. Le poids de chaque attribut dans l'utilité dépend alors de l'individu. Dans ce sens, les caractéristiques des alternatives sont traitées comme des variables aléatoires puisque certaines caractéristiques de l'individu sont elles-mêmes non-observables. Plus flexible, le *modèle logistique mixte* permet d'introduire de l'hétérogénéité entre individus (Banzhaf et al., 2001). Le MIXL peut se présenter sous plusieurs formes selon la spécification des comportements des individus et selon la forme fonctionnelle des probabilités de choix (Train, 2002). Le modèle le plus utilisé dans la littérature est le *modèle logistique à paramètres aléatoires (Random Parameters Logit - RPL)*.

¹² Les appellations « logit conditionnel » et « logit multinomial » sont dans la littérature interchangeable. Il existe en effet une confusion entre le logit conditionnel et le logit multinomial dit « simple » qui ne permet pas d'estimer les CAP. Nous adoptons ici les appellations de Thomas (2000) dont le modèle logit multinomial est dit « universel ».

Dans le RPL, certains coefficients liés aux niveaux d'attributs peuvent être spécifiés pour être distribués de manière aléatoire afin de rendre compte de l'hétérogénéité des préférences. Ces coefficients aléatoires sont supposés suivre la loi normale pour autoriser le fait que certains attributs, ou certains de leurs niveaux puissent engendrer une perte d'utilité pour l'individu enquêté. La fonction de densité $f(\boldsymbol{\beta})$ est spécifiée comme suit (Greene, 2003) :

$$\boldsymbol{\beta}_{ij} = \boldsymbol{\beta}_j + \mathbf{z}_i' \boldsymbol{\theta}_j + \sigma_j \boldsymbol{\mu}_{ij} \quad (2.11)$$

où $\boldsymbol{\mu}_{ij}$ suit une distribution normale de moyenne $(\boldsymbol{\beta}_j + \mathbf{z}_i' \boldsymbol{\theta}_j)$ et d'écart-type σ_j .

Le modèle tient compte de l'hétérogénéité observée par le chercheur à travers les caractéristiques personnelles de l'individu \mathbf{z}_i (identiques pour tous les choix que l'individu fait) et l'hétérogénéité aléatoire captée par $\boldsymbol{\beta}_j$ et $\boldsymbol{\mu}_{ij}$. La probabilité de choisir l'alternative \mathbf{g} est alors spécifiée comme suit :

$$P_{ig} = \int \frac{\exp(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{z}_{ig})}{\sum_j \exp(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{z}_{ij})} f(\boldsymbol{\beta} | \boldsymbol{\theta}) d\boldsymbol{\beta} \quad (2.12)$$

En fixant des valeurs pour $\boldsymbol{\theta}$ et en faisant T simulations pour chaque valeur de $\boldsymbol{\theta}$ on peut approximer la probabilité de choisir \mathbf{g} par :

$$\widetilde{P}_{ig} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{\exp(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{z}_{ig})}{\sum_j \exp(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{z}_{ij})} \quad (2.13)$$

avec \mathbf{t} le t-ième tirage dans \mathbf{T} .

Le logarithme de la vraisemblance qui permet d'estimer cette probabilité simulée est :

$$\text{Log}L = \sum_i \sum_j d_{ij} \text{Log}(\widetilde{P}_{ij}) \quad \text{où} \quad \begin{cases} d_{ij} = 1 \text{ si } Y_i = j \\ d_{ij} = 0 \text{ sinon} \end{cases} \quad (2.14)$$

1.3.4 Modèle logistique à classes latentes (LCM)

Le modèle logistique mixte à paramètres aléatoires prend en compte l'hétérogénéité inobservée entre les individus mais ne permet pas d'avoir directement des informations sur les facteurs de cette hétérogénéité. Le modèle logistique à classes latentes fournit ces informations à travers

des variables qualifiées de « **latentes** » c'est-à-dire des segments dont on peut mesurer les effets mais qui ne sont pas directement observables (Holmes et Adamowicz, 2003). Il permet de mesurer les effets de ces dernières sur le choix des individus. A la différence du modèle précédent, l'hétérogénéité n'est pas directement liée à un individu mais est latente à un groupe d'individus. Ainsi, appartenir à un groupe va dépendre de certains comportements, attitudes, perceptions, opinions etc., latents des individus tout comme leurs caractéristiques socioéconomiques (Boxall et Adamowicz, 1999).

Selon la théorie de l'utilité aléatoire (*Random Utility Theory* – RUT), la probabilité qu'un individu i du groupe (ou de la classe) m choisisse l'alternative g dans la situation s est spécifiée comme suit :

$$P_{igs|m} = \frac{\exp(\beta_m'z_{igs})}{\sum_j \exp(\beta_m'z_{ijs})} \quad (2.15)$$

On peut remarquer que lorsque les individus sont homogènes c'est-à-dire $\mathbf{M} = \mathbf{1}$ alors on retrouve le modèle logistique multinomial et lorsqu'il y a autant de groupes que de personnes c'est-à-dire $\mathbf{M} = \sum_i$ alors on retrouve le modèle logistique mixte à paramètres aléatoires.

Etant donné que le chercheur ne connaît pas les classes des individus (distribution aléatoire donc non - respect de l'IIA), la probabilité d'appartenir à une classe doit être définie. Dans le cadre multinomial elle peut être spécifiée comme suit :

$$Q_{im} = \frac{\exp(\theta_m'z_i)}{\sum_m \exp(\theta_m'z_i)} \quad (2.16)$$

avec z_i les caractéristiques personnelles observables de l'individu i et m sa classe.

La principale difficulté dans la mise en application de ce modèle est de déterminer la bonne valeur de \mathbf{M} c'est à dire le nombre total de classes latentes. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour le choix de \mathbf{M} , à l'instar des critères d'information bayésien (BIC) ou d'Akaike (AIC) (Greene et Hensher, 2003).

1.3.5 Le modèle logistique multinomial hybride (HMNL)

La spécification des probabilités de choix dans la méthodologie du MECD suit généralement deux logiques. Le chercheur peut soit chercher à réduire au maximum les biais d'estimation

soit vouloir augmenter le pouvoir prédictif du modèle. Récemment, de nouveaux modèles pouvant permettre de relier les variables psychométriques (attitudes, opinions, etc.) avec les caractéristiques personnelles des enquêtés ainsi que de leurs choix ont été développés (Czajkowski et al., 2017). Ils présentent des risques de biais d'endogénéité et de colinéarité associés à l'introduction des indicateurs psychologiques non observables. Cependant, l'introduction des variables psychométriques leur permet d'être plus réalistes (Czajkowski et al., 2017 ; Bolduc et al., 2008).

L'un de ces modèles qui apparaissent de plus en plus dans la littérature est le modèle logistique multinomial hybride (*Hybrid Multinomial Logit Model – HMNL*) (Czajkowski et al., 2017 ; Bolduc et al., 2008). Son principal apport par rapport au modèle à classes latentes est que, au-delà de déterminer les groupes de préférences, il permet également de décrire plus finement chaque groupe à travers les caractéristiques individuelles et les traits psychométriques. La spécification de ce modèle se fait en 3 étapes :

- **Equation structurelle**

L'équation structurelle permet de décrire les variables latentes par les caractéristiques personnelles observables des individus. Elle se formalise comme suit :

$$L_i^* = B'x_i + \varphi_i, \quad \varphi_i \sim N(0, \psi) \quad (2.17)$$

$$U_i = \beta'w_i + C'L_i^* + \varepsilon_i, \quad (2.18)$$

avec L_i^* un vecteur ($M \times 1$) des variables latentes, x_i un vecteur ($V \times 1$) des variables explicatives (caractéristiques socioéconomiques) à la cause des variables latentes, B une matrice ($M \times V$) de paramètres inconnus et φ_i un terme d'erreur suivant une distribution normale centrée. Les variables latentes L_i^* interviennent dans l'utilité U_i au travers des paramètres C .

- **Equations de mesure**

Les équations de mesure permettent de relier les variables latentes aux variables psychométriques. N'étant pas observables, les variables psychométriques sont approximées par des **indicateurs** notés I . Pour un individu i on a :

$$I_i = \alpha + \pi'L_i^* + e_i, \quad e_i \sim N(0, \theta) \quad (2.19)$$

I_i correspond au vecteur ($R \times 1$) des indicateurs des variables latentes associées à l'individu i .

▪ **Probabilité de choix**

La probabilité de choisir une alternative g pour un individu i appartenant à la classe L est spécifiée comme suit :

$$P_{ig} = P(Y_i | w_i, x_i, \theta, B) = \int_{L_i^*}^M P(Y_i | L_i^*, w_i, \theta) g(L_i^* | x_i, B) dL_i^*,$$

$$\text{avec } \theta(\beta, C) \text{ et } \begin{cases} d_{ig} = 1 \text{ si } Y_i = g \\ d_{ig} = 0 \text{ sinon} \end{cases} \quad (2.20)$$

En ajoutant de l'information à partir des indicateurs caractérisant les variables inobservées on obtient :

$$P_{ig} = P(Y_i, I_i | w_i, x_i, \delta) = \int_{L_i^*}^M P(Y_i | L_i^*, w_i, \theta) f(I_i | L_i^*, \pi) g(L_i^* | x_i, B) dL_i^*,$$

$$\text{avec } \delta(\theta, \pi, B) \text{ et } \begin{cases} d_{ig} = 1 \text{ si } Y_i = g \\ d_{ig} = 0 \text{ sinon} \end{cases} \quad (2.21)$$

C'est l'observation jointe de Y_i et I_i qui donne la caractéristique hybride au modèle (Bolduc et al., 2008). Y_i et I_i sont supposés être corrélés uniquement à travers les variables latentes L_i^* .

Dans le cadre d'un modèle logistique multinomial, cette probabilité peut s'écrire sous la forme suivante :

$$P_{ig} = P(Y_i, I_i | w_i, x_i, \delta) = \int_{L_i^*}^M \frac{\exp(\beta' w_{ig} + C_g' L_i^*)}{\sum_j \exp(\beta' w_{ij} + C_j' L_i^*)} f(I_i | L_i^*, \pi) g(L_i^* | x_i, B) dL_i^* \quad (2.22)$$

Il est impossible de déterminer analytiquement cette probabilité. Cependant, en faisant T simulations sur les variables latentes L_i^* , on peut l'approximer par :

$$\widetilde{P}_{ig} = \widetilde{P}_{ig}(Y_i, I_i | w_i, x_i, \delta) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{\exp(\beta' w_{ig} + C_g' L_i^{*t})}{\sum_j \exp(\beta' w_{ij} + C_j' L_i^{*t})} f(I_i | L_i^{*t}, \pi) \quad (2.23)$$

avec L_i^{*t} une classe t tirée aléatoirement pour l'individu i .

2 ETAT DE L'ART SUR L'APPLICACION DU MECD DANS LE DOMAINE DES SAEP

Les premières applications de la méthode des préférences déclarées se sont d'abord intéressées à certains aspects/dimensions de la performance des services d'eau, en mobilisant la méthode d'évaluation contingente classique ou séquentielle (en présentant à chaque fois une dimension de la performance) (Kwak et Russel, 1994 ; Laughland et al., 1996 ; Traoré, Amara et Landry, 1999 ; Genius et al., 2008 ; Beaumais et al., 2014). Ces approches supposent que la valeur attribuée à chaque dimension du service est indépendante des autres valeurs et que le montant du consentement à payer pour améliorer simultanément toutes les dimensions peut être estimé comme la somme de ces valeurs individuelles. Cependant, il peut exister un certain degré de substitution ou de complémentarité entre ces critères de performances, auquel cas la somme des valeurs liées aux critères ne sera pas égale à la valeur totale du programme. L'application de la MECD serait donc plus adaptée pour tenir compte des relations entre critères (Willis et al., 2005 ; MacDonald et al., 2010, Dauda et al., 2014).

2.1 Les différents travaux

L'expérience de choix est d'abord une procédure conçue pour générer un protocole d'enquête afin de révéler les préférences individuelles à travers un ensemble de scénarios hypothétiques alternatifs organisés comme des ensembles de choix qui seront présentés aux répondants cibles. Les applications de la MECD restent encore rares sur les questions de la performance des SAEP. Nous restituons succinctement dans ce qui suit ces différents travaux, en identifiant les éléments clés proposées par Hoyos (2010) pour la mise en œuvre de la MECD à savoir : sélection des attributs et définition de leurs niveaux, conception expérimentale et construction de l'ensemble de choix, conception du questionnaire et stratégie d'échantillonnage, et la méthode d'estimation économétrique pour l'analyse des données. Un tableau récapitulatif des études est fourni dans l'annexe (B.4). En complément, des conditions dans lesquelles s'est déroulée chaque étude (lieu, date, mode de gestion) y figurent comme les caractéristiques des évaluations (méthode utilisée, nombre d'observations, scénarios, etc.), et les méthodes économétriques de traitement de données et les valeurs de CAP.

En général, 4 catégories d'attributs sont mobilisées pour décrire les services d'eau et leurs performances. La première catégorie concerne la qualité de l'eau dont les deux principaux enjeux sont sanitaire (Brouwer et al., 2015 ; Dauda et al., 2014 ; Kanyoka et al., 2008) et organoleptique (Haider et Rasid, 2002). Pour la qualité sanitaire, les compositions chimiques et biologiques ainsi que la potabilité de l'eau sont les attributs qui reviennent souvent dans la littérature (Snowball, 2007 ; Willis et al., 2005). Probablement moins important que l'enjeu sanitaire, la qualité organoleptique apparaît peu même si le goût et la clarté de l'eau constituent deux importantes caractéristiques de la performance (ONEMA, 2014 ; Haider et Rasid, 2002). La deuxième catégorie des attributs les plus utilisés dans la littérature concerne la continuité du service (McDonald et al., 2010 ; Hensher et al., 2005 ; Willis et al., 2005). Deux mesures de la continuité sont souvent mobilisées : (i) une mesure par la pression au robinet (Dauda et al., 2014 ; Snowball et al., 2007 ; Willis et al., 2005) ; (ii) et une mesure par les interruptions du service (Dauda et al., 2014 ; McDonald et al., 2010 ; Hensher et al., 2005 ; Willis et al., 2005). Concernant ce deuxième type de mesure de la continuité, la durée, les fréquences et le nombre d'interruptions sont les 3 principales caractéristiques qui servent à évaluer la performance par rapport aux interruptions du service (ONEMA, 2014).

L'enjeu environnemental des SAEP concerne le troisième type d'attributs utilisé pour décrire la performance (Canneva et Guerin-Schneider, 2011). Très peu présent dans la littérature malgré la DCE de 2006 qui en fait une de ses principales prérogatives, la dimension environnementale de la performance des SAEP peut être matérialisée à travers les externalités de la gestion des SAEP sur le milieu naturel (Hope et Garod, 2004) ou sur le milieu urbain (Willis et al., 2005).

Enfin, nous pouvons regrouper dans une dernière catégorie, l'ensemble des attributs utilisés pour matérialiser le suivi du service tels que les informations délivrées à l'abonnée, le nombre de plaintes à l'égard du service, les délais de raccordement, etc.

2.2 Principaux résultats

Dans un contexte australien de rareté de la ressource en eau, Blamey et al. (1999) va être la première étude MCEd à aborder les services d'eau, en réponse à la demande de l'ACTEW (Australian Capital Territory Electricity and Water) soucieux de passer à une nouvelle gestion et offre du service face à l'augmentation exponentielle de la population de la ville de Canberra. En proposant 5 options de gestion du service décrite par 5 attributs non-monétaires (la quantité

d'eau disponible, la qualité de l'eau utilisée (recyclée ou non), l'état des milieux aquatiques, l'état de l'habitat animal et l'état de l'environnement urbain) et l'augmentation du coût annuel du service d'eau comme attribut monétaire, les auteurs ont trouvé que les usagers étaient prêts à payer en moyenne 19.22\$ par an pour un changement du service actuel vers l'une des 5 options proposées. On peut constater que dès cette première étude, l'environnement paraissait déjà comme l'un des critères importants du service du point de vue de l'utilisateur. Par ailleurs, les résultats de Blamey et al. (1999) montrent que les habitants de Canberra étaient prêts à payer plus pour la sauvegarde de l'état des milieux aquatiques (22.94\$/an) que pour éviter une diminution de la quantité d'eau qu'ils utilisent (7.16\$/an). Paradoxalement, ce sont bien les critères techniques de base du service d'eau qui seront mis en avant à la suite de ce premier travail réalisé en Australie.

Deux autres études MCED sont réalisées en Australie en 2005 sur les déterminants des services d'eau. La première a été conduite dans la capitale Canberra par Hensher et al. (2005) à la demande du même organisme ACTEW qui s'était entre temps fusionné avec le groupe privé AGL et devenu ActewAGL. Ils utilisent 2 types d'attributs, l'un lié à l'interruption du service d'eau potable (la fréquence, la durée, le moment de la journée, les notifications avant les interruptions et les informations durant les interruptions et le supplément de facture annuelle) et l'autre lié à l'interruption du service d'assainissement. Concernant le service d'eau potable, leurs résultats montrent que les répondants étaient prêts à payer pour une réduction du nombre et de la fréquence des interruptions (40.40\$). Plus intéressant ils trouvent que lorsque le nombre d'interruptions augmente, les ménages étaient moins prêts à payer pour une réduction. Ils expliquent ce résultat par la sensibilité marginale aux interruptions qui diminue avec le nombre des interruptions. La deuxième étude australienne de MacDonald et al. (2005) réalisée cette fois dans la ville d'Adelaïde va ajouter aux attributs liés aux interruptions, l'attribut « alternative proposée en cas d'interruption ». Cependant cet attribut n'est pas significatif selon leurs résultats et c'est toujours la fréquence d'interruption qui apparaît le plus préoccupante pour les ménages prêts à payer 15.40\$/an pour réduire ces interruptions. Toujours sur l'importance des interruptions du service dans les pays développés, Willis et al. (2005) ont estimé au Royaume-Uni (Yorkshire) que les ménages étaient disposés à payer 2.90\$/an de plus pour voir moins de 1000 ménages par an touchés par les interruptions du service. Par ailleurs ils trouvent que ce CAP varie avec le nombre d'interruptions du service déjà expérimentées (ce qui sont beaucoup touchés voulant payer le plus).

Toujours sur la continuité du service, 3 autres études sont réalisées dans les pays en développement avec l'utilisation des attributs liés aux interruptions. Ainsi, l'Afrique du Sud qui

présente également des conditions hydrologiques très contraintes dans certaines de ses régions, va être le terrain de 2 études. En s'adressant aux populations urbaines de Grahamstown West, Snowball et al. (2007) vont estimer le CAP des ménages pour éviter une défaillance du service due au vieillissement des infrastructures. Leurs résultats montrent qu'en réduisant de 50 le nombre de ménages expérimentant une interruption par année, le service d'eau de la ville de Grahamstown West peut augmenter le tarif du kilolitre d'eau de 0.018\$. Pour les populations urbaines qui expérimentent le plus l'interruption du service, Kanyoka et al. (2008) estiment que les ménages qui n'ont pas un robinet chez eux ont un CAP beaucoup plus élevé que ceux ayant déjà un robinet. Enfin, dans la ville de Damaturu au Nigéria où les populations expérimentent beaucoup un problème d'accès à l'eau potable (seulement 45 % de la population sont reliés au réseau), Dauda et al. (2014) estiment que les ménages étaient prêts à payer 2.63\$/mois de plus pour augmenter la régularité de l'offre d'eau du robinet.

Les travaux MCED ayant porté sur les services d'eau montrent que les ménages dans les pays en développement sont plus disposés à payer pour la continuité du service (régularité de l'offre) que les ménages dans les pays développés. Ce constat est logique étant donné que des efforts considérables restent à faire dans les pays en développement en ce qui concerne les infrastructures afin de permettre une connexion aux réseaux d'eau potable de plus de populations surtout dans les zones rurales, ce qui n'est pas le cas des pays développés où les taux de desserte frôlent les 100 %. A titre d'exemple, en France les efforts de raccordement de toute la population ont été faits depuis les années 1950 et le taux de desserte est d'aujourd'hui à plus de 95 % (Renaud et al., 2020 ; Pezon, 2000).

En fait, l'accès à l'eau potable n'est généralement pas qu'un problème de quantité dans les pays en développement dont certains sont dotés de ressources assez abondantes, mais plutôt un souci de qualité de l'eau consommée. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a estimé en 2004 que dans les pays en développement, 1.8 millions de personnes, dont une majorité d'enfants, meurent chaque année de maladies liées à la non-potabilité de l'eau consommée telles que la diarrhée et le choléra. De fait, l'autre critère du service d'eau qui a été abordé par les études MCED constitue la qualité de l'eau consommée par les ménages. Nam et Son (2005) ont estimé dans l'une des premières études MCED sur les pays en développement que les ménages de la ville de Ho-Chi-Minh (Vietnam) qui n'ont initialement pas accès à une eau du robinet (de moindre potabilité avec un coût du service faible) étaient prêts à payer en moyenne 5.16\$/mois pour avoir accès à une eau du robinet de bonne qualité. En utilisant le taux de bactérie dans l'eau comme attribut de la qualité de l'eau, Snowball et al. (2007) estiment que les ménages de Grahamstown West en Afrique du sud étaient prêts à payer 0.044\$ par kilolitre d'eau pour voir

le risque de maladie lié aux bactéries diminuer de « très élevé » à « très faible ». La réduction du taux de bactérie dans l'eau du robinet apparaît d'ailleurs comme la plus grande préoccupation des usagers selon la même étude. Si ce résultat n'est pas une surprise selon les auteurs, il montre cependant que ce qui motive les usagers à se raccorder au réseau d'eau potable reste avant tout la qualité de l'eau et non la quantité. Tout comme la qualité de l'eau est plus préoccupante pour les non-raccordés que les raccordés, elle est aussi plus préoccupante pour les populations rurales que les populations urbaines. Kanyoka et al. (2008) estiment que les populations rurales de Maruleng dans la province du Limpopo (Afrique du sud) étaient prêtes à payer mensuellement un montant de 1.4\$ pour avoir une qualité de l'eau améliorée. Plus récemment, dans leur étude réalisée au Nigéria, Dauda et al. (2014) montrent que les ménages de la municipalité de Damaturu étaient prêts à payer 6.9\$/mois pour une amélioration de la qualité de l'eau du robinet. Ce résultat rejoint notre point de vue sur les SAEP dans les pays en développement, c'est-à-dire que la qualité de l'eau reste plus préoccupante pour les usagers que la quantité et la continuité.

Si le risque lié à la qualité de l'eau est moins présent dans les pays développés présentant de très forts taux de conformité de l'eau du robinet (ONEMA, 2014), la qualité de l'eau a été tout de même abordée par les études MCED. Willis et al. (2005) trouvent par exemple que l'attribut sur la qualité biologique de l'eau du robinet présentait le plus faible CAP (0.32\$/an), ce qui suggère une confiance des usagers concernant la qualité biologique actuelle de leur eau du robinet. En revanche, la qualité organoleptique de l'eau n'y est pas toujours satisfaisante. Par exemple, Haider et Rasid (2002) ont fait une entrée sur la qualité de l'eau par le goût de l'eau dans une étude réalisée au Canada (Thunder Bay). Le goût étant lié à l'origine de l'eau, les auteurs vont utiliser comme scénarios à évaluer le changement de la source de prélèvement qui va entraîner soit une dégradation du service soit une amélioration du service. Ils trouvent que les usagers sont prêts à payer pour une amélioration du goût de l'eau mais cette volonté reste marginale par rapport à la volonté d'éviter une dégradation du goût. A notre connaissance, l'étude de Haider et Rasid (2002) reste la seule étude MCED sur les services d'eau à avoir utilisé le goût comme caractéristique du service. Pourtant l'état organoleptique de l'eau du robinet semble être la principale raison pour laquelle les usagers substituent l'eau du robinet par l'eau en bouteille. En France par exemple, selon une récente enquête nationale sur l'eau, 68 % des Français qui ne boivent pas de l'eau du robinet estiment que c'est parce qu'elle a un mauvais goût et 38 % disent substituer cette eau du robinet par l'eau de bouteille essentiellement pour cette même raison de goût (Baromètre CI-Eau, 2017).

Comme l'ont évoqué Haider et Rasid (2002), le goût de l'eau dépend beaucoup de la source de prélèvement. En fait plusieurs caractéristiques du service d'eau dont la qualité de l'eau dépendent de l'état de la ressource. Et à l'inverse, la gestion du service peut avoir un impact sur l'état de la ressource en particulier et sur l'environnement naturel en général.

Willis et al. (2005) vont utiliser « l'impact du service sur les milieux aquatiques que sont les rivières, les fleuves, les eaux de baignade » pour évaluer la dimension environnementale du service d'eau. Ils trouvent un bénéfice monétaire de 0.47\$/an lié à une réduction des incidents de pollution dus aux services d'eau. Plus intéressant comme résultat, le bénéfice lié à la qualité biologique et chimique de l'eau (0.38\$/an de bénéfices monétaires) lui est inférieur. On peut alors estimer que les attentes des usagers dans les pays développés vont au-delà de la performance technique.

3 LE CADRE EMPIRIQUE

La mise en application de la MECD dont les fondements théoriques ont été présentés dans la section 1 de ce chapitre repose sur une enquête auprès des usagers. Pour cette thèse, nous avons réalisé une enquête auprès des usagers de SAEP du département de la Gironde avec pour objectif de déterminer leur CAP pour le maintien à long terme de la performance de SAEP, mais aussi d'identifier les arbitrages que vont faire ces derniers entre les caractéristiques de cette performance.

La présente section est consacrée à la présentation du cadre empirique incluant le protocole de mise en place de la MECD, méthode retenue dans cette thèse pour l'évaluation de la performance de long terme des SAEP (*confer chapitres III et IV*). Nous présenterons dans un premier temps notre terrain d'étude qui n'est autre que le plus grand département de la France métropolitaine en termes de superficie, et qui offre un cadre idéal pour notre étude car faisant partie des territoires de France les plus concernés par les enjeux des SAEP liés aux changements globaux tels que le réchauffement climatique et la croissance de la population (Acclimaterra, 2018). Nous exposerons ensuite le questionnaire d'étude MECD. Enfin, nous expliciterons dans la dernière partie de cette troisième section, le protocole de collecte des données à savoir l'échantillonnage et le mode d'administration.

3.1 Présentation du terrain d'étude

Nous présentons dans ce qui suit, les caractéristiques géographiques, hydro-climatiques, socioéconomiques et les SAEP de la Gironde.

3.1.1 Organisation territoriale du département de la Gironde

Le département de la Gironde appartient à la plus grande région de France en termes de superficie, c'est-à-dire la région Nouvelle-Aquitaine (N-A). Plus grand département de la France métropolitaine avec une superficie de 9976 km² (Données INSEE, 2019), il est bordé à l'ouest par l'océan Atlantique et entouré de 4 autres départements de la région que sont le département des Landes au sud, celui de la Charente-Maritime au nord, celui de la Dordogne

au nord-est et celui du Lot-et-Garonne au sud-est (*annexe B.5*). En 2019, le département était composé de 538 communes avec pour préfecture Bordeaux (Données INSEE, 2019). Couvert entièrement par le bassin Adour-Garonne, la gestion des ressources souterraines profondes du département est règlementée depuis 2013 par un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, le SAGE Nappes Profondes de Gironde qui constitue le premier SAGE du territoire français exclusivement consacré aux eaux souterraines étant donnée la surexploitation de celles-ci (SMEGREG, 2020). Enfin, le département de la Gironde qui était composé au 1^{er} janvier 2017 de 28 EPCI¹³ (Etablissements Publics de Coopération Intercommunale) à fiscalité propre (ARS Gironde, 2017), offre un cadre idéal pour approcher les enjeux de long terme tels que la solidarité et le partage de coûts autour de la ressource en eau étant donné que cette ressource est gérée à l'échelle départementale par le SAGE Nappes profondes.

3.1.2 Contexte hydro-climatique du département de la Gironde

La région Nouvelle-Aquitaine à laquelle appartient notre terrain d'étude est très concernée par les enjeux liés au changement climatique. Selon les données de Météo France, sur la période de 1900 à 2006 le réchauffement climatique en France est estimé entre 1,1 et 1,65 (Le Treut, 2013). Cependant, on peut remarquer de réelles différences selon les zones sur la figure (II.3.1.2) et que le département de la Gironde fait partie des zones les plus marquées par le réchauffement climatique. S'appuyant sur les travaux du GIEC (Groupe International d'Etude sur le Climat), un rapport de l'Assemblée nationale sur la ressource en eau révèle que la région N-A sera très affectée par le dérèglement climatique sur les prochaines années avec la manifestation des précipitations intenses et des sécheresses longues (Morenas et Prud'Homme, 2018). Selon ce même rapport, à l'horizon 2050, le déficit en eau pourrait atteindre 50 % de la consommation actuelle dans le bassin Adour-Garonne. En termes de disponibilités de la ressource, la Gironde dispose de ressources diverses : fleuves (comme la Garonne), estuaires (comme l'Estuaire de la Gironde), rivières (comme la Dordogne), lacs (comme le lac de Cazaux) mais également des eaux souterraines. Ces dernières représentent plus de 96 % des 290 millions de m³/an de besoins en prélèvement en eau pour tous usages confondus estimés dans le département (SMEGREG, 2020 ; BRGM, 2018). Le futur contexte hydro-climatique fragile du département de la Gironde

¹³ Selon l'INSEE, les EPCI sont des regroupements de communes ayant pour objet l'élaboration de « projets communs de développement au sein de périmètres de solidarité ». Ils sont soumis à des règles communes, homogènes et comparables à celles de collectivités locales.

fait de ce territoire un terrain propice pour étudier les préférences des usagers pour la performance de long terme des SAEP.

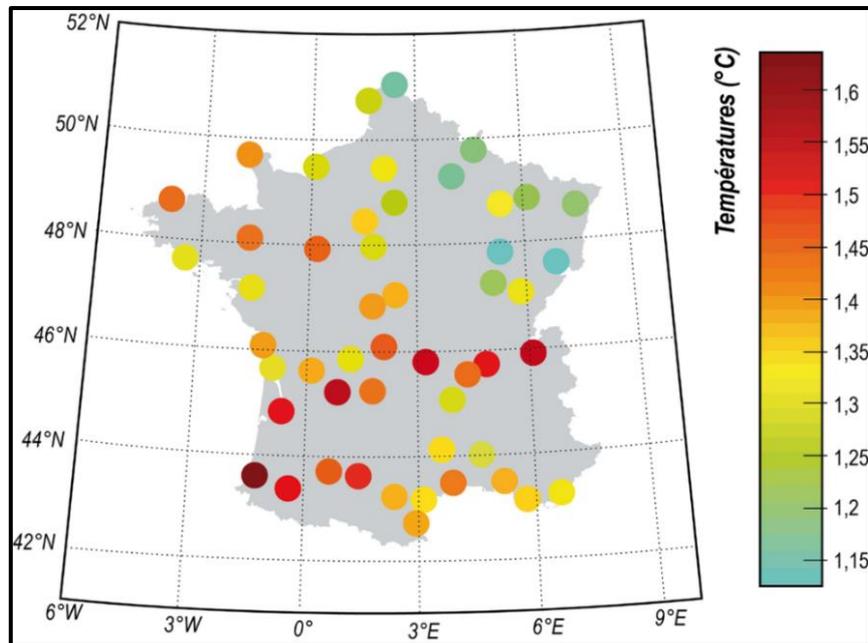


Figure II.3.1.2 : Changement climatique estimé en France (1900-2006), en différents site de mesure, sur la base des observations homogénéisées produites par Météo France (Source : Le Treut, 2013)

3.1.3 Démographie et activités économiques

De 1968 à 2018, la population girondine est passée de 1.009.390 à 1.601.845 habitants soit une évolution de plus de 60 % sur 50 ans (Données INSEE, 2021). La densité de 160,6 hab/km² est largement au-dessus de la moyenne nationale (105,5 hab/km²) et très marquée autour de la métropole de Bordeaux et sur le littoral atlantique ; le département de la Gironde représente à lui seul le quart de la population de la région Nouvelle-Aquitaine avec 704 479 ménages dont la taille moyenne est de 2,2 personnes (Données Insee, 2019). En se fiant toujours aux données de l'INSEE, on peut observer en 2018 que plus de 49 % des familles girondines n'ont pas d'enfant de moins de 25 ans et seulement 1,4 % des familles ont 4 enfants ou plus âgés de moins de 25 ans. Entre 2013 et 2018, cette population a observé une croissance à un taux annuel moyen de 0,4 % dont 0,3 % dû uniquement au solde naturel (Données INSEE, 2021). C'est donc une population qui se rajeunie et dont les origines sont diverses. La Gironde fait partie en effet des départements les plus caractérisés par l'immigration en France (figure II.3.1.3).

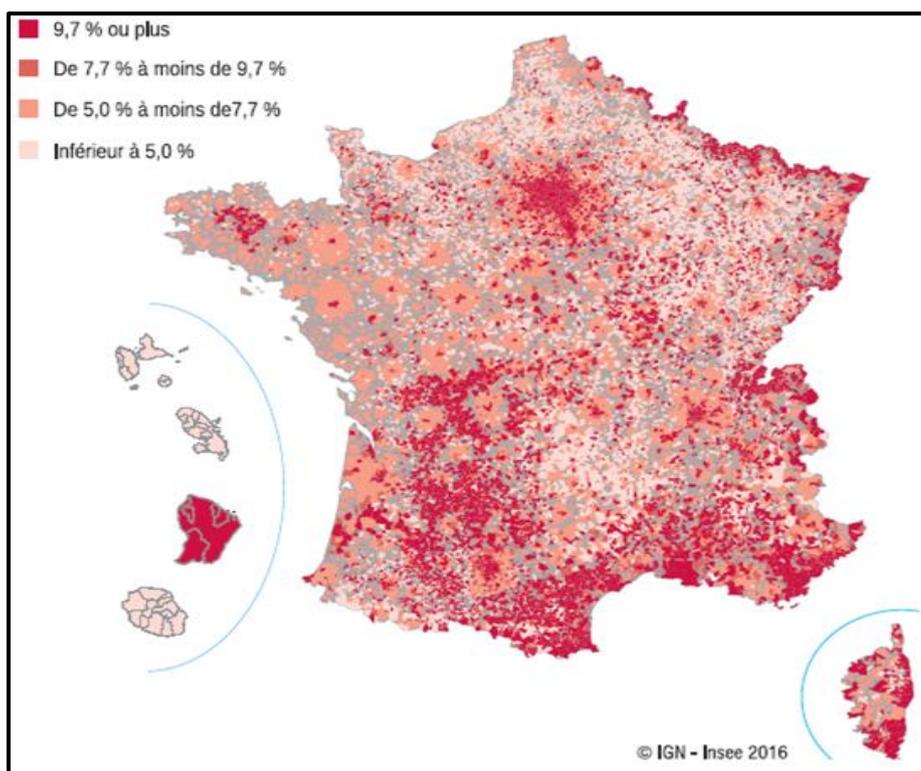


Figure II.3.1.3 : Taux d’immigration en France en 2016 (source : données INSEE, 2016)

La prépondérance des jeunes dans la population (36 % de la population a moins de 30 ans et près de 56 % a moins de 45 ans) s’explique logiquement par ce solde naturel positif mais également par l’attractivité du département pour les étudiants et les jeunes travailleurs. Selon l’INSEE, 3 principaux secteurs d’activités caractérisent ce département : l’agriculture (viticulture surtout, mais aussi sylviculture, ostréiculture et pisciculture) qui occupe ¼ du territoire, l’industrie (avec l’aéronautique, l’agroalimentaire, le papier-bois, etc.) et le tourisme (activités touristiques et de loisirs autour du bassin d’Arcachon par exemple). Le taux de chômage en 2018 est cependant légèrement plus élevé en Gironde par rapport à la moyenne nationale (9,5 % contre 9,1 %). Le taux de pauvreté s’établit à 12,6 % (inférieur à la moyenne nationale qui est de 14,8 %) avec un niveau médian du revenu disponible par unité de consommation qui est de 22400€/an (Données INSEE, 2019).

3.1.4 Les services d'alimentation en eau potable de la Gironde

En 2019, le département de la Gironde comptait 105 services d'eau potable desservant 538 communes (*annexe B.6*). Près de 48 % de ces services sont gérés par 92 communautés dont 48 % sont des communes, 26 % des SIVU (syndicat intercommunal à vocation unique), 16 % des SIVOM (Syndicat intercommunal à vocation multiple), 4 % des syndicats mixtes (Données SISPEA, 2019). Plus de la moitié des services d'eau en Gironde sont donc gérés par un regroupement de communes avec les enjeux de partage de la ressource et d'utilisation commune des infrastructures. En ce qui concerne le mode de gestion, les données SISPEA de 2019 montrent que 83,6 % des services d'eau girondins étaient en délégation de service public et seulement 16,4 % étaient en régie.

Le seul service d'eau de Bordeaux Métropole dessert plus de 100 000 hbts. Le territoire fait également partie des départements dont plus de 75 % de la population sont couverts en eau potable (ONEMA, 2018) avec une densité d'abonnés qui varie entre 3,81 ab/km² et 99,07 ab/km² (Renaud, 2020). C'est aussi un département qui possède l'un des linéaires de réseau d'eau potable les plus élevés de France (environ 18 424 km) (Cador, 2000).

En 2019, le prix de l'eau variait entre 1,14 €/m³ (S.I.A.E.A DE ST JEAN D'ILLAC MARTIGNAS) et 3,72 €/m³ (SIAEPA de la Région de Grignols et de Lerm et Musset) contre 4,14 €/m³ sur le plan national. Le taux de rendement du réseau de distribution le plus bas a été observé à Lanton (57,1 %) contre 99,7 % pour Captieux (Husson et al., 2020).

3.2 Présentation du questionnaire

3.2.1 Protocole de choix et construction de la question d'évaluation

La MECD repose sur une enquête auprès des usagers et dont le protocole expérimental peut être résumé en 5 étapes (Bateman et al., 2002) : (i) la sélection des attributs, (ii) la construction des plans d'expérience, (iii) la constitution des séries de choix, (iv) la question d'évaluation et (v) l'analyse économétrique. Nous nous intéresserons dans cette sous-section aux 4 premières, l'analyse économétrique faisant l'objet des prochains chapitres.

3.2.1.1 La sélection des attributs et de leurs niveaux

La sélection des attributs se fait généralement soit à travers une préenquête, soit à travers un focus group en concertation avec des experts du sujet, ou encore en combinant les deux méthodes (Bateman et al., 2002). Il est aussi important de se baser sur la littérature existante sur le sujet pour déterminer les attributs. Dans les règles de l'art, il est conseillé de ne pas aller au-delà de **6** attributs afin de ne pas rendre l'exercice trop difficile cognitivement pour les enquêtés qui ont tendance à ignorer certains attributs au-delà de ce nombre (Gordon et al., 2001). En revanche un nombre trop petit pourrait aussi ne pas suffire pour bien caractériser le bien ou service à évaluer. Ainsi le bon nombre d'attributs doit être compris entre **4** et **6** selon Bateman et al. (2002). Dans tous les cas, un attribut doit être mesurable, proche de la réalité et compréhensible pour le répondant auquel sera soumis le questionnaire d'évaluation (Ryan et Wordsworth, 2000). Les attributs doivent également correspondre à l'outil du gestionnaire du service/bien (à évaluer) afin que les scénarios issus de la combinaison des attributs puissent être réalisables (Bennett et Adamowicz, 2001). A l'issue d'un travail d'inventaire des études MECD ayant abordé la question de la performance des services d'eau potable, nous avons choisi de sélectionner les attributs en confrontant les manques relevés au niveau de la littérature à l'avis des experts de la gestion des services d'eau du laboratoire de recherche¹⁴ accueillant le projet d'étude dans lequel s'insère cette thèse (Rulleau et al., 2020 ; SMEGREG, 2018). Nous nous sommes également basés sur l'avis des praticiens des services d'eau potable venant des opérateurs privés et publics du département de la Gironde, terrain d'étude. L'apport principal de notre étude à la littérature existante réside dans l'élargissement des attentes des usagers par rapport à la performance des SAEP aux enjeux de long terme. Ainsi, nous posons le postulat que la performance de long terme des SAEP est composée de deux dimensions, une technique liée à la qualité de l'eau et à la continuité du service et une socio-environnementale liée à l'état de la ressource. **Quatre** attributs qualitatifs sont finalement retenus pour les représenter. **(i)** Le premier concerne la qualité de l'eau ; mais contrairement à la littérature qui utilise la qualité biologique ou sanitaire (Willis et al., 2005 ; Kanyoka et al., 2008 ; Dauda et al., 2014, etc..), nous nous intéressons à la **qualité organoleptique de l'eau (goût et couleur)** à l'instar de Haider et Rasid (2002). En France, une enquête nationale réalisée par le CIEau (Centre d'Information sur l'Eau) révèle que concernant la qualité de l'eau, c'est le goût et la couleur qui sont les plus préoccupants pour les usagers (Baromètre sur l'eau potable en France, CIEau

¹⁴ Le projet de recherche dans lequel s'insère notre travail est porté par l'équipe GPIE (Gestion Patrimoniale des Infrastructures liées à l'Eau potable) de l'INRAE (Institut National de recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement).

2018). Nous pensons en effet que malgré le niveau global actuel acceptable de la qualité organoleptique de l'eau du robinet, il est important d'inclure cette caractéristique dans notre évaluation étant donné que sur le long terme la raréfaction de la ressource pourra avoir pour conséquence un recours à des sources de prélèvement de moindre qualité organoleptique que les eaux profondes. (ii) le deuxième attribut concerne la continuité du service, plus particulièrement *la fréquence des coupures d'eau durant 12h et non programmées 24h à l'avance*. Comme le soulignent Willis et al. (2005), ce n'est pas tant la fréquence des coupures non-programmées qui affecte les usagers mais l'information sur ces dernières. Notre attribut précise ce fait. (iii) le troisième attribut relève de l'information délivrée sur le service que nous représentons par *le suivi des consommations et des fuites sur le réseau*. L'information sur le service est absente dans la littérature alors qu'elle est déterminante à la fois pour la relation avec les abonnés, pour le suivi des pertes et donc pour la préservation de la ressource. Le suivi annuel à travers la facture d'eau tel que proposé aujourd'hui ne semble pas suffisant pour sensibiliser les citoyens sur la durabilité du service (référence). (iv) Enfin le dernier attribut qualitatif a trait à *la préservation de la ressource* qui concerne à la fois les générations actuelles et futures. On estime qu'en absence d'une évolution de la gestion des services d'eau qui serait caractérisée par une plus grande protection de la ressource, on assistera à l'horizon 2050 à une très grande dégradation de cette dernière en Gironde, département appartenant à l'une des régions de France les plus exposées aux risques liés aux changements climatiques (Acclimaterra, 2018, Morenas et Prud'Homme, 2018).

A ces 4 attributs qualitatifs, nous ajoutons un attribut monétaire. Le choix du véhicule de paiement n'est cependant pas neutre sur l'évaluation (Rulleau et al., 2010 ; Dachary-Bernard, 2004 ; Bateman et al., 2002). S'il n'y a pas de règles précises, il doit néanmoins être réaliste et plausible (Bennet et Adamowicz, 2001) afin de permettre aux répondants de révéler leurs réelles préférences (Louvière, 1988). Pour notre étude, un arbitrage a été fait entre la facture d'eau et l'imposition locale (Bateman et al., 2002) comme véhicule de paiement. L'assiette fiscale n'étant pas forcément l'assiette des usagers du service d'eau, nous avons finalement retenu **une augmentation de la facture annuelle** d'eau.

Après avoir sélectionné les attributs, il faut déterminer leurs niveaux qui vont permettre de construire les alternatives et séries de choix (Bateman et al., 2002). Les niveaux des attributs ont été choisis en respectant des conditions d'objectivité, de crédibilité et de simplicité (Ryan et Wordsworth, 2000). Ils sont déterminés à partir d'une situation de référence qui caractérise

le maintien de la gestion actuelle des services d'eau potable. Notons qu'à la différence de ce qui se fait généralement dans la littérature, notre scénario de référence est aussi hypothétique comme les autres alternatives et ne correspond pas complètement à la situation actuelle de la performance des SAEP en Gironde. Ceci est dû à une particularité de notre étude qui est que nous inscrivons la performance dans le long terme et que sur le long terme il est attendu une dégradation de la performance si la gestion des SAEP n'évolue pas. A partir de la référence hypothétique caractérisée par un mauvais goût et une coloration de l'eau, des coupures d'eau de 12h non programmées 24h à l'avance qui surviendraient une fois tous les ans, un suivi annuel des fuites et consommations à travers la facture d'eau, une faible préservation de la ressource et une augmentation annuelle de la facture d'eau de 5€ par an (correspondant à l'augmentation de la facture d'eau annuelle sur les 10 dernières années en Gironde); des niveaux supplémentaires sont ajoutés comme une amélioration de la gestion actuelle des services d'eau. Selon les recommandations de Bateman et al., (2002) qui estiment qu'au-delà de 4 niveaux l'exercice d'évaluation devient difficile pour le répondant, nous avons en plus de la situation de référence retenu deux niveaux pour les attributs non monétaires et cinq niveaux pour l'attribut monétaire.

Les attributs et leurs niveaux sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II.3.2.1.1 : Attributs et niveaux de la performance de long terme des SAEP

Attributs	Niveaux	
Gout et couleur de l'eau	1	Eau chauffée : risque de mauvais goût / Linge : risque de traces
	2	traces
	3	Eau chauffée : risque de mauvais goût / Linge : pas de traces Eau chauffée : pas de goût / Linge : pas de traces
Coupures d'eau	1	Une fois tous les ans
	2	Une fois tous les 2 ans
	3	Une fois tous les 5 ans
Suivi des consommations et des fuites	1	Suivi annuel
	2	Suivi journalier
	3	Suivi quasi-instantané
Préservation de la ressource	1	Préservation faible
	2	Préservation moyenne
	3	Préservation forte
Augmentation moyenne annuelle de la facture d'eau	1	+ 5€
	2	+ 25€
	3	+ 45€
	4	+ 65€
	5	+ 85€
	6	+ 105€

3.2.1.2 La construction des plans d'expérience

La deuxième étape de la mise en place d'un MECD consiste à combiner les niveaux des attributs pour former des alternatives (Holmes et Adamowicz, 2003). Deux procédures sont généralement proposées dans la littérature :

- **La génération factorielle complète** (*Full Fractional Design*) qui consiste à générer l'ensemble des alternatives possibles (Bennett et Adamowicz, 2001). Lorsqu'on fait face à A alternatives, M attributs et N niveaux on aura potentiellement N^{MA} scénarii possibles. Le nombre de scénarii peut donc très vite devenir ingérable si le nombre de niveaux ou d'attributs est trop grand

- **La génération factorielle partielle** (*Partial Fractional Design*) qui permet de générer un nombre efficient (maximisant la D-efficiency ou minimisant la D-error) d'alternatives sans pour autant perdre de l'information (Kuhfeld, 2000 ; Zwerina et al., 1996). La génération factorielle des alternatives est dite efficiente lorsque les expériences générées par le processus de génération sont orthogonales (indépendantes entre elles) et optimales.

Pour des raisons pratiques, la génération factorielle partielle est généralement préférée à la génération factorielle complète (Kuhfeld, 2000). En effet, avec la factorisation complète, le nombre de séries de choix peut devenir très élevé et il devient inenvisageable de toutes les présenter à un répondant. Dans notre cas, la factorisation complète conduit à un nombre trop élevé de scénarii [$(3^4 * 6^1)^2 = 236196$]. Si la factorisation partielle permet de réduire le nombre de séries de choix afin de le rendre raisonnable, elle entraîne une perte d'information sur les scénarii étant donné la segmentation qu'elle implique (Kuhfeld, 2000). Des logiciels à l'instar de **NGENE** ont été conçus afin de générer partiellement les séries de choix tout en minimisant la perte de l'information : on parle de rendre la génération efficiente. Ce logiciel a été utilisé afin de réaliser un processus de *génération factorielle partielle efficiente* qui permet de minimiser les écart-types des paramètres à estimer. La mesure de l'efficacité peut se faire à travers la « *A-error* » ou la « *D-error* » (Huber et Zwerina, 1996). Dans notre cas, le choix a été fait en sélectionnant le design avec le plus petit *D-error* généralement préféré à la mesure du *A-error* (Dachary-Bernard, 2004). Selon Huber et Zwerina (1996), **4** critères permettent de minimiser la *D-error* :

- **L'orthogonalité** : les attributs ne doivent pas être corrélés et les niveaux d'un attribut ne doivent pas dépendre des niveaux d'un autre.
- **L'équilibre en utilité** : les alternatives d'une même série de choix doivent procurer le même niveau d'utilité et avoir en conséquence une probabilité identique d'être choisies.
- **L'équilibre en niveau** : les niveaux des attributs doivent être présentés avec la même fréquence.
- **L'écart minimal** : la probabilité que le niveau d'un attribut soit proposé plusieurs fois dans une même série de choix doit être le plus petit possible.

3.2.1.3 Constitution des séries de choix

A la suite de la génération des alternatives, elles sont regroupées en séries de choix (*choices tasks*). Carson et al. (1998) estiment que le nombre efficace d'alternatives à proposer dans une série de choix est de **4**. Plus il y a d'alternatives plus il y a de chances pour qu'une alternative corresponde aux vraies préférences des individus ; la variance du terme d'erreur diminue donc avec le nombre d'alternatives. Cependant, au-delà d'un certain seuil, elle augmente de nouveau en raison de la difficulté cognitive des choix. Ce qu'il faut retenir c'est qu'il existe une relation en *U* entre la variance du terme d'erreur et le nombre d'alternatives par série (Caussade et al., 2005).

De même, le choix du nombre de séries de choix à présenter aux répondants n'est pas aléatoire. Plus il est grand, plus il y a des risques que les répondants choisissent de manière systématique toujours le même scénario afin de s'affranchir de l'exercice de choix (Hensher et al., 2001). Cependant, les mêmes auteurs estiment que **4** séries de choix n'entraînent pas une variabilité suffisante des réponses. Selon les recommandations de Adamowicz et al. (1998), les questionnaires efficaces contiennent habituellement moins de **8** séries de choix par répondant. Finalement, nous retenons **15** séries de choix de **2** alternatives (plus la situation de référence), divisées en **3** blocs de **5** séries de choix par répondant. L'usage de blocs permet d'éviter au répondant une suite trop longue de séries de choix qui pourrait favoriser la fatigue mentale ou l'effet d'apprentissage chez ce dernier (Bateman et al., 2002).

3.2.1.4 La question d'évaluation et la technique du split-sample-test

A la suite de la constitution des séries de choix, intervient la question d'évaluation qui va permettre d'estimer les CAP des répondants. Pour notre étude, une série de choix est présentée comme trois scénarii distincts proposés au répondant, dont la situation de référence, identique pour toutes les séries de choix. Ainsi, un répondant doit choisir l'option qu'il préfère parmi les trois proposées.

Avant de présenter les séries de choix aux enquêtés, il est indispensable d'expliquer, de décrire le plus clairement possible l'exercice de choix afin d'aider ceux-ci à faire des choix qui reflètent vraiment leurs préférences (Bateman et al., 2002). Ceci consiste à annoncer les objectifs des programmes aux répondants, à décrire ensuite la situation initiale du bien/service à évaluer et à enfin présenter les programmes comme des changements d'état (qualité ou quantité) par rapport

à la situation initiale (Randall et Hoehn, 1996). L'explication de l'exercice de choix est présentée dans l'encadré **(II.3.2.1.4)**.

Afin de rendre l'exercice de choix plus facile à réaliser et d'objectiver les scénarios, les niveaux d'attributs sont illustrés par des icônes (Bateman et al., 2002). Pour chaque *choice set* contenant chacun 3 options de choix, la question suivante est posée : « *Quelle est l'option que vous préférez ?* », le répondant devant alors cocher l'option souhaitée. Un exemple de série de choix est présenté dans la figure **(II.3.2.1.4)**.

De plus, la question d'évaluation de notre étude est présentée de 3 manières aux répondants. La distinction réside dans l'horizon de temps de gestion des SAEP (10/30/50) que les répondants doivent considérer dans la formation de leurs choix et préférences. Cette différenciation de la question d'évaluation nous permettra d'étudier les différences en préférences liées à la dimension temporelle de la gestion des SAEP. Ce type d'analyse comparative de sous-échantillons appartient à la méthodologie du *split-sample-test* (Swait et Louviere, 1993). Dans la littérature économique, cette méthodologie est généralement mobilisée pour valider ou infirmer une hypothèse donnée (Lusk, 2003) ; comparer deux groupes ou deux méthodologies (Blamey et al., 2000 ; Swait et Louviere, 1993) ; ou tester l'effet d'un traitement (ajout d'information par exemple) sur un échantillon donné (Rambonilaza et Brahic, 2016 ; Latinopoulos et al., 2018).

Les versions ont été distribuées de manière aléatoire aux enquêtés. L'échantillon total des répondants est ainsi divisé en 3 sous-échantillons à effectifs égaux (300 individus par version).

Les collectivités publiques envisagent de faire évoluer leur gestion des infrastructures d'eau potable (canalisations, branchements, pompes...). Il y a deux raisons principales à cela :

1. Pour remédier à leur mauvais état
 - ➔ Souvent synonyme de coupures d'eau non prévisibles chez les habitants, pertes en eau potable, risques de dégradation de la qualité de l'eau, etc.
 - ➔ Des conséquences qui devraient encore augmenter dans le futur
2. Pour faire face aux effets du changement climatique
 - ➔ Qui peut faire diminuer la qualité et la quantité des eaux disponibles dans la nature pour s'approvisionner en eau potable

Pour maintenir un service d'eau performant sur le long terme, votre commune devra donc faire des choix parmi les axes suivants :

- Maintenir la qualité organoleptique de l'eau (goût et couleur)
 - ➔ Aujourd'hui, l'eau du robinet est claire et agréable à boire, quelle que soit sa température, mais elle pourrait dans les 10/30/50 prochaines années avoir mauvais goût dès lors qu'elle est chauffée, voire laisser des traces sur le linge en raison de sa couleur.
- Essayer de limiter les coupures d'eau non programmées
 - ➔ Aujourd'hui, les coupures de plus de 12 h non prévues au moins 24 h à l'avance arrivent en moyenne une fois tous les 5 ans. Elles pourraient dans les 10/30/50 prochaines années être plus fréquentes et survenir une fois tous les 2 ans voire une fois par an.
- Maîtriser la consommation et les fuites d'eau chez les habitants
 - ➔ Aujourd'hui, le compteur d'eau est relevé une fois par an, ce qui ne permet pas de suivi des consommations. La généralisation des compteurs intelligents pourrait permettre dans les 10/30/50 prochaines années d'avoir un suivi journalier voire d'un suivi en temps quasi-réel de la consommation du foyer et de mettre en place des alertes sur les fuites et donc d'éviter les gaspillages
- Préserver les ressources naturelles en eau
 - ➔ Aujourd'hui, la grande majorité de l'eau utilisée pour l'eau potable en Gironde provient des nappes souterraines. Il pourrait être nécessaire dans les 10/30/50 prochaines années d'avoir recours à des eaux de surface voire de créer des doubles-réseaux : l'eau souterraine pour les usages alimentaires et l'eau de surface pour les autres usages (arrosage du jardin, lavage de la voiture...).

Ces choix engendrent des augmentations du prix de l'eau qui sont variables.

Dans les 5 pages qui suivent, nous allons vous présenter 3 options présentant les choix possibles de gestion du service d'eau de votre commune dans les 10/30/50 prochaines années.

Pour chaque page, vous devrez choisir l'option que vous préférez.

L'option C correspond à un maintien de la gestion actuelle. Son coût correspond donc à l'augmentation moyenne de la facture d'eau sur les 10 dernières années en Gironde (5 €).

Tout ce qui n'est pas mentionné dans les options restera identique à ce qu'il est aujourd'hui (pression et qualité sanitaire de l'eau distribuée par exemple).

Attention :

- ➔ Dans ce genre d'enquête, vous pouvez avoir tendance à surestimer ce que vous êtes vraiment prêt à payer. Il faut donc vous projeter dans la situation, considérer que le paiement est bien réel et penser que l'argent que vous dépenseriez en choisissant une option est de l'argent dont vous ne disposeriez plus pour vos autres dépenses.

Enfin, soyez attentif, chaque page est différente des autres.

Pour mémoire, la part « eau potable » de la facture d'eau coûte en moyenne 230 € par ménage en Gironde.

Encadré II.3.2.1.4 : Explication et description de l'exercice de choix

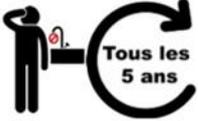
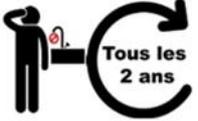
Quelle est l'option que vous préférez ?						
	Option A		Option B		Option C	
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : risque de mauvais goût 	Linge : pas de traces 	Eau chauffée : risque de mauvais goût 	Linge : risque de traces 	Eau chauffée : risque de mauvais goût 	Linge : risque de traces 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 5 ans		 Tous les 2 ans		 Tous les ans	
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi journalier 		Suivi quasi-instantané 		Suivi annuel 	
Préservation des eaux souterraines	Préservation forte 		Préservation faible 		Préservation faible 	
Augmentation moyenne de la facture	 + 85€		 + 25€		 + 5€	
Votre choix	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figure II.3.2.1.4 : Exemple d'une série de choix

3.2.2 Les autres parties du questionnaire

Le questionnaire de collecte des données constitue un élément clé de la mise en place d'une étude MECD (Bennet et Blamey, 2001, Willis et al., 2000). Nous présentons dans cette sous-section les différentes parties de notre questionnaire dont un exemplaire se trouve en annexes. De manière générale, les questionnaires d'une méthode directe d'évaluation économique se composent de 5 grands blocs dont une présentation du thème (projet), un bloc concernant les questions attitudinales, un bloc de questions particulières à l'objet d'étude, les scénarios d'évaluation et les questions de suivi, et enfin les questions liées aux caractéristiques socioéconomiques (Bateman et al., 2002 ; Pearce et al., 2002). Nous présentons dans ce qui suit les grandes parties de notre questionnaire autres que la question d'évaluation qui a été présentée dans la section précédente. Il s'agit de :

- La présentation du sujet d'étude
- Des questions attitudinales
- Des questions liées aux SAEP (connaissance du service et de son fonctionnement, consommation et usages de l'eau, perception de la performance, prix...)
- Les questions de suivi
- Des questions relatives aux caractéristiques socioéconomiques

3.2.2.1 Présentation du sujet d'étude

En introduction du questionnaire, le répondant est emmené à prendre connaissance du sujet d'étude et le temps moyen nécessaire pour répondre. Cela prépare le répondant à traiter et comprendre les questions à suivre en tenant compte du contexte et des enjeux de l'étude (Bateman et al., 2002). Principalement, cette introduction annonce les objectifs du questionnaire et les attentes par rapport au répondant.

Le texte présentant notre questionnaire est le suivant :

« Bonjour,

Le questionnaire qui suit porte sur le thème de l'eau potable.

Il vise à mieux comprendre vos usages de l'eau et les compromis que vous seriez prêt à faire à l'avenir pour le maintien d'un service d'eau de qualité dans un contexte de changement climatique.

Le questionnaire est relativement long mais vos réponses aideront les chercheurs à formuler les meilleures hypothèses pour les futurs services de gestion de l'eau potable.

Merci par avance pour vos réponses. »

3.2.2.2 Les questions attitudinales : Mesurer les motivations sociales

Dans les questionnaires d'évaluation économique par les méthodes de préférences déclarées, les questions attitudinales ont pour rôle d'impliquer le répondant dans l'étude, de l'inciter à réfléchir sur ses préférences concernant le bien/service et d'acquérir des informations permettant de valider *a posteriori* les estimations obtenues (Bateman et al., 2002). Elles permettent aussi d'identifier le comportement des individus interrogés vis-à-vis de la problématique liée au bien/service (Pearce et al., 2002).

Le premier groupe des questions attitudinales de notre questionnaire concerne l'appréciation des niveaux de performance actuelle et future des SAEP, ainsi que la satisfaction par rapport à certains critères de performance des SAEP. Un deuxième groupe identifie la position et le comportement des enquêtés vis-à-vis de certains enjeux concernant les SAEP à savoir le renouvellement des infrastructures, les économies d'eau et l'évolution du prix.

Enfin, deux groupes de questions attitudinales cherchent à identifier le degré d'altruisme et le degré d'impatience des répondants, deux motivations sociales dont l'évaluation de leur impact sur les préférences constitue l'un des principaux questionnements de cette thèse. En effet, depuis l'article séminal de Becker (1974) sur les interactions entre agents économiques, le rôle important des motivations sociales telle que l'altruisme dans les choix et préférences individuels a été unanimement reconnu par la communauté scientifique, avec un nouvel intérêt pour la psychologie et la philanthropie comme champs d'études économiques (Kahneman et Tversky, 1979 ; Andreoni, 2006). Sur le front théorique, la modélisation de l'altruisme sous toutes ses formes s'est basée sur l'introduction d'un terme dédié dans la fonction de demande individuelle des agents économiques (Andreoni, 1989 ; Andreoni, 1990 ; Cornes et Sandler, 1996 ; Czajkowski et al., 2017, etc.). La littérature économique distingue globalement 6 types d'altruisme : **l'altruisme pur** en opposition à **l'altruisme impur**, **l'altruisme local** en opposition à **l'altruisme global** et **l'altruisme paternaliste** en opposition à **l'altruisme non-paternaliste** (Andreoni, 1989 ; Andreoni, 1990 ; McConnell, 1997 ; Johansson, 1995). Les deux premières catégories sont liées à l'utilité des individus. Ainsi, on parle **d'altruisme pur** lorsque l'action de donner ou de payer pour les autres ne procure aucune utilité à l'individu au

contraire de **l'altruisme impur** qui génère des bénéfices personnels (le cas du *Warm-Glow* d'Andreoni (1990) ou du *Social norms* de Nyborg (2003)). **L'altruisme global** par opposition au **local** se manifeste envers tout le monde et non uniquement envers les proches directs (famille, amis) (Lee et Chung, 2012). Enfin, l'altruisme peut être défini en fonction du bien ou service pour lequel il s'exprime. On distingue alors **l'altruisme paternaliste** qui concerne spécialement un bien ou service donné de **l'altruisme non-paternaliste** qui s'étend à tous les biens et services possibles (Jacobsson et al., 2007). D'autres formes d'altruisme peuvent également être rencontrées dans la littérature économique : **intergénérationnel, intéressé**, etc. (Becker, 1974 ; Desaigues et Point, 1993 ; Wolf, 2010 ; Ballet, 1998). Le premier concerne les préoccupations de la génération actuelle envers les générations futures alors que le second apparaît lorsque le bien/service concerné présente une valeur d'option dans le temps. Tous deux sont en fait liés au rapport avec le temps des agents économiques.

Depuis le travail de formalisation de Samuelson (1937), l'une des plus grandes préoccupations de la théorie du consommateur constitue la capacité à intégrer le facteur temps dans l'analyse des préférences. Les décisions des agents se faisant en réalité sur plusieurs années (Frederik et al., 2002), il est important de prendre en compte le paramètre temporel dans l'analyse de la demande. Plusieurs économistes ont abordé cette question dont Friedman (1970) avec sa fonction de consommation intertemporelle dont l'idée est que le consommateur lisse sa consommation sur plusieurs périodes (le présent et le futur). Dans ce cas, les décisions présentes ont un effet sur les consommations futures et il n'est plus acceptable de faire l'analyse de la demande sur une seule période. Becker (1965) a quant à lui introduit le temps dans la fonction de demande en considérant ce paramètre comme l'un des inputs de l'utilité des consommateurs (le cas du loisir dont le coût est en fait celui du temps qui lui est consacré). En matière environnementale, et dans le domaine des biens et services publics en particulier, la question du temps devient encore plus incontournable étant donné que sur long terme, les bénéfices et coûts concernent plusieurs générations et que certains dommages causés à l'environnement peuvent être irréversibles (Chevassus-au-Louis et al., 2009). Le problème qui se pose généralement est que les dommages causés à l'environnement sont souvent collectifs et intertemporels alors que les bénéfices environnementaux sont souvent individuels et temporaires (Chevassus-au-Louis et al., 2009). Les préférences environnementales ne peuvent donc pas être traitées à l'écart du rapport avec le temps des agents économiques.

Dans notre questionnaire, les questions attitudinales sont construites autour de ce qu'on appelle les items à *échelles de Likert* (Likert, 1932 ; Thurstone, 1927). L'usage d'items à *échelles de*

Likert permettra de construire des indicateurs pouvant prendre en compte les intercorrélations entre les différents traits psychométriques.

3.2.2.3 Questions liées aux SAEP

Les questions relatives à la gestion des SAEP et à leurs performances concernent d'une part le mode de gestion et d'autre part les critères de performances. On retrouve ainsi des questions liées au type de ressource exploitée pour l'eau du robinet, à l'organisme gestionnaire des SAEP. Elles permettent de tester la connaissance qu'ont les usagers de leur SAEP ainsi que leurs souhaits concernant les orientations de ces services locaux.

Dans le cadre particulier de notre étude qui inscrit la gestion des SAEP dans le long terme, nous avons introduit dans le questionnaire des questions liées au futur service d'eau. Deux aspects nous intéressent particulièrement. Il s'agit de la perception du niveau de performance future des SAEP et de l'état futur des infrastructures, tous deux en comparaison avec la situation actuelle. Il faut également noter la présence d'une question liée à la résidence future des répondants dans leur commune actuelle. Celle-ci permet de s'assurer que les enquêtés peuvent se prononcer sur la gestion de leur service d'eau local dans le long terme.

Comme souvent dans les enquêtes nationales¹⁵ concernant les services d'eau, nous consacrons une partie de notre questionnaire au prix de l'eau. Les thèmes abordés sont l'information autour du prix à travers la connaissance du RPQS (Rapport sur le prix et la qualité du service), le montant de la facture d'eau et la composition du prix. Des questions attitudinales concernant l'évolution de ce prix pour les prochaines années sont également incluses.

3.2.2.4 Questions de suivi

Enfin pour valider les estimations issues des choix des scénarios, des questions de suivi sont introduites juste après les séries de choix. Elles concernent la validité des choix (Caputo et al., 2014 ; Caputo et al., 2018 ; Scarpa et al., 2013), la difficulté des choix, la lexicographie des choix (Hensher et al., 2005 ; McIntosh and Ryan, 2002 ; Rosenberger et al., 2003), la faisabilité des programmes, la confiance des répondants en la capacité du service d'eau à mettre en place

¹⁵ Enquêtes de l'INSEE, baromètres du Centre d'Information sur l'Eau (CI-Eau)

ces programmes, mais surtout le choix des alternatives et du statu quo (Meyerhoff and Liebe, 2009).

Concernant la validité des choix, il peut arriver que les répondants d'une étude MECD ignorent certains attributs en effectuant leurs choix : c'est ce qu'on appelle un biais de *Non-Attendance* des attributs (Caputo et al., 2014). Or, comme l'ont souligné Campbell et al. (2008), le biais de *Non-Attendance* a pour conséquence une violation de l'axiome de continuité de l'utilité et implique une situation de non-compensation entre attributs, situation qui ne peut être représentée par une fonction d'utilité conventionnelle (Scarpa et al., 2009 ; Hensher et al., 2005). Le comportement de *Non-Attendance* des attributs n'est pas loin de la situation des choix/préférences lexicographiques en termes de violation du principe de compensation entre les attributs. Les préférences lexicographiques surviennent lorsque certains attributs présentés aux répondants d'une enquête MECD sont plus importants que d'autres à leurs yeux (Campbell et al., 2006 ; Hensher et al., 2005). Afin de contrôler ces deux biais, nous avons introduit dans notre questionnaire une question concernant l'importance des attributs (*confer question Q.31 du questionnaire*).

La difficulté des choix est généralement liée à un biais d'hypothèse « *hypothetical bias* » (Hensher, 2010). Le biais d'hypothèse est lié au fait que, contrairement aux études par la méthode des préférences révélées, les études par les préférences déclarées dont les études MECD présentent aux répondants des marchés hypothétiques (Fifer et al., 2014 ; Johansson-Stenman et Svedsäter, 2008). Pour contrôler ce biais nous avons introduit dans notre questionnaire des questions concernant la difficulté des choix, mais aussi des questions concernant la faisabilité des programmes et la confiance en la capacité des services qui contribuent à ce que les répondants croient au marché hypothétique qui leur est présenté.

Enfin, concernant le choix du statu quo, il est important de distinguer les *vrais zéros* des *faux zéros*. Alors que les premiers sont liés à un biais de statu quo (c'est-à-dire que les individus accordent naturellement plus d'importance à la situation actuelle), les faux zéros sont liés à un biais de protestation (souvent dû au refus de payer) (Meyerhoff and Liebe, 2009 ; Samuelson and Zeckhauser, 1988).

3.2.2.5 Les caractéristiques socioéconomiques

Dans les enquêtes MECD, les caractéristiques socioéconomiques servent à apprécier la représentativité de l'échantillon (Bateman et al., 2002) et à examiner la conformité du CAP

avec la théorie (Pearce et *al.*, 2002). Par exemple, en ce qui concerne les signes et l'ordre de grandeur des coefficients estimés, une caractéristique comme le niveau de revenu permet de vérifier la nature du bien/service dans le sens microéconomique du terme. Dans cette thèse, elles vont surtout aider à comprendre et expliquer les hétérogénéités de préférences liées au bien/service évalué. Les questions liées aux caractéristiques socioéconomiques posées à nos répondants concernent :

- Leur sexe, année de naissance, commune de résidence
- Leur niveau d'éducation, leur situation professionnelle, leur activité professionnelle
- Leur statut de résidence et leur type de résidence
- Leur ménage à savoir le nombre de personnes, l'année de naissance du plus âgé et du plus jeune, la sensibilité à la qualité de l'eau et aux coupures étant donné l'âge ou la santé d'un membre du ménage, les ressources mensuelles nettes
- L'usage de techniques alternatives (puits, forages, eaux de pluies et récupération des eaux usées)

Il est conseillé de placer ces questions liées aux caractéristiques socioéconomiques à la fin du questionnaire juste après les questions d'évaluation (Bateman et *al.*, 2002).

3.3 Collecte des données

Deux choses sont incontournables à propos des individus à interroger pour une étude MECD : (i) définir la population-mère (Champ, 2003) et (ii) définir la taille de l'échantillon (Bateman et *al.*, 2002). Lorsque l'on cherche à estimer des valeurs de non-usage (qui existent également pour les services d'eau), la définition de la population mère requiert plus d'attention (Bontems et Rotillon, 1998). Concrètement, la population-mère doit être affectée par le bien/service, autrement dit en recevoir les bénéfices (Bateman et *al.*, 2002), et lui accorder de la valeur (Pearce et *al.*, 2002). Les SAEP concernent les ménages dans leur ensemble en incluant également les ménages qui font exclusivement recours à une ou plusieurs techniques alternatives aux réseaux collectifs d'eau potable (puits, forages, etc...). Notre population-mère est donc l'ensemble des ménages girondins dont l'effectif était estimé à 704 479 en 2019, et pas uniquement ceux qui sont abonnés au service local de distribution d'eau potable. L'échantillonnage a été réalisé de manière aléatoire conformément aux recommandations du panel NOAA (Arrow et *al.*, 1993). L'échantillon retenu est composé de **900** individus résidents

dans le département de la Gironde et répondant au nom de leur ménage. Cet effectif est suffisant pour pouvoir généraliser les résultats de l'étude à l'ensemble de la population ciblée (Pearce et al., 2002).

L'administration du questionnaire a été réalisée en ligne entre juillet et août 2019 par une société spécialisée dans les enquêtes. Ce mode de passation présente certains avantages par rapport au face-à-face. Au-delà du gain de temps et de la minimisation du coût de l'enquête, l'absence physique de l'enquêteur réduit considérablement les biais liés à ce dernier tel que le *yea-saying*¹⁶ (Bateman et al., 2002). Il présente également un avantage par rapport à l'administration par téléphone. En effet, il permet d'utiliser des aides visuelles (Bonnieux et Desaignes, 1998), telles que des photographies, pour décrire les attributs. Ce mode d'administration n'est toutefois pas exempt de biais ; il entraîne des comportements stratégiques (Bonnieux et Desaignes, 1998). Pour réduire ce biais, nous avons présenté les questions de manière séquentielle de telle sorte que le répondant n'ait pas accès à la totalité du questionnaire.

¹⁶En pratique, ce biais survient lorsque les enquêtés acceptent de payer, non pas en raison de leurs préférences, mais parce qu'ils sont influencés par l'enquêteur (Bennett et Blamey, 2001) ou le commanditaire de l'étude (Bateman *et al.*, 2002).

4 STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET QUALITE DES DONNEES

4.1 Typologie des services d'eau

Les 538 communes de la Gironde peuvent être catégorisées selon le type de réseau qui dessert les communes. Il est difficile de trouver dans la littérature une catégorisation consensuelle des réseaux d'eau potable. Parmi les critères utilisés, on peut citer la densité du réseau, le nombre d'abonnés, le linéaire du réseau, ou encore l'indice linéaire de consommation (ILC) (Renaud, 2020). Nous avons choisi d'utiliser l'ILC défini comme le rapport entre le volume d'eau consommé (i.e le volume comptabilisé domestique et non domestique, le volume consommé sans comptage, le volume consommé par le service et le volume exporté) et le linéaire de réseau (hors branchements) sur une année (365 jours) (Données SISPEA, 2016). Le choix de l'ILC est pertinent car cet indicateur permet de mobiliser la classification adoptée par les 3 plus grands opérateurs de service d'eau en France, VEOLIA, SUEZ et la SAUR, pour distinguer les types de réseau d'eau : (i) ceux de « type rural » lorsque l'ILC est inférieur ou égal à $10 \text{ m}^3/\text{Km}/\text{jr}$, (ii) ceux de type intermédiaire lorsque l'ILC est compris entre $11 \text{ m}^3/\text{Km}/\text{jr}$ et $30 \text{ m}^3/\text{Km}/\text{jr}$ et (iii) ceux de « type urbain » lorsque l'ILC est supérieur à $30 \text{ m}^3/\text{Km}/\text{jr}$.

Type	Rural	Intermédiaire	Urbain
Critère distributeurs	$\text{ILC} \leq 10$	$10 < \text{ILC} \leq 30$	$30 < \text{ILC}$
Equivalence selon D	$D \leq 25$	$25 < D \leq 76$	$76 < D$
Critère AEAG	$D < 25$	$25 \leq D < 50$	$50 \leq D$

Figure II.4.1 : Tableau de comparaison des critères de différenciation des réseaux d'eau (Source : Renaud (2020))

Afin d'éviter les confusions avec la définition de l'INSEE qui définit les communes rurales comme les communes de moins de 2000 habitants (Données INSEE, 2019), nous faisons le choix de catégoriser différemment les réseaux d'eau de notre terrain même si nous utilisons le critère d'ILC. Nous appelons un **réseau à faible niveau d'infrastructures (RFI)** un réseau dont l'ILC est inférieur ou égal à $10 \text{ m}^3/\text{Km}/\text{jr}$; et nous regroupons les deux autres catégories selon la classification traditionnelle des grands distributeurs en une seule catégorie appelée **réseau à bon niveau d'infrastructures (RBI)** et caractérisée par un ILC supérieur à $10 \text{ m}^3/\text{Km}/\text{jr}$.

Concernant notre terrain, c'est-à-dire le département de la Gironde, la catégorie RBI représente seulement **16%** des communes contre **84%** pour la catégorie RFI. Il faut noter que nous n'avons pas pu catégoriser **Saillans** et **Le Verdon sur Mer** pour lesquelles une partie du réseau a un ILC supérieur et l'autre un ILC inférieur à 10 m³/Km/jr.

4.2 Profil des répondants

Notre échantillon est composé à **23 %** de répondants dont les ménages sont desservis par un réseau d'eau à faible niveau d'infrastructure. L'âge moyen de l'échantillon est de **49 ans** et la majorité des répondants est de sexe masculin (**36 %** de femmes contre **64 %** d'hommes). Les ménages issus des réseaux à faibles infrastructures ont une plus grande taille que les autres ménages en moyenne (**2,80** contre **2,70**). Cette différence peut être liée à la part des ménages composés d'une seule personne qui est plus faible dans les communes dont les réseaux ont un niveau d'infrastructure faible par rapport aux autres (**10 %** contre **16 %**). On observe également que la part des ménages vivant dans une maison individuelle est beaucoup plus élevée dans les communes dont les réseaux ont de faibles niveaux d'infrastructures (**96 %** contre **68 %**). Les différences obtenues entre réseaux à faible niveau et fort niveau d'infrastructures sont validés par des tests de khi-deux tous significatifs à 5 % d'erreur. Notre conclusion par rapport à ces observations est que les différences en préférences que nous obtiendrons de nos estimations économétriques vont probablement dépendre entre autres de l'état des infrastructures des réseaux d'eau.

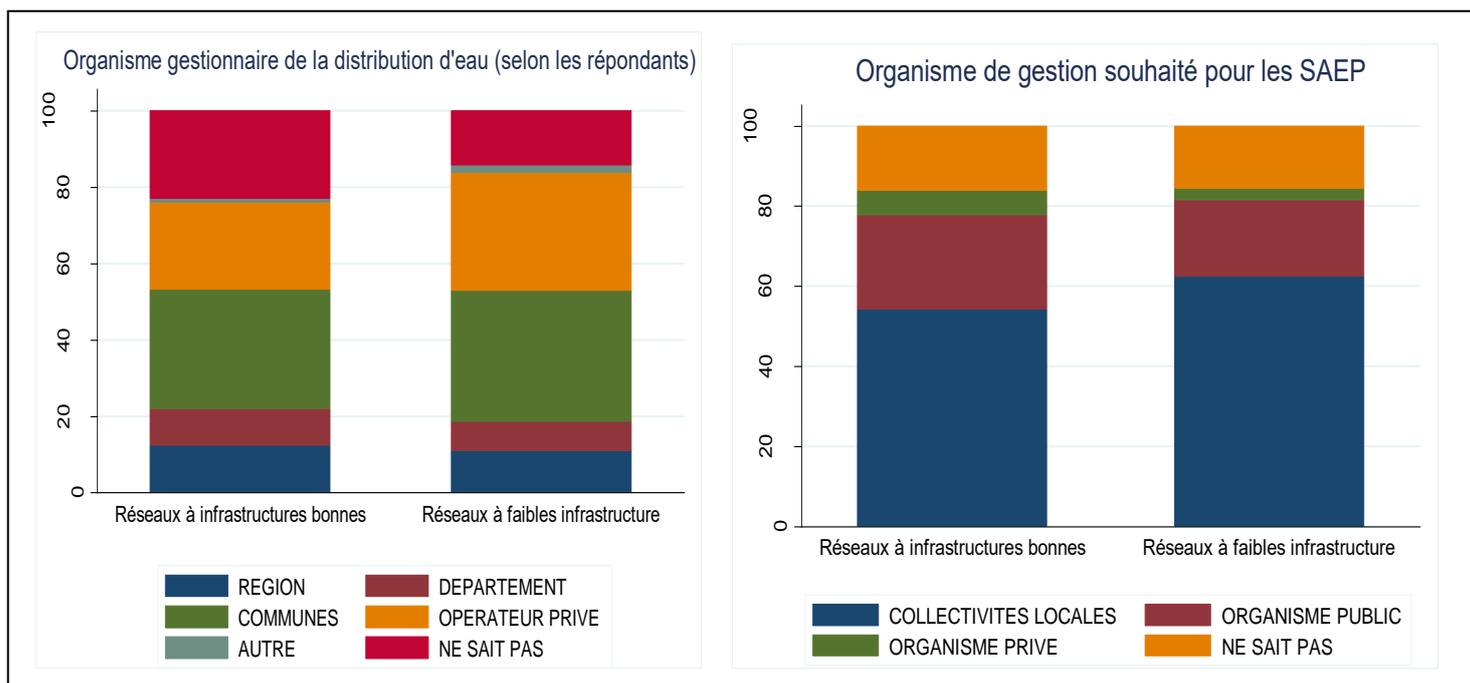
En moyenne, les ménages ont **15 ans** d'ancienneté de résidence dans leur commune actuelle et la majorité (**63 %**) sont propriétaires de leur résidence. Nous en concluons que les répondants seront concernés par les questions liées à la gestion de leurs services d'eau. Plus de la moitié des répondants (**57 %**) a un emploi et **81 %** ont le niveau BAC ou plus. Enfin concernant les caractéristiques socioéconomiques, plus de la moitié des ménages a un revenu disponible mensuel inférieur à **2999€**.

En termes d'habitudes d'usages liées à l'eau potable, la part des ménages ayant une vigilance particulière liée à la qualité de l'eau et dans le même temps sensibles aux coupures d'eau étant donné l'âge ou la santé d'un membre, est plus élevée dans les communes avec des réseaux à faible niveau d'infrastructures (**5 %** contre **2,3 %**). La sensibilité aux coupures d'eau peut amener les ménages vers l'adoption de techniques alternatives (Isnard, 2014). On observe en

effet sur notre échantillon que l'adoption des techniques alternatives est plus présente chez les ménages desservis par des RFI (**58 %** contre **49 %**).

4.3 Gestion des SAEP et appréciation de la performance

Au-delà de l'infrastructure nécessaire à leur production (Fauquert, 2005), les services d'eau potable dépendent également de la disponibilité de la ressource en eau et de l'état des sources de prélèvements. La source de prélèvement a une relation particulière avec certaines caractéristiques du service d'eau telles que la qualité de l'eau (les eaux profondes étant moins polluées que les eaux de surface), la quantité de l'eau ou encore le coût d'exploitation du service (Haider et Rasid, 2002). Par exemple, les eaux souterraines sont moins polluées et nécessitent moins de traitements que les eaux de surface. Lorsqu'on demande à nos répondants l'origine de l'eau du robinet distribuée dans leur commune, **49 %** de l'échantillon évoquent les eaux souterraines et plus d'un quart (**26 %**) disent ne pas connaître l'origine de l'eau du robinet. Cette méconnaissance du service d'eau s'observe également au niveau de l'organisme gestionnaire. Près d'un quart (**21 %**) des répondants ne connaissent pas l'organisme qui gère la distribution d'eau potable de leur commune. Cependant la répartition des réponses à cette question est hétérogène selon le type de réseau qui dessert le ménage ; les organismes supra-locales (Régions et Départements) sont plus évoqués par les ménages desservis par les RBI ($\chi^2(5) = 12,6787$ $Pr = 0,027$). Par ailleurs, la part des répondants qui souhaitent une gestion privée du service d'eau est largement inférieure à la part pensant qu'aujourd'hui la distribution d'eau est gérée par un opérateur privé (**5 %** contre **25 %**). En majorité les répondants souhaitent pour les prochaines années une gestion des SAEP assurée par les collectivités locales.



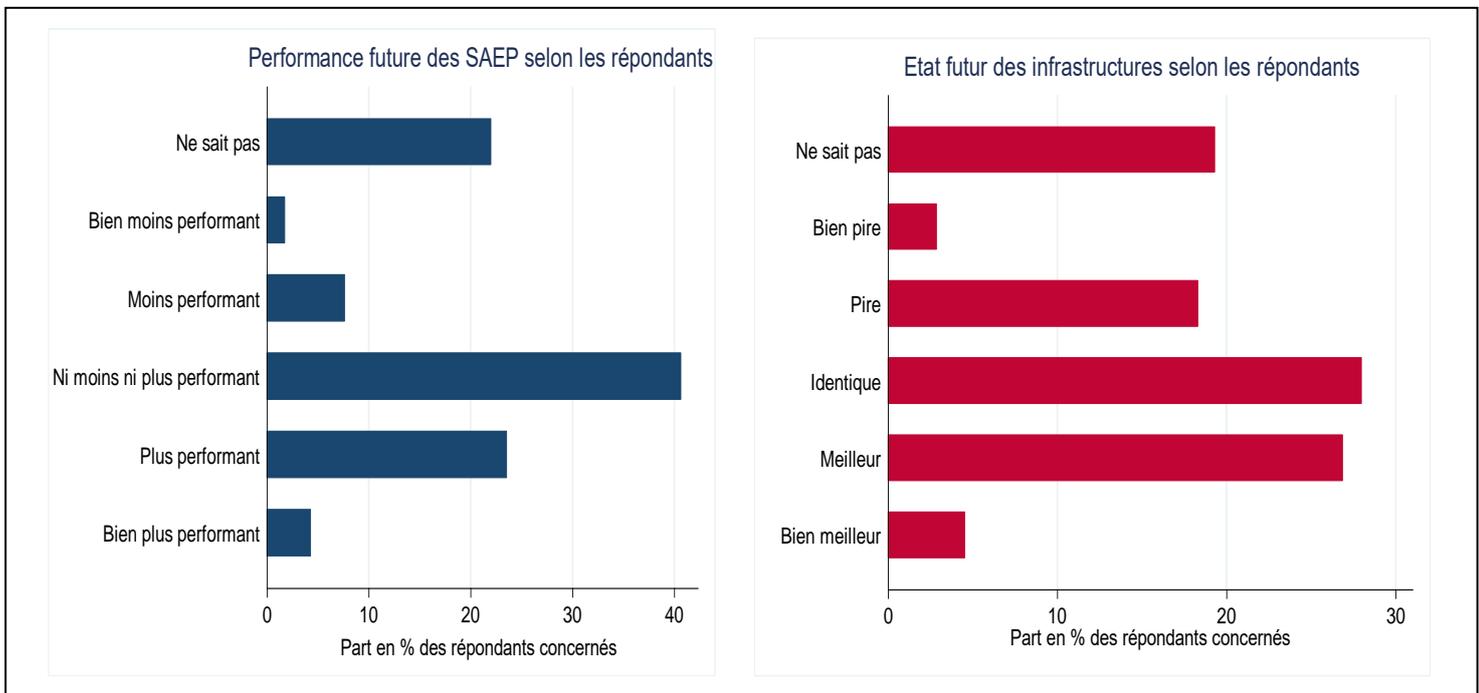
Figures II.4.3.A : Organisme de gestion des SAEP

Le renouvellement des infrastructures est considéré comme l'un des enjeux actuels les plus importants pour la gestion des services d'eau potable en France étant donné le patrimoine national estimé à 850000 km de linéaire de réseau dont plus de la moitié des canalisations a plus de 47 ans (Husson et al., 2020 ; Cador, 2002). Le vieillissement des infrastructures entraîne une dégradation du service sur les plans à la fois technique, environnemental et financier (Husson et al., 2021 ; Aubrun et al., 2017). Garantir la qualité de l'eau (75 % de répondants), réduire les pertes pour protéger la ressource (72 %) et maîtriser les coûts (54 %) constituent les trois raisons les plus évoquées par les répondants lorsqu'on leur demande pourquoi il est important de renouveler les infrastructures. En majorité, ils estiment que l'état futur¹⁷ des infrastructures d'eau de leur commune sera identique ou meilleur qu'il ne l'est actuellement (60 %).

D'une manière globale la majorité des répondants estiment que le service qui leur est actuellement fourni est performant (76 %). Selon eux, cette performance relève de la qualité sanitaire de l'eau (84 %), de la protection de la ressource (59 %) et du prix de l'eau (57 %). Ils sont en moyenne le moins satisfaits du prix de l'eau (seulement 37 % de satisfaits) puis

¹⁷ Trois horizons temporels sont proposés : 10 ans pour 300 individus, 30 ans pour 300 individus et 50 ans 300 individus.

de l'information délivrée aux abonnées (seulement **41 %**). Enfin, **67 %** estiment que la performance de leur service d'eau sera meilleure dans le futur qu'aujourd'hui.



Figures II.4.3.B : Performance et infrastructures futures

4.4 Le prix de l'eau

Comme nous l'avons vu plus haut, le prix de l'eau fait partie des critères les moins satisfaisants du point de vue des enquêtés. La majorité (**78 %**) estime connaître précisément (**32 %**) ou vaguement (**46 %**) le montant de sa facture d'eau %. Cette moindre satisfaction concernant le prix peut trouver une explication dans le manque d'information et de sensibilisation concernant la composition du prix de l'eau et la destination des recettes. On s'aperçoit en effet que seulement **3 %** des usagers interrogés déclarent avoir déjà consulté le RPQS alors même que le principal objectif de ce document est de les informer sur le service, la tarification et son évolution. Cela se ressent également au niveau de leur connaissance de la composition du prix de l'eau potable : près de la moitié (**40 %**) estime que les redevances sont le plus grand déterminant du prix de l'eau alors qu'en réalité elles en forment la plus petite part (**20 %**) derrière le traitement de l'eau potable (**40 %**) et le traitement des eaux usées (**40 %**).

En ce qui concerne la structure tarifaire, les répondants préféreraient en majorité un prix progressif selon les quantités consommées (**62 %**), et souhaiteraient que le prix de l'eau soit

identique partout en France (**58 %**). En revanche, un peu moins de la moitié souhaiteraient que le prix soit moins élevé pour les plus démunis (**48 %**), surtout si le prix augmentait dans leur commune pour financer cette mesure (**43 %**).

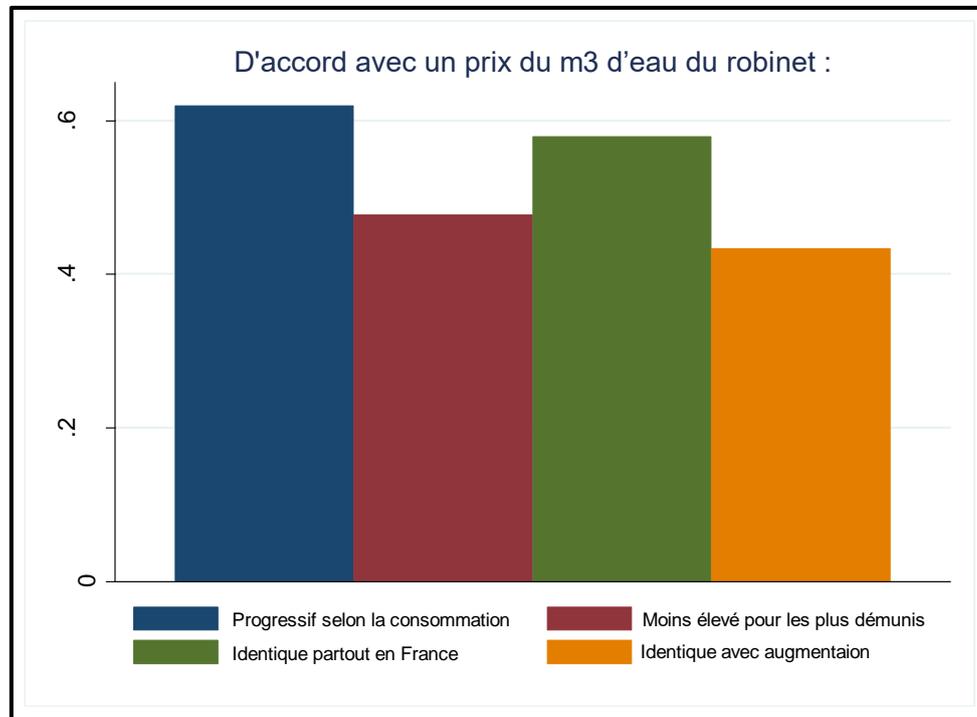


Figure II.4.4 : Préférences en termes de tarification

4.5 Economies d'eau et motivations altruistes

Avant les analyses économétriques, nous pouvons explorer de manière descriptive les motivations altruistes au sein de notre échantillon. Nous nous intéressons exclusivement aux formes d'altruisme présentées dans la sous-section (3.3.2) de ce chapitre.

Deux groupes de questions permettent d'explorer *l'altruisme paternaliste* (ici l'altruisme concernant le SAEP même). D'une part les questions attitudinales concernant le renouvellement des infrastructures peuvent nous renseigner sur la solidarité des répondants envers les usagers d'eau actuels et futurs sur ce sujet. En effet, **48 %** des répondants estiment que transmettre un patrimoine en bon état aux générations futures doit faire partie des trois principaux objectifs du renouvellement ; et **41 %** sont prêts à payer plus cher leur eau du robinet afin d'augmenter le renouvellement et l'entretien des infrastructures d'eau dans les zones aux contraintes particulières comme les zones rurales et insulaires. D'autre part, certaines questions attitudinales concernant le prix de l'eau nous permettent de rendre compte du niveau de

solidarité des enquêtés sur ce second aspect. On observe que **48 %** des personnes interrogées pensent que les prix devraient être moins élevés pour les plus démunis mais seulement **29 %** sont prêts à payer l'eau du robinet plus chère pour faire baisser le prix de l'eau pour les plus démunis.

Pour rendre compte de *l'altruisme intergénérationnel*, nous pouvons observer les comportements liés aux économies d'eau, étant donné que la ressource est un actif naturel pour plusieurs générations. D'après notre échantillon, la protection de la ressource est le deuxième critère de performance le plus important (**59 %**) et aussi le second objectif du renouvellement des infrastructures (**72 %**). Dans les faits, **89 %** des enquêtés estiment faire attention à leur consommation d'eau. Si c'est la réduction de la facture d'eau qui constitue leur principale motivation (**36 %**), elle est suivie par les préoccupations intergénérationnelles (**30 %**). L'altruisme pur (le répondant estimant que tout le monde devrait faire des économies d'eau) occupe également une place importante dans ces motivations avec **27 %** de répondants concernés. En revanche, les formes d'altruisme impur comme le « *warm-glow* » (**4 %**) ou la pression sociale (**0,12 %**) sont très marginales dans l'échantillon.

Tableau II.4.5.A : Motivations des économies d'eau

Vous faites des économies d'eau car :	Fréquences	Pourcentages
Car vous êtes content.e de le faire	32	4 %
Afin que tous (agriculteurs, industriels, ménages) puissent avoir l'eau dont ils ont besoin	26	3 %
Afin de réduire votre facture d'eau	287	36 %
Afin de préserver la ressource en eau pour les générations futures	241	30 %
Car votre famille, vos amis ou vos voisins le font	1	0,1 %
Car vous pensez que tout le monde devrait le faire	213	27 %
Autre	2	0,2 %
Total	802	100 %

Contrairement aux transferts intergénérationnels qui sont liés à la *valeur de legs*, les économies d'eau peuvent aussi être motivées par une *valeur d'option*. Afin de mettre en évidence cette dernière, nous utilisons deux questions attitudinales liées à la ressource. On observe que **80 %** des répondants seraient d'accord pour réduire leur consommation d'eau du robinet aujourd'hui

afin de bénéficier dans le futur d'une eau potable nécessitant moins de traitement (valeur d'option), et **82 %** pour laisser la ressource en qualité et en quantité suffisantes pour les générations futures (valeur de legs). Les deux types de valeur sont donc toutes présentes dans notre échantillon.

Une autre forme d'altruisme proche de l'altruisme intergénérationnel est *l'altruisme local* (Lee et Chung, 2012) qui s'exprime envers la famille et/ou les proches. On peut aussi l'appeler *altruisme parental* ou *familial* (Wolf, 2010). Par opposition, *l'altruisme global* est considéré comme une forme décontextualisée d'altruisme qui se manifeste envers tout le monde (Lee et Chung, 2012). Les statistiques obtenues sur notre échantillon montrent que les répondants ont beaucoup plus manifesté de l'altruisme familial au cours des 6 mois précédant l'enquête. En effet, durant cette période, **65 %** ont aidé gratuitement un membre de leur famille, **43 %** un proche et seulement **20 %** un inconnu.

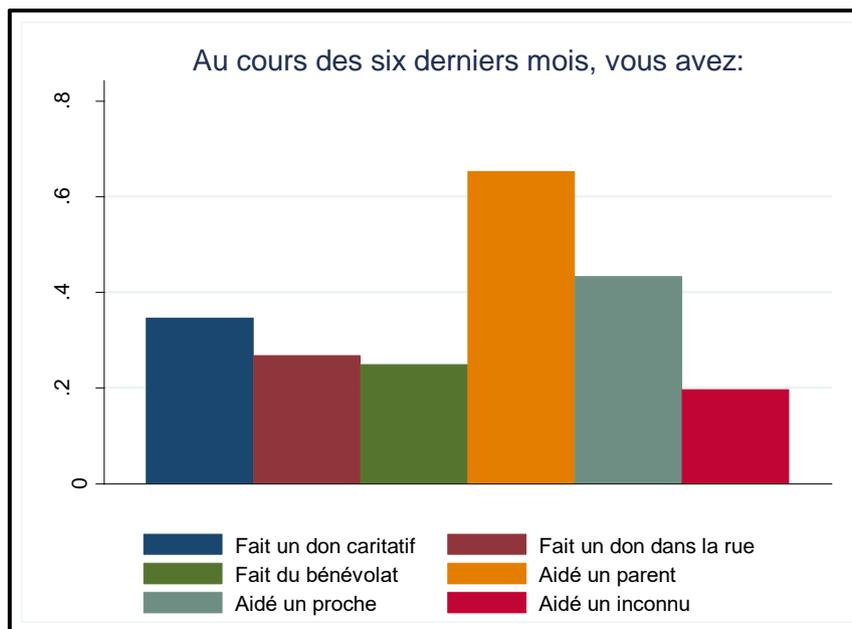


Figure II.4.5 : Gestes altruistes au cours des 6 derniers mois précédents l'enquête

Afin de regarder de plus près *l'altruisme global*, nous utilisons un ensemble de sept items à échelle de Likert à cinq modalités (pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, Ni d'accord ni pas d'accord, plutôt d'accord et tout à fait d'accord) qui décrivent un individu altruiste. Le **tableau (II.4.5.B)** montre que la majorité des personnes interrogées est favorable à toutes les propositions à l'exception de la dernière : « *je suis altruiste* ».

Tableau II.4.5.B : Propositions sur l'altruisme global (% de l'échantillon, N = 900)

Propositions (items)	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
J'accorde de l'importance au bien-être des autres et fais régulièrement des choses dans ce sens	1 %	4 %	25 %	52 %	16 %	2 %
Je pense qu'il est important d'aider les autres à s'épanouir et j'aime le faire régulièrement	1 %	4 %	27 %	48 %	18 %	2 %
Je suis capable d'aider quelqu'un en difficulté sans attendre quelque chose en retour	1 %	3 %	10 %	51 %	33 %	2 %
Je peux aider quelqu'un en difficulté même si cela doit me coûter en temps et en argent	2 %	7 %	30 %	46 %	13 %	2 %
J'aide régulièrement autrui loin du regard des autres et sans que cela se sache	3 %	9 %	30 %	38 %	17 %	3 %
J'aide aussi volontiers quelqu'un que je ne connais pas qu'un membre de ma famille ou un.e ami.e	4 %	13 %	31 %	37 %	13 %	2 %
Je suis altruiste	3 %	4 %	35 %	34 %	13 %	11 %

Enfin, le cadre particulier de notre étude qui inscrit la gestion des SAEP dans le long terme nous conduit à explorer une variable temporelle. Pour ce faire nous utilisons comme pour l'altruisme, cinq autres items à échelle de Likert pour mesurer le degré d'impaticence de nos répondants (Arrondel et al., 2004). Le tableau (II.4.5.C) restitue les parts de répondants favorables aux propositions. Il en ressort qu'il n'y a pas vraiment de consensus concernant les propositions liées à l'impaticence, ce qui laisse à penser que ce trait psychométrique aura un effet discrétionnaire sur les préférences.

Tableau II.4.5.C : Propositions sur l'impatience (en % % de l'échantillon, N = 900)

Propositions (items)	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas	Pas concerné
Pour un déplacement de trois heures par la route, je prends l'autoroute, quel que soit le prix du péage, si cela me permet de gagner une demi-heure	21 %	24 %	18 %	20 %	10 %	1 %	6 %
Lorsque je dois faire la queue pour des formalités administratives, je suis plutôt du genre à m'impatiser	12 %	25 %	21 %	28 %	12 %	1 %	2 %
Si j'ai le choix, je préfère subir un traitement médical douloureux rapidement plutôt que d'attendre (la date n'a aucune incidence sur le résultat)	12 %	22 %	27 %	21 %	11 %	4 %	3 %
Si on me dit que dans un an il existera un nouveau traitement qui diminuera en partie la douleur, alors je préfère attendre	4 %	12 %	30 %	32 %	13 %	5 %	4 %
Pour effectuer une démarche administrative pénible et qui prend du temps, je préfère attendre le dernier moment, quitte à y passer plus de temps	26 %	38 %	18 %	11 %	5 %	1 %	1 %

4.6 Qualité des données de choix

Chaque répondant était confronté à cinq séries de choix. Nous disposons donc d'un total de 4500 réponses. Nous constatons que le choix du statuquo représente **37 %** des réponses, mais que seules **55 personnes** c'est-à-dire seulement **6 %** de l'échantillon l'ont systématiquement choisi.

Quand on approfondit les motivations de ces individus grâce à leurs réponses aux questions de suivi, il s'avère que c'est d'abord par refus d'une augmentation de la facture d'eau. **80 %** d'entre elles sont en effet d'accord avec le fait qu'elles paient déjà assez via la facture d'eau. Il s'agit aussi d'une contrainte budgétaire car **62 %** s'accordent à penser ne pas pouvoir se permettre financièrement de choisir une autre option plus chère. Néanmoins, **21 personnes** restent sceptiques quant à l'éventualité des problèmes évoqués, et **33** le sont concernant l'utilisation de l'argent récolté. Nous en concluons que le choix systématique du statuquo a pour principale motivation une raison financière et que le faible nombre des personnes concernées est rassurant pour la validité de nos données

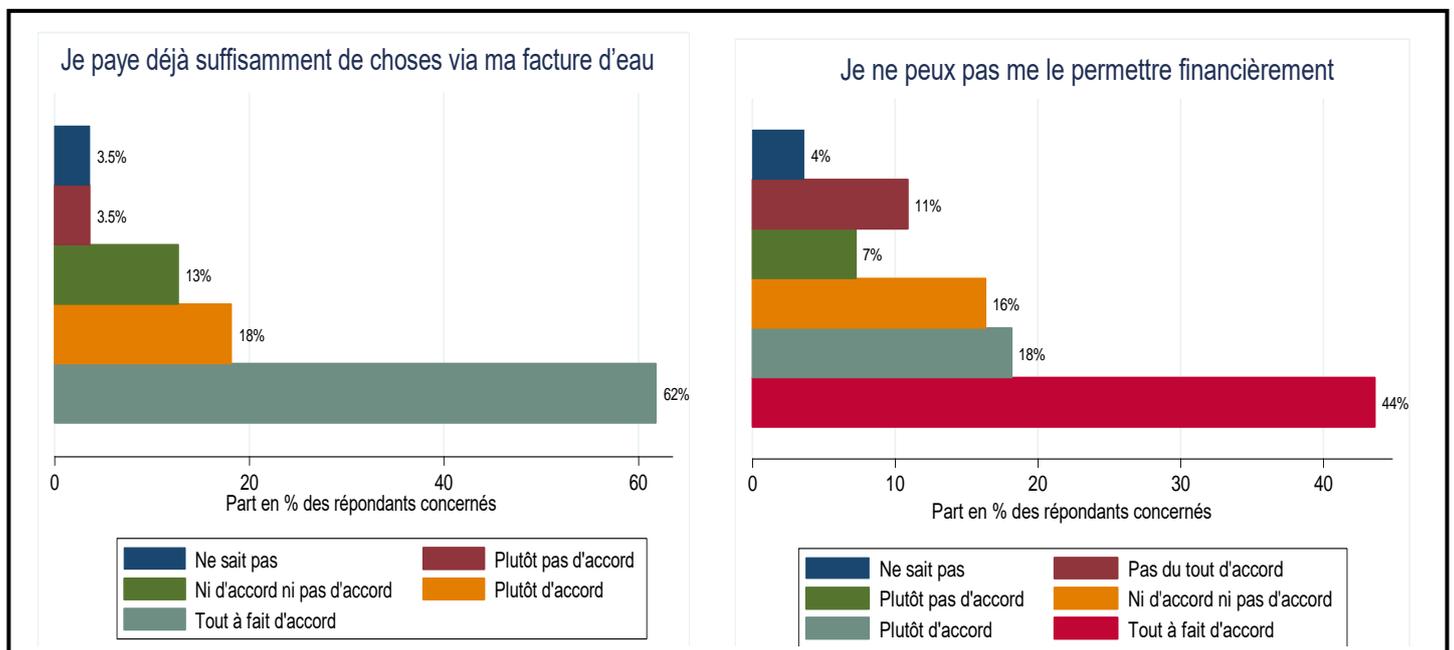


Figure II.4.6.A : Motivations liées au choix systématique du statuquo

De manière contrastée, ceux qui ont choisi systématiquement les scénarios alternatifs évoquent des préoccupations morales car ils pensent d'abord que c'est un devoir de maintenir la qualité des services pour tous aujourd'hui (**88 % de réponses positives**), mais aussi pour les

générations futures (**88 %**). Ils considèrent par ailleurs normal de payer pour bénéficier soi-même d'un service d'eau de qualité aujourd'hui (**91 %**), et dans le futur (**57 %**).

La quasi-totalité (**96 %** des répondants) ont fait leur choix en privilégiant un critère : **51 %** ont classé en première position la couleur et le goût de l'eau ; **18 %** l'augmentation de la facture ; **16 %** la pression sur la ressource ; **11 %** le suivi de la consommation ; et enfin **6** personnes seulement ont évoqué la fréquence de la coupure d'eau. Ces observations sur les réponses suggèrent des préférences lexicographiques sur notre échantillon, la qualité organoleptique semblant plus important que la fréquence des coupures d'eau par exemple. Nous ne pouvons cependant pas être confrontés à un biais de *Non-Attendance* des attributs.

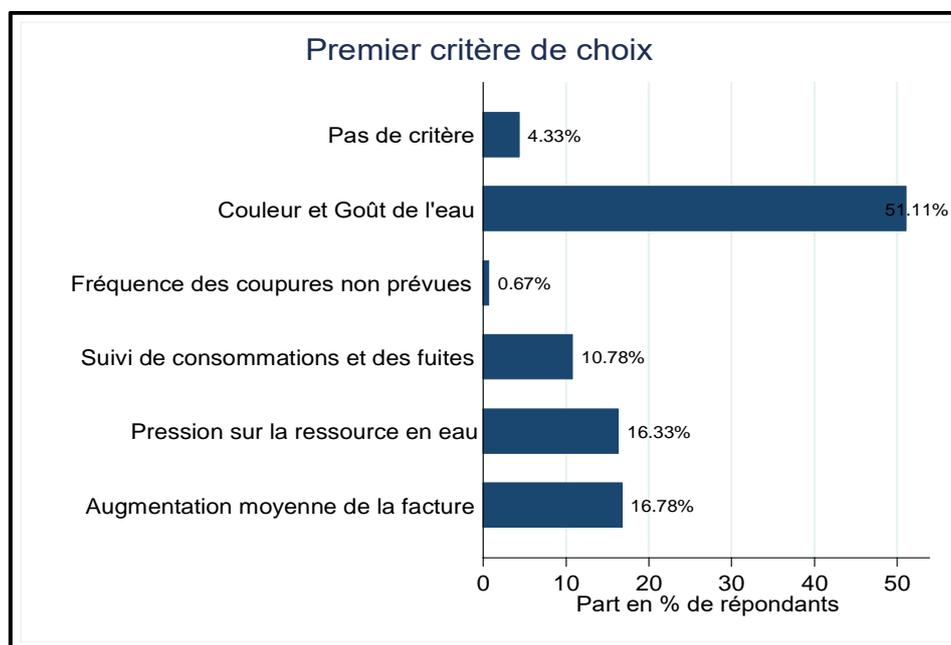


Figure II.4.6.B : Premier critère important pour faire le choix

Les réponses obtenues peuvent être considérées comme globalement fiables car seulement **9 %** de l'échantillon a considéré que les mesures proposées ne sont pas crédibles et seulement **17 %** ne croient pas en la capacité de leur service à les mettre en œuvre. Ils ont néanmoins trouvé que l'exercice de choix était plutôt difficile (**52 %**), voire très difficile (**9 %**). Différents tests de chi-deux effectués sur plusieurs caractéristiques démographiques (âge, niveau d'étude, niveau de revenu) confirment qu'il n'y a pas de lien entre ces dernières et la perception de la difficulté cognitive de l'exercice de choix. Nous en concluons que la difficulté des choix est endogène à l'exercice même, c'est-à-dire que les répondants ont dû fournir un effort de concentration.

Tableau II.4.6 : Difficulté de choix selon les répondants

Difficulté de choix	Fréquences	Pourcentages
Ne sait pas	7	1 %
Très difficiles	81	9 %
Difficiles	383	43 %
Ni faciles ni difficiles	269	30 %
Faciles	131	15 %
Très faciles	29	3 %
Total	900	100 %

CONCLUSION

Dans ce chapitre, notre objectif était de présenter les cadres théorique et empirique de la thèse à savoir la méthodologie d'estimation des préférences ainsi que les travaux précédents, le terrain d'étude et une description de l'échantillon d'étude. La méthode MECD retenue pour cette thèse se base particulièrement sur 2 fondements théoriques qui sont l'approche multi-attributs de la demande (Lancaster, 1966 ; 1971) et la théorie de l'utilité aléatoire (McFadden, 1974 ; Manski, 1977). Sa mise en œuvre nécessite une attention particulière concernant le protocole empirique qui va du choix des attributs de l'objet à évaluer (ici la performance de long terme des SAEP) à l'administration d'un questionnaire d'évaluation (Louviere et al., 2000 ; Bateman et al., 2002). Par ailleurs, le département de la Gironde, constitue un très bon terrain d'étude des questions liées à l'évolution des SAEP et de leurs performances à long terme. En effet, il fait partie d'une des régions françaises ayant à la fois une ressource disponible en quantités suffisantes et des conflits d'usages qui s'intensifient autour de cette ressource (Rulleau et al., 2020 ; Acclimaterra, 2018). C'est également un département qui sera très impacté à long terme par les effets du changement climatique dont une raréfaction accrue de la ressource en eau (Acclimaterra, 2018 ; Morenas et Prud'Homme, 2018).

Afin de prendre en compte l'effet du long terme sur les préférences liées à la performance des SAEP, le questionnaire d'étude a été présenté en 3 versions dont la seule différence réside dans la dimension temporelle de la gestion des SAEP proposée aux répondants (10 ans, 30 ans et 50 ans). L'effet du long terme peut également être analysé à travers l'impact des motivations de long terme sur les hétérogénéités de préférences. L'hétérogénéité des préférences peut être liée à l'altruisme (Andreoni, 1989 ; Andreoni, 1990 ; McConnell, 1997 ; Johansson, 1995 ; Nyborg, 2003) ou à l'impatience (Ramsey, 1928 ; Becker, 1965 ; Friedman, 1971 ; Arrondel et al., 2005).

Les données collectées, nous pouvons à présent procéder à l'évaluation des préférences et l'estimation des CAP pour les attributs de la performance de long terme des SAEP à partir des choix et réponses des enquêtés. Deux grandes questions qui nous intéressent particulièrement sont traitées respectivement dans les deux derniers chapitres économétriques de la thèse : **(i)** quels CAP pour les performances à long terme des SAEP ? **(ii)** quel est l'impact de l'horizon

temporel de la gestion des SAEP sur l'hétérogénéité de préférences en matière de performances des SAEP ?

**CHAPITRE III : PREFERENCES DES USAGERS POUR
AMELIORER LES PERFORMANCES
DES SAEP SUR 30 ANS – QUEL EFFET
DE L'ALTRUISME ?**

INTRODUCTION

Au-delà du débat sur les sources de financement, pour être efficaces, les investissements dans les infrastructures publiques pour améliorer les services rendus aux usagers doivent refléter la valeur que ces derniers accordent aux améliorations des performances des services qui en résultent. D'une manière générale, la méthode des préférences déclarées ont été mobilisées, car il s'agit avant tout d'explorer des scénarios d'évolution à laquelle ils seraient prêts à contribuer financièrement. De nombreuses études empruntent la méthode d'évaluation contingente, (Rollins et al., 1997 ; Fujita et al., 2005 ; Hensher et al., 2005 ; Genius et al., 2008 ; Veronesi et al., 2014 ; Faust et al., 2018). Par exemple, Hensher et al. (2005) ont apporté l'évidence que les résidents de la ville de Canberra en Australie accordent une valeur monétaire à la fiabilité des services d'eau potable. Cependant, les évaluations des CAP par la MEC donnent souvent une forte proportion de zéros avoisinant plus de 20 % des réponses (Genius et al. 2008 ; Faust et al., 2018). Or, il est généralement difficile de différencier ce qu'on appelle les vrais zéros (incapacité à payer une augmentation du prix de l'eau pour des raisons économiques), des zéros de protestation qui traduisent une position selon laquelle un service amélioré devrait être fourni sans coût supplémentaire (Meyerhoff and Liebe, 2009 ; Samuelson and Zeckhauser, 1988). La méthode des expériences de choix discrets est souvent avancée comme un moyen permettant de limiter le nombre de protestation lors de l'évaluation économique des CAP (Meyerhoff et Liebe, 2010). Un autre avantage de la MECD est de pouvoir disposer des informations détaillées sur les choix et les préférences des individus permettant de traiter les facteurs explicatifs de ces choix – les hétérogénéités observables et non observables avec différents types de modèles faciles d'implémentation et d'interprétation.

Le principal objectif de ce chapitre est d'analyser les déterminants des préférences des usagers entre les différentes dimensions de la performance de SAEP sur le long-terme (30 ans), pour le cas du département de la Gironde, et déduire les valeurs économiques de ces différentes dimensions. Le modèle théorique que nous avons présenté dans le chapitre 1, insiste sur les motivations autres que les usages des SAEP pour expliquer la contribution volontaire au financement du renouvellement/remplacement des infrastructures support de SAEP performant. Le chapitre 2 dédié à l'implémentation de notre approche empirique met en avant le concept d'altruisme comme cadre d'interprétation de ce comportement prosocial qui fonde les préférences pour le maintien, voire l'amélioration, d'un SAEP performant via le renouvellement/remplacement des infrastructures. Ce chapitre 2 distingue également différents

types d'altruisme, que l'on peut approcher sur le plan empirique par certains comportements effectifs, ou que l'on cherche à construire à partir d'une approche attitudinale des motivations altruistes des individus. Un des premiers objectifs de notre travail empirique est de pouvoir tester le rôle respectif de ces différents types d'altruisme pour expliquer les préférences des usagers de SAEP du département de la Gironde, en matière de performance sur le long-terme de ces services. Cette analyse empirique devrait également apporter des éclairages sur un certain nombre de questions qui n'ont pas encore été suffisamment traitées dans la littérature : Quels sont les types d'arbitrages que font les usagers entre les différentes dimensions des performances des SAEP sur le long-terme ? Comment ces arbitrages varient-ils selon les usagers et quels sont leurs principaux déterminants ?

Plus précisément, nous appliquons trois types de modèles économétriques pour analyser ces préférences. Le modèle logistique conditionnel (*Conditional Logit Model - CLM*) nous sert de base pour comprendre le rôle respectif des caractéristiques socioéconomiques et des motivations altruistes sur les préférences. Le modèle logistique mixte (*Mixed Logit Model - MIXL*) nous sert à confirmer les différentes sources d'hétérogénéité des préférences et le poids respectif des hétérogénéités observables et non-observables. Enfin, un modèle à classes latentes (*Latent Classes Model – LCM*) est utilisé pour inférer l'existence d'une segmentation endogène des préférences en matière de performances de SAEP sur le long-terme, et examiner les sources d'hétérogénéité observable entre ces différents segments d'usagers et inférer les montants des CAP.

Le chapitre s'articule autour de 3 sections. La section 1 décrit la base de données ; respectivement les caractéristiques sociodémographiques des répondants, leurs rapports à la performance de long terme des SAEP, les comportements altruistes et les données sur le choix. La deuxième section est consacrée à l'analyse économétrique et à la restitution des résultats des principaux modèles mobilisés. Enfin, une discussion autour des résultats obtenus est faite dans la section 3 du chapitre.

1 LA BASE DE DONNEES

Les infrastructures de l'eau potable peuvent rester efficaces sur une très longue période, qui peut atteindre 100 ans (Herder et Wijnia, 2012). Mais, les décideurs doivent planifier soigneusement chaque année leurs décisions d'investissement en matière de renouvellement des infrastructures, calcul qui intègre leur âge. Les résultats d'une approche économique par optimisation du maintien de la valeur patrimoniale des canalisations menée par Elnaboulsi et Alexandre (1998) aboutissent à une durée de vie de 30 ans. En complément, Bouleau et Guerin-Schneider (2011) rapportent que la durée de vie en génie civil des usines de production d'eau potable est de 30 ans. En d'autres termes, un euro investi aujourd'hui dans le renouvellement/remplacement d'une composante de l'infrastructure publique pour la production des SAEP devrait générer un bénéfice pour les usagers sur les 30 ans à venir. C'est pourquoi, dans ce chapitre nous choisissons l'horizon temporel de 30 ans pour évaluer l'hétérogénéité des préférences des usagers en matière de performances de SAEP sur le long terme, et disposer de mesure de leur CAP.

1.1 Caractéristiques sociodémographiques des répondants

Notre étude s'appuie sur les réponses obtenues auprès de **300** individus ayant leur résidence principale dans le département de la Gironde. L'âge moyen de l'échantillon est de **49 ans** et la majorité des répondants (**67 %**) est de sexe masculin. La proportion de répondants détenant un diplôme du supérieur (au-delà du BAC) est de **58 %**. Près d'un tiers sont des retraités. Il faut également souligner que pour **61 %** des répondants, leur ménage vit avec un revenu au-dessus de **1000€/UC¹⁸ /mois** (seuil de pauvreté en France, en 2019 selon l'INSEE).

Le ménage moyen est composé de **2,7** personnes (contre **2,2** en moyenne dans le département) et la grande majorité (**66 %**) des répondants déclare ne pas vivre avec des enfants mineurs. Seulement **18 %** des ménages déclarent vivre avec plus d'un enfant mineur. Pour **33 %** des répondants l'âge d'un des membres du foyer le rendrait vigilant quant à la qualité de l'eau qu'il ou elle boit et seulement **4 %** sont sensibles aux coupures d'eau étant donné l'âge ou la santé d'un membre du ménage.

¹⁸ UC : Unité de Consommation

La majorité (**63 %**) sont propriétaires de leur logement. Près de **73 %** des répondants résident en maison individuelle (respectivement **60 %** en maison individuelle avec jardin, **10 %** en maison individuelle avec jardin et piscine et **3 %** en maison individuelle sans jardin). La durée de résidence moyenne dans la même commune est de **17 ans** avec la moitié (**50 %**) qui vivent dans la même commune depuis au moins **11 ans**, ce qui donne à espérer que les répondants ont une bonne connaissance de leur service d'eau local. Enfin, seulement **23 %** des répondants sont desservis par un réseau¹⁹ dit « à faible niveau d'infrastructures » et moins de la moitié (**47 %**) ont recours à une technique alternative à l'eau du robinet pour les usages extérieurs (piscine, jardin, lavage de voiture). Il peut s'agir de puits et/ou forages, de la récupération des eaux de pluies, ou encore du recyclage des eaux usées. Le portrait de l'échantillon est présenté dans le tableau (**III.1.1**) ci-dessous.

¹⁹ La typologie du réseau est conforme à celle de la présentation des données d'enquêtes du chapitre précédent (section 4.1)

Tableau III.1.1 : Statistiques socioéconomiques des répondants

Variabes	Stats
Sexe (% des femmes)	33
Age en 2019 (moyenne d'années)	49
Taille du ménage (moyenne)	2,7
Au moins un enfant en charge (% des ménages concernés)	34
Plus d'un enfant en charge (% des ménages concernés)	18
Niveau BAC et plus (% des répondants concernés)	80
Sans emploi (% des répondants concernés)	44
Revenu par tête inférieur à 1000€/UC/mois (% des ménages concernés)	39
Ancienneté de résidence dans la commune actuelle (moyenne d'années)	17
Statut de propriétaire de sa résidence (% des ménages concernés)	63
Maison comme résidence (% des ménages concernés)	73
Activité ou étude en lien avec l'environnement, ou la gestion de l'eau, ou la gestion des infrastructures, ou le monde associatif (% des répondants concernés)	9
Vigilance particulière par rapport à la qualité de l'eau due à l'âge ou la santé d'un membre du ménage (% des ménages concernés)	33
Sensibilité aux coupures d'eau due à l'âge ou la santé d'un membre du ménage (% des ménages concernés)	4
Vigilance à la qualité de l'eau et sensibilité aux coupures dues à l'âge ou la santé d'un membre du ménage (% de ménages concernés)	2
Adoption d'une technique alternative (% des ménages concernés)	47
Connaissance précise ou vague de la facture d'eau (% des répondants concernés)	80
Taille de l'échantillon	300

1.2 Rapports aux SAEP

Seule la moitié des répondants (**50 %**) a pu déclarer que l'eau du robinet distribuée dans leur commune provient des eaux souterraines alors même que plus de 96 % de l'eau potable distribuée en Gironde est d'origine souterraine (SMEGREG, 2020). A la question de désigner l'organisme qu'ils souhaiteraient voir gérer leur service d'eau local, les répondants choisissent majoritairement les collectivités locales (**58 %**) ; seulement **5 %** d'entre eux souhaitent une gestion privée. La majorité de nos répondants (**80 %**) estiment connaître le montant de leur facture d'eau, **32 %** précisément, les autres vaguement. Néanmoins, à la question de savoir « ce que couvre en priorité le prix de l'eau », **42 %** évoquent les redevances et taxes alors que ces dernières ne représentent que **20 %** du prix de l'eau et se placent derrière les coûts de traitement de l'eau potable mais également d'assainissement.

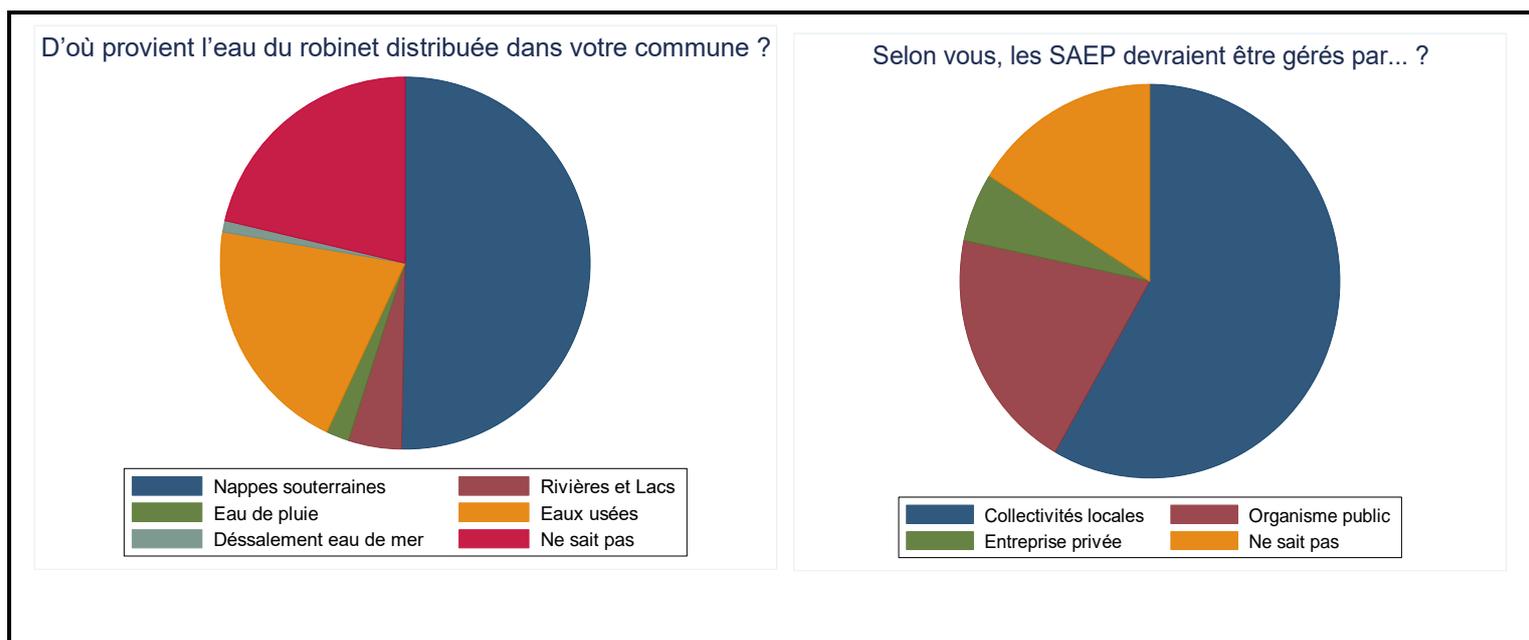


Figure III.1.2 : Origine de l'eau potable et gestion souhaitée des SAEP

Les répondants estiment majoritairement (**76 %**) que le service qui leur est actuellement fourni est performant. Ils déclarent en très grande majorité être satisfaits ou très satisfaits de la couleur de l'eau (**85 %**), la pression du robinet (**82 %**), la qualité sanitaire de l'eau (**78 %**), la continuité du service (**72 %**) et le goût de l'eau (**64 %**). Ils sont en revanche peu satisfaits du prix de l'eau (**25 %**) et des informations délivrées aux abonnés (**41 %**). Selon eux, les trois principaux critères d'une gestion performante sont la qualité sanitaire de l'eau (**83 %** de citations), le prix

de l'eau (**63 %**) et la préservation de la ressource (**58 %**). De même, les principales raisons du renouvellement des infrastructures sont de garantir la qualité de l'eau (**76 %**), réduire les pertes en eaux liées aux fuites (**71 %**), maîtriser les coûts d'exploitation (**47 %**) et réduire les pertes afin de protéger la ressource pour les générations futures (**40 %**). Enfin, les répondants sont relativement incertains quant à la performance future du service à l'horizon temporel de 30 ans. En effet, un quart d'entre eux (**25 %**) déclare ne pas être en mesure de la qualifier et seulement **30 %** estiment qu'elle sera meilleure que son niveau actuel.

L'observation de notre échantillon montre que plus de 60 % des répondants vivent dans une maison individuelle avec jardin, et **10 %** habitent une maison individuelle avec piscine. Presque la moitié des répondants vivant en appartement (**47 %**) déclarent arroser leurs plantes avec l'eau du robinet contre **31 %** de ceux vivant en maison individuelle. Plus de **80 %** des répondants déclarent faire attention à leur consommation d'eau. La principale motivation est de réduire la facture d'eau (**40 %**), puis de préserver la ressource pour les générations futures (**27 %**), ou tout simplement parce que tout le monde doit le faire (**28 %**).

1.3 Comportements altruistes

1.3.1 Des gestes aux motivations altruistes

Il est usuel de distinguer *l'altruisme familial* de *l'altruisme social*. Le premier consiste à se préoccuper du bien-être de ses proches ou de sa descendance immédiate (Becker, 1965 ; Lambrecht, 2000). Le second, en revanche, se conçoit comme l'engagement à aider les autres sans distinction, ou du moins à se préoccuper de leur bien-être, sans en tirer nécessairement un bénéfice (Andreoni, 1988 ; 1990). La responsabilité, l'engagement, ou encore la compassion, sont souvent le moteur de cet altruisme (Bierhoff, 2005 ; Schwartz, 1977). Nous avons par conséquent commencé l'investigation du degré d'altruisme (familial versus social) de nos répondants en partant des questions assez usuelles à partir de leurs comportements. Ainsi, sans trop de surprise, la majorité des répondants soit **76 %** ont manifesté un altruisme familial au cours des 6 derniers mois (**65 %** ont manifesté leur empathie ou leur solidarité envers leur famille, **42 %** envers leurs voisins et amis), et **65 %** un altruisme social (**20 %** déclarent avoir aidé un(e) inconnu(e), **28 %** avoir donné de l'argent à quelqu'un qui faisait la manche, **34 %** avoir fait des dons à des œuvres caritatives et **25 %** avoir consacré une partie de leur temps à

du bénévolat). Par ailleurs, la totalité des répondants a au moins effectué un geste altruiste au cours de ces 6 derniers mois.

Mais au-delà de ces comportements altruistes génériques sur le court-terme, nous nous sommes intéressés aux raisons qui pousseraient les enquêtés à s'engager dans des comportements altruistes (en opposition à des comportements égoïstes ou tournés vers ses propres usages ou bénéfiques immédiats), cette fois-ci en inscrivant les questions dans le contexte de la gestion des SAEP, et qui ne restreignent pas l'identité du bénéficiaire de l'acte altruiste aux membres de la famille. Nous avons mesuré deux types de manifestations de motivations altruistes liées à la consommation d'eau : celles qui sont actionnées par des préoccupations tournées vers les bénéfices collectifs de la génération présente mais dans le futur (**valeur d'option**), et les préoccupations tournées vers le bien-être des générations futures (**valeur de legs**) (Wolf, 2010 ; Ballet, 1998 ; Desaignes et Point, 1993). Ainsi, à partir des réponses (obtenues avec une échelle de likert en 5 points : 1 pour « Pas du tout d'accord », 5 pour « Tout à fait d'accord ») à l'affirmation « *Je suis prêt.e à réduire ma consommation d'eau du robinet aujourd'hui pour bénéficier dans 30 ans d'une eau potable nécessitant moins de traitement* » nous avons pu construire une variable dichotomique mesurant le degré d'altruisme rationnel lié à la valeur d'option des répondants (notée **OPVALUE**). La mesure directe dichotomique du degré d'altruisme rationnel distingue les personnes favorables à l'affirmation (valeur 1) de celles qui sont non-favorables, neutres ou ne savent pas répondre (valeur 0). Nous avons pu distinguer les individus ayant une valeur d'option concernant la ressource. Les répondants sont en majorité (**80 %**) d'accord ou plutôt d'accord avec cette affirmation, et expriment donc des motivations altruistes liées à la valeur d'option. En appliquant la même technique de traitement des données aux réponses à l'affirmation « *Je suis prête à réduire ma consommation d'eau du robinet aujourd'hui afin de laisser des ressources en eau en qualité et quantité suffisantes pour les générations futures* », nous avons pu identifier que **83 %** sont porteurs de motivations altruistes tournées vers les valeurs de legs (variable notée **LEGVALUE**).

Enfin, nous avons cherché à identifier les individus porteurs de motivations altruistes ancrées dans des logiques paternalistes (Jacobsson et al., 2007), c'est-à-dire concernant particulièrement les SAEP. Ainsi à la question « *Seriez-vous d'accord pour payer votre eau du robinet plus chère afin d'augmenter le renouvellement et l'entretien des infrastructures d'eau dans les zones aux contraintes particulières (rurales, insulaires...)* », seuls **37 %** des répondants sont d'accord ou plutôt d'accord. Cette variable est notée **ALTRUISMEPA**.

1.3.2 L'altruisme comme normes personnelles

Pour compléter les mesures précédentes, nous nous sommes intéressés à la mesure de la figure de l'altruisme (global/social) chez nos enquêtés au travers de leurs normes de bien agir à l'égard d'autrui. Pour ce faire, nous avons utilisé les 7 propositions suivantes (Arrondel et al., 2004).

(1) J'accorde de l'importance au bien-être des autres et fais régulièrement des choses dans ce sens

(2) Je pense qu'il est important d'aider les autres à s'épanouir et j'aime le faire régulièrement

(3) Je suis capable d'aider quelqu'un en difficulté sans attendre quelque chose en retour

(4) Je peux aider quelqu'un en difficulté même si cela doit me coûter en temps et en argent

(5) J'aide régulièrement autrui loin du regard des autres et sans que cela se sache

(6) J'aide aussi volontiers quelqu'un que je ne connais pas qu'un membre de ma famille ou un.e ami.e

(7) Je suis altruiste

A la différence des autres formes d'altruisme mesurées directement, nous pratiquons ici une analyse de composantes principales (ACP) pour obtenir des indicateurs résumant les informations issues de ces items (Wold et al., 1987). Le test de corrélations montre qu'ils sont corrélés à 5 % de de significativité (*confer annexes C.1*). Selon le critère de décision de Kaiser-Guttman²⁰, l'ACP suggère de retenir une seule composante (celui avec une valeur propre supérieure à 1) pour synthétiser les informations issues des 7 questions (*confer annexes C.2*). En d'autres termes, un seul facteur suffit à résumer les informations apportées par les 7 items. Ce facteur est ensuite compilé grâce au logiciel STATA pour obtenir une variable de score. A partir de cette dernière, nous construisons un indicateur d'altruisme social qui distingue les répondants altruistes de ceux qui ne le sont pas. Ainsi, lorsque le score compilé à l'issue de l'ACP est supérieur à 0 pour un individu nous considérons qu'il est altruiste ; dans le cas contraire il est non-altruiste. Dans la suite de cette étude, la variable indicatrice du degré d'altruisme global des répondants sera nommée **ALTRUISME**.

²⁰ D'après ce critère, on ne retient que les composantes dont l'estimation des valeurs propres est supérieure à la valeur 1, c'est-à-dire qu'un facteur extrait doit au moins être l'équivalent d'une variable originelle (Kaiser, 1960).

Tableau III.1.3.2 : variable score de l'altruisme global (n=300)

Variable	Observation	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Facteur (score)	300	-2,19 ^{e-09}	1,87	-5,84	3,74

1.4 Données sur les choix

1.4.1 Motivations des choix

Chaque répondant était confronté à cinq séries de choix. Nous disposons donc d'un total de 1500 réponses. Le tableau suivant restitue la répartition des choix effectués pour chaque *round*. Nous constatons que le choix du statuquo représente **21 %** de l'ensemble des choix effectués.

Tableau III.1.4.1.A : Répartition des choix effectués

Choix effectué	Fréquences	Pourcentages
Alternative 1	600	40 %
Alternative 2	583	38,87 %
Alternative 3 (Statuquo)	317	21,13 %
Total	1500	100 %

Nous constatons également que **42 %** de nos répondants ont choisi au moins une fois la situation de statuquo. Par ailleurs, 24 individus ont choisi systématiquement celle-ci.

Tableau III.1.4.1.B : Choix du statuquo

Choix du statuquo	Fréquences	Pourcentages
Aucune fois	173	58 %
Une fois	46	15 %
Deux fois	32	11 %
Trois fois	13	4 %
Quatre fois	12	4 %
Cinq fois	24	8 %
Total	300	100 %

Quand on approfondit les motivations de leur choix à travers leurs réponses à des questions de

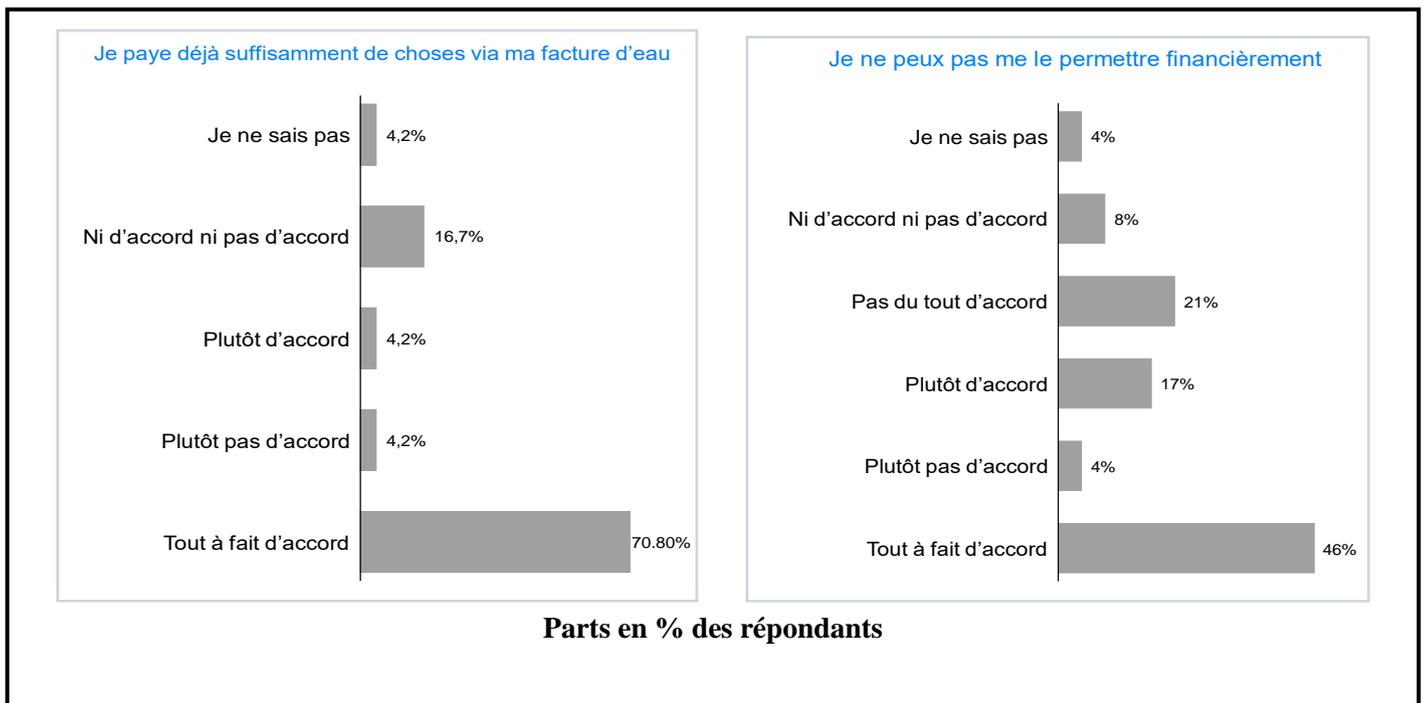


Figure III.1.4.1.A : Motivations liées au choix systématique du statu quo

De manière contrastée, ceux qui ont choisi systématiquement les scénarios alternatifs (173 individus), l'ont fait en évoquant des préoccupations morales car ils pensent d'abord que c'est un devoir de maintenir la qualité des services pour tous aujourd'hui (87 %), mais aussi pour les générations futures (88 %). Ils considèrent par ailleurs normal de payer pour bénéficier soi-même d'un service d'eau de qualité aujourd'hui (88 %), et dans le futur (63 %).

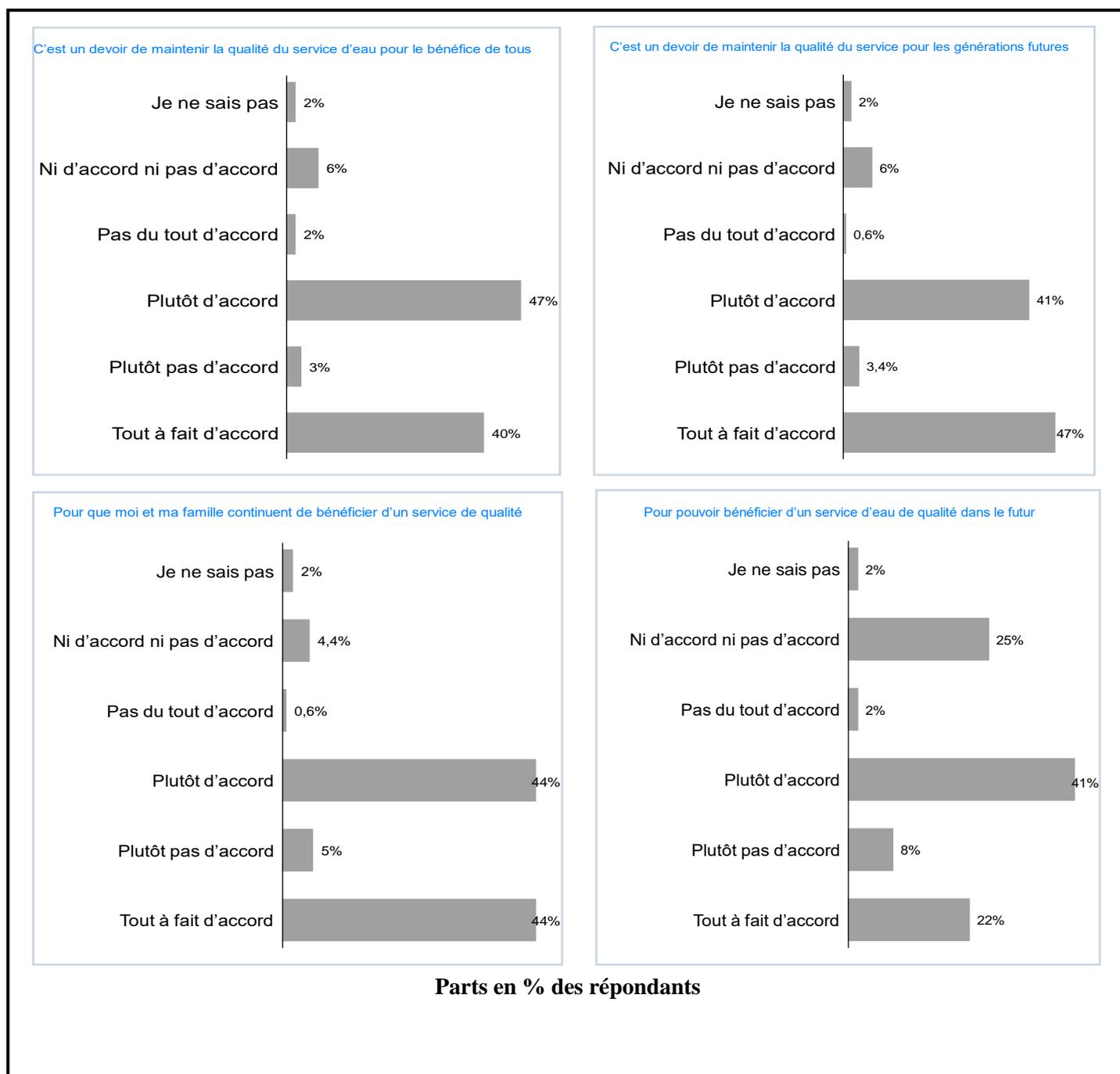


Figure III.1.4.1.B : Motivations liées au choix systématique des alternatives

1.4.2 Déroulé de l'exercice

La quasi-totalité des répondants (**96 %**) a fait ses choix en cherchant le critère qui lui semble le plus important : **63 %** d'entre eux, soit **144** répondants ont classé en première position la couleur et le goût de l'eau ; **20 %** ont mis en avant l'augmentation de la facture ; **17 %** la

pression sur la ressource ; **11 %** le suivi de la consommation ; et enfin une seule personne a évoqué la fréquence de la coupure d'eau.

Les réponses obtenues peuvent être considérées comme globalement fiables car seulement **25/300** ont considéré que les mesures proposées ne sont pas crédibles. Ils ont néanmoins trouvé que l'exercice de choix était plutôt difficile (**43 %**), voire très difficile (**10 %**). Différents tests de chi-deux effectués sur plusieurs caractéristiques démographiques (âge, niveau d'étude, niveau de revenu) confirment qu'il n'y a pas de lien entre ces dernières et le fait de déclarer que l'exercice était difficile voire très difficile.

Tableau III.1.4.2 : Difficulté de choix selon les répondants

Difficulté de choix	Fréquences	Pourcentages
Ne sait pas	2	1 %
Très difficiles	31	10 %
Difficiles	128	43 %
Ni faciles ni difficiles	94	31 %
Faciles	36	12 %
Très faciles	9	3 %
Total	300	100 %

2 MODELISATION ECONOMETRIQUE DES CHOIX

2.1 Modèle à estimer et méthodes d'estimation

Comme présenté dans le chapitre précédent (*section 1*), la MECD se fonde sur la théorie de l'utilité aléatoire (McFadden, 1974). L'utilité $U_i(j, n)$ qu'un individu i obtient en choisissant le scénario j lors de l'expérience n se présente comme suit :

$$U_i(j, n) = \alpha_j Scen(j) + \sum_k \beta_k X_k(j, n) + \varepsilon_{ijn} \quad (3.1)$$

Le vecteur $X_k(n, j)$ représente les niveaux des attributs, β_k les paramètres décrivant leurs effets sur le niveau d'utilité, α_j une constante spécifique au scénario j $Scen(j)$ et ε_{ijn} le terme d'erreur. Dans notre cas d'étude, pour chaque expérience n ($n = 1, \dots, 5$), l'individu i fait face à un ensemble de choix constitué de 3 scénarios alternatifs pour lesquels deux d'entre eux $j, j = 1, 2$ proposent des mesures d'amélioration, et le troisième décrivant le scénario de référence ($j = 3$).

La forme effective de la fonction d'utilité $U_{ijn/j=1,2;n=1,\dots,5}$ associée aux scénarios détaillant les mesures d'accompagnement se présente alors comme suit :

$$U_i(j, n)_{j=1,2;n=1,\dots,5} = \beta_1 GOUTCOUL2 + \beta_2 GOUTCOUL3 + \beta_3 COUPURE2 + \beta_4 COUPURE3 + \beta_5 SUIVI2 + \beta_6 SUIVI3 + \beta_7 RESSOURCE2 + \beta_8 RESSOURCE3 + \beta_9 PRIX + \varepsilon_{ijn,j=1,2} \quad (3.2)$$

Nous posons que les enquêtés ne considèrent pas de manière différenciée les deux alternatives présentant des scénarios d'amélioration de la performance des services. Dès lors $\beta_{0,j,j=1,2} = 0$. Le scénario de référence consiste en une dégradation de la situation actuelle si l'on n'intervient pas. Dans ce cas, l'augmentation de la facture d'eau est identique à celle observée en moyenne ces dix dernières années. L'ensemble des attributs prennent alors la valeur zéro sauf pour le prix. Nous nous attendons à ce que les enquêtés abordent systématiquement ce scénario de manière différente des deux autres. La constante spécifique à cette alternative serait donc différente de zéro. La fonction d'utilité associée à $j = 3$ se présente alors comme suit :

$$U_i(3, n)_{n=1,\dots,5} = \alpha_3 Scen3 + \beta_9 PRIX + \varepsilon_{i3n} \quad (3.3)$$

La probabilité $\pi_i(j, n)$ que l'individu i choisisse le scénario j à la place d'un autre l lors de l'expérience n peut s'écrire comme suit :

$$\pi_i(j, n)_{n=1, \dots, 5} = \Pr\{U_{ij}(j, n) \geq U_{il}(l, n); j \neq l, \forall j, l = 1, 2, 3\} \quad (3.4)$$

Avant de procéder aux estimations économétriques des modèles, les niveaux des attributs doivent être codés. Pour ce faire, le codage traditionnel consiste à transformer chaque niveau en variable dichotomique prenant la valeur (1) s'il apparaît dans l'alternative, et (0) sinon (Bateman et al., 2002). Toutefois, en présence d'attributs qualitatifs, il existe des risques de colinéarité entre niveaux d'attributs (Louvière et al., 2000). Pour éviter ce problème, on peut utiliser les « *Effets Codés* ». Le principe est d'attribuer (-1) au niveau de référence, (1) au niveau que prend l'attribut dans l'alternative et (0) sinon (Hanley et al., 2001). Le codage des attributs de la performance de long terme des SAEP est présenté dans le tableau III.2.1 suivant :

Tableau III.2.1 : codage des attributs de la performance de long terme des SAEP

Niveau de l'attribut dans l'alternative	Attributs							
	Goût et couleur de l'eau		Coupures non programmées à l'avance		Suivi des consommations et fuites		Préservation de la ressource	
	<i>Qualite2</i>	<i>Qualite3</i>	<i>Coupure2</i>	<i>Coupure3</i>	<i>Suivi2</i>	<i>Suivi3</i>	<i>Ressource2</i>	<i>Ressource3</i>
Niveau 3	0	1	0	1	0	1	0	1
Niveau 2	1	0	1	0	1	0	1	0
Niveau de référence	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Avec ce type de codage, les effets de l'alternative de référence ne sont plus corrélés avec la constante et peuvent donc être interprétés (Hanley et al., 2001). La technique des effets codés permet ainsi d'estimer l'influence de tous les niveaux d'attributs sur l'utilité liée au choix d'une alternative. L'attribut monétaire « **augmentation de la facture d'eau** » étant une variable quantitative, il est introduit dans le modèle sans transformation. Les variables désignant tous les niveaux d'attributs étant obtenus, nous pouvons estimer l'effet de chacune de ces variables sur l'utilité associée au choix d'une alternative concernant la performance de long terme des

SAEP. Pour ce faire nous appliquons la méthodologie de la MECD décrite dans le chapitre précédent.

Les modèles logistiques (McFadden, 1974 ; Louviere et al., 2000 ; Train, 2002) présentés dans le chapitre précédent (*section 1.3*) permettent d'estimer les valeurs des paramètres α_3 et $\beta_{k,k=1...9}$, en faisant l'hypothèse que les termes aléatoires ε_{ijn} sont indépendants et identiquement distribués (IID) selon une loi de Gumbel. Quatre types de modèles nous intéressent particulièrement dans ce travail. Sous l'hypothèse que les préférences sont homogènes et que les choix ne dépendent que des attributs et de leurs niveaux, nous estimerons dans un premier temps un *modèle logistique conditionnel* (CLM) simple afin d'estimer l'importance absolue et relative de chaque niveau d'attribut par rapport aux autres. Nous analyserons ensuite l'hétérogénéité observable concernant les préférences liées aux caractéristiques individuelles des répondants, à travers l'estimation *modèle logistique conditionnel avec interactions*, encore appelé *modèle logistique multinomial* (MLM). Nous poursuivrons avec le *modèle logistique mixte* (MIXL) qui permet d'analyser à la fois l'hétérogénéité observable et l'hétérogénéité aléatoire concernant les préférences. Et nous terminerons avec le *modèle logistique à classe latente* (LCM).

2.2 Le modèle logistique conditionnel

2.2.1 L'effet des niveaux des attributs sur les choix des scénarios

Dans le *modèle logistique conditionnel*, la significativité des coefficients estimés est indicative de l'existence d'un effet causal entre les niveaux des attributs des scénarios proposés et le choix de ces derniers (McFadden, 1974 ; Greene, 2003). L'estimation suppose que les préférences individuelles pour les différents attributs soient identiques pour l'ensemble de la population enquêtée (Louviere et al., 2000). Les résultats de cette première estimation sont restitués dans le tableau (III.2.2.1). Ils montrent une valeur du pseudo R^2 de McFadden de **0,20** ; ce qui permet d'avancer une très bonne qualité prédictive du modèle car le R^2 dépasse le seuil de 0,1 (Louviere et al., 2000). Le test de Wald significatif ($\chi^2(10) = 534,52$; Prob > $\chi^2 = 0,00$) sur tous les coefficients prouve que l'hypothèse de nullité jointe des estimateurs est rejetée.

Une grande part de la variabilité des choix des enquêtés semble donc pouvoir être expliquée par les seuls niveaux d'attributs. Ces premiers tests sont d'autant plus importants que les

coefficients associés à certains attributs sont non significatifs. C'est le cas de l'attribut *SUIVI* qui n'a aucun impact sur les choix, quel que soit son niveau. Le test de Wald est non significatif pour l'ensemble des niveaux d'amélioration de cet attribut ($\chi^2(2) = 0,05$; $Prob > \chi^2 = 0,973$). Pour les attributs *COUPURE* et *RESSOURCE*, les coefficients associés au niveau 2 ne sont pas significatifs ; pour autant le test de Wald visant à tester la significativité conjointe des deux niveaux proposés pour chacun des attributs conclut à la significativité conjointe de l'ensemble des niveaux. En d'autres termes, même si le niveau intermédiaire n'est pas significatif (en comparaison du niveau élevé), cela ne veut pas dire que leur effet sur l'utilité d'un scénario est nul.

Tableau III.2.2.1 : Le modèle logistique conditionnel simple

Choix effectifs	Coefficients	Test de Wald
ASC3	-0,63*** (0,14)	18,91***
Goût et couleur niveau 2	-0,25*** (0,057)	247,77***
Goût et couleur niveau 3	0,86*** (0,057)	
Coupures niveau 2	0,065 (0,055)	6,74**
Coupures niveau 3	-0,14** (0,06)	
Suivi niveau 2	0,006 (0,06)	0,05
Suivi niveau 3	-0,014 (0,06)	
Ressource niveau 2	0,042 (0,055)	56,19***
Ressource niveau 3	0,37*** (0,058)	
Prix	-0,018*** (0,0016)	138,48***
Nombre d'observation	4500	
Log-vraisemblance	-1318,61	
Pseudo R²	0,20	
Test de Wald	534,52***	

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts-types.

Nous constatons par ailleurs que l'attribut *GOUTCOUL* affecte le choix d'un scénario de manière significative, avec un coefficient négatif pour le passage du niveau 1 au niveau 2 et un coefficient positif pour le passage du niveau 1 au niveau 3. Le niveau 3 de *COUPURE* a un effet négatif sur le choix d'une alternative alors que le niveau 3 de *RESSOURCE* a un effet positif (**0,37**). L'augmentation de la facture affecte négativement l'utilité des individus, la probabilité de choisir une alternative diminuant lorsque son coût augmente (Greene et al., 2005). Enfin, le coefficient devant la variable indiquant le scénario de référence *ASC3* est significatif et négatif (**-0,63**). Ainsi, les individus sont, toutes choses égales par ailleurs, d'une manière générale, en faveur d'une politique de gestion visant l'amélioration des performances des SAEP, même si cela doit passer par une augmentation du montant de la facture d'eau. Cependant, un montant trop élevé de cette augmentation induirait une perte d'utilité.

Le modèle logistique conditionnel nous révèle que les usagers ont à la fois des préférences pour les dimensions techniques (qualité et continuité) et socio-environnementales (ressource) de la performance de long terme des SAEP. Nous pouvons de plus affirmer que la qualité organoleptique de l'eau constitue le critère le plus important aux yeux des répondants, les niveaux de l'attribut *GOUTCOUL* présentant les coefficients les plus élevés en valeurs absolues. Elle est suivie par le critère de préservation de la ressource.

2.2.2 Les déterminants observables des préférences

L'estimation d'un modèle *logistique conditionnel* suppose que les préférences à l'égard des dimensions des performances des SAEP à améliorer sont homogènes pour l'ensemble des répondants. Cela revient à dire que les caractéristiques des individus n'influencent pas leur choix. C'est une hypothèse qui n'est pas conforme aux propositions de la modélisation théorique que nous avons présentées au chapitre (I) qui met l'emphase sur le rôle des motivations prosociales des individus. Un ensemble de travaux empiriques cités dans le chapitre ont par ailleurs mis en évidence cette hétérogénéité des préférences à l'égard des performances des SAEP (Latinopoulos, 2014 ; MacDonald et al., 2010. Snowball et al., 2007 ; Hensher et al., 2005 ; Willis et al., 2005).

Le modèle *logistique conditionnel* peut être augmenté pour prendre en compte l'hétérogénéité observable. Il s'agit d'inclure dans le modèle les variables qui représentent les caractéristiques socioéconomiques des répondants. Cependant, on ne peut inclure séparément ces variables dans la fonction d'utilité globale car elles ne varient pas entre alternatives présentées à la même personne (Louvière et al., 2000). Une manière d'y remédier est de les introduire en interactions

avec les attributs afin d'identifier leur influence sur la valorisation des attributs (Bennett et Adamovicz, 2001). Reste qu'il existe une difficulté avec cette technique lorsque les attributs et leurs niveaux sont qualitatifs. En effet un nombre élevé de variables croisées peut entraîner des problèmes de colinéarité et de qualité des estimations. Il est donc important d'identifier en amont, les caractéristiques individuelles qui peuvent être potentiellement et de manière pertinente, sources d'hétérogénéité. Dans le tableau (III.2.2.2), nous présentons succinctement les différentes variables individuelles que nous testons en explicitant les mécanismes par lesquels elles peuvent affecter l'hétérogénéité des préférences. De manière générale, le choix des caractéristiques socioéconomiques se base d'abord sur la théorie microéconomique. Ainsi, les variables traditionnelles telles que l'âge et le niveau de revenu sont introduites systématiquement dans l'analyse économétrique (Nauges et Thomas, 2000 ; Bartczak et al., 2009 ; Schleich et Hillenbrand, 2009 ; Martins et Fortunato, 2007 ; Romano et al., 2014). Un processus de sélection combinant une revue de littérature et la technique statistique de « sélection à pas ascendante (la variable ou l'interaction la plus significative) nous a permis de ne garder que certaines variables pertinentes ou dont les effets sont significatifs. L'âge (notée *AGE*) des répondants est introduit pour capter l'effet du positionnement dans le cycle de vie (Latinopoulos, 2014). Le revenu mensuel par unité de consommation (*UC*) du ménage est mobilisé pour capter l'effet du niveau de revenu sur les préférences (Latinopoulos, 2014 ; Beaumais et Veyronnet, 2017). La variable liée au revenu est notée *HIGHREV* pour désigner les individus dont les ménages ont un revenu mensuel supérieur à 1000€/UC/mois. Les services d'eau n'étant pas identiques selon la localité habitée (Hanemann, 2005), nous introduisons également dans le modèle, la variable *LOW-INFRA* qui identifie les ménages desservis par un réseau de faible infrastructure (RFI) comme un proxy d'un réseau de type rural (Morenas et Prud'homme, 2018 ; Kanyoka et al., 2008).

Il est généralement admis que les individus pro-environnementaux ont des CAP pour un service environnemental plus élevé que celui d'un individu moyen (Diamond et Hausman, 1994). Or les travaux passés établissent un lien entre le comportement pro-environnemental et les motivations altruistes (Stern et Dietz, 1994 ; Schwartz, 1977). De ce fait, nous introduisons 4 autres variables altruistes pour capter l'impact de l'altruisme sur l'hétérogénéité des préférences. La première concerne la *valeur de legs* (*LEGVALUE*) qui peut être perçue comme la préoccupation de la génération actuelle par rapport aux suivantes (Becker, 1965 ; Wolf, 2000 ; Ballet, 1998). La seconde variable se rapporte à la valeur d'option (*OPVALUE*) qui désigne l'espérance de la génération actuelle à encore jouir des bénéfices de l'environnement dans le futur (Desaigues et Point, 1993). A ces deux formes de valeurs de non-usage, on peut

ajouter l'*altruisme paternaliste* (**ALTRUISMEPA**) qui concerne exclusivement un bien/service donné (Jacobsson et al., 2007) et apparait fréquemment lorsqu'on étudie des biens/services environnementaux (Rodriguez et Léon, 2004). Nous avons également inclus dans notre analyse l'impact de l'altruisme décontextualisé nommé *altruisme global ou social* (Arrondel et al., 2004) que nous avons noté **ALTRUISME**.

Tableau III.2.2.2.A : Variables individuelles testées

Variable à croiser	Variable cible	Effet attendu	Mesure
Positionnement dans le cycle de vie, rapport au temps long			
AGE : Age du répondant	ASC	Effet positif	1 si supérieur à 50 ans, 0 sinon
Caractéristiques propres aux services locaux			
LOW-INFRA : Niveau de l'infrastructure actuel plutôt faible	Prix	Effet positif : soutien à une politique de gestion plus active	1 si ILC < 10, 0 sinon
Contrainte budgétaire			
HIGHREV : revenu mensuel par unité de consommation	Prix	Effet positif : utilité marginale du revenu plus faible – donc une augmentation du prix plus tolérée	1 si Revenu disponible > 1000/UC/mois 0 sinon
Les différentes figures de l'altruisme			
OPVALUE : Valeur d'option sur les SAEP	Ressources	Effet positif pour les altruistes	1 si oui à la question Q.19 du questionnaire, 0 sinon
LEGVALUE : Valeur de legs de la ressource	Ressources	Effet positif pour les altruistes	1 si oui à la question Q.20 du questionnaire, 0 sinon
ALTRUISMEPA : Altruisme paternaliste	ASC3	Effet négatif pour les altruistes	1 si oui à la question Q.47 du questionnaire, 0 sinon
ALTRUISME : Altruisme global/social	ASC3, Ressources, Goutcoul, Coupure	Effet positif	1 si score d'altruisme est supérieure à 0 0 sinon

La comparaison des différentes estimations d'un modèle *logit conditionnel* avec effets d'interactions avec le modèle *logit conditionnel* standard (tableau **III.2.2.2.B**) par le biais des valeurs du log de vraisemblance montre d'abord que l'introduction des caractéristiques individuelles améliore le pouvoir explicatif d'un modèle *logit* pour approcher l'équation de choix. Un autre constat que nous pouvons faire à la lecture de ce tableau est que seules les significativités des variables *ASC3*, *GOUTCOUL* et du prix sont robustes aux différentes formes fonctionnelles adoptées pour estimer les modèles faisant intervenir les caractéristiques des individus, c'est-à-dire à la manière avec laquelle nous avons traité les hétérogénéités des préférences en lien avec le positionnement dans le cycle de vie, l'état initial des infrastructures du lieu de résidence, la contrainte budgétaire, ou encore le degré d'altruisme des répondants. Pour pouvoir choisir le modèle à retenir, nous avons procédé aux calculs du ratio de vraisemblance, nous permettant de tester si un modèle complet (le modèle **6**) serait préférable à tout autre modèle ne faisant intervenir que l'effet d'interaction avec un attribut particulier pour traiter l'altruisme global. Il s'avère que l'ensemble des statistiques de Chi-deux ainsi obtenues ne sont pas significatives au seuil de 10 %. En outre, il semble que le modèle où l'effet de l'altruisme global passerait par son interaction avec la situation de référence serait le plus cohérent en termes d'interprétation. Nous avons par conséquent réestimé ce modèle, en enlevant cette fois-ci les variables d'interactions avec d'autres mesures des motivations altruistes qui ne sont pas significatives (voir Tableau modèle (**5**)). Ceci nous donne un résultat plus cohérent avec les effets des attributs observés avec le modèle *logit conditionnel* standard. Il permet par ailleurs d'observer des hétérogénéités des préférences relevant de l'effet du cycle de vie. Par rapport à la moyenne, la perte d'utilité associée à la situation de référence *ASC3* serait moins importante pour les répondants les plus âgés (à partir de 50 ans). En effet, l'effet de la variable d'interaction *AGE*ASC3* est significatif et positif. On observe les résultats similaires pour les répondants habitant dans les territoires où le niveau actuel de l'infrastructure est plus faible, *ASC3*(LOW-INFRA=1)* étant significatif et positif, et les individus globalement plus altruistes en référence à la variable *ASC3*ALTRUISME*. En revanche, les individus qui sont plus altruistes mais dans une acception « paternaliste » de la notion subiront une perte d'utilité plus importante que la moyenne avec le maintien des principes de gestion actuelle des SAEP. Cette perte est presque doublée. Enfin, il s'avère que le niveau de revenu n'affecte pas le rapport au coût, *HIGH*PRIX* n'étant pas significatif. En revanche, la faiblesse du niveau d'infrastructure dans le lieu de résidence a un effet positif sur le montant du CAP puisque *PRIX*(LOW-INFRA=1)* est positif et significatif.

Tableau III.2.2.2.B : Estimation des modèles logistiques conditionnel avec interactions ou modèles logit multinomial (MLM)

Choix effectifs	(1) Test de l'altruisme avec GOUTCOUL	(2) Test de l'altruisme avec COUPURE	(3) Test de l'altruisme avec RESSOURCE	(4) Test de l'altruisme avec ASC	(5) Modèle retenu	(6) Ensemble des variables d'interaction
ASC3	-0,66*** (0,18)	-0,66*** (0,18)	-0,68*** (0,18)	-0,87*** (0,19)	-0,80*** (0,19)	-0,87** (0,22)
Goût et couleur niveau 2	-0,21*** (0,08)	-0,22*** (0,05)	-0,22*** (0,05)	-0,22*** (0,05)	-0,22*** (0,05)	-0,24*** (0,08)
Goût et couleur niveau 3	0,99*** (0,08)	0,88*** (0,06)	0,88*** (0,06)	0,88*** (0,06)	0,87*** (0,06)	0,98*** (0,08)
Coupures niveau 2	0,06 (0,06)	0,014 (0,08)	0,06 (0,056)	0,06 (0,056)	0,06 (0,056)	-0,04 (0,08)
Coupures niveau 3	-0,14** (0,06)	-0,021 (0,08)	-0,15** (0,06)	-0,15** (0,06)	-0,15** (0,06)	-0,08 (0,08)
Suivi niveau 2	0,002 (0,06)	0,005 (0,06)	0,006 (0,06)	0,004 (0,06)	0,007 (0,06)	0,008 (0,06)
Suivi niveau 3	-0,014 (0,06)	-0,016 (0,06)	-0,017 (0,06)	-0,015 (0,06)	0,04 (0,06)	-0,018 (0,06)
Ressource niveau 2	-0,13 (0,13)	0,0001 (0,13)	0,05 (0,13)	-0,009 (0,13)	-0,009 (0,13)	-0,08 (0,14)
Ressource niveau 3	0,16 (0,13)	0,16 (0,13)	0,16 (0,13)	0,15 (0,13)	0,37*** (0,058)	0,10 (0,13)
Prix	-0,022*** (0,002)	-0,022*** (0,002)	-0,022*** (0,002)	-0,022*** (0,002)	-0,022*** (0,002)	-0,022*** (0,002)
AGE*ASC3	0,30** (0,14)	0,30** (0,14)	0,30** (0,14)	0,30** (0,14)	0,28** (0,14)	0,30** (0,14)
LOW-INFRA*ASC3	0,67** (0,27)	0,67** (0,27)	0,68** (0,27)	0,67** (0,27)	0,64** (0,26)	0,66** (0,27)
LOW-INFRA*PRIX	0,007** (0,004)	0,008** (0,004)	0,008** (0,004)	0,008** (0,004)	0,007** (0,004)	0,007** (0,004)
HIGH*PRIX	0,002 (0,002)	0,002 (0,002)	0,002 (0,002)	0,002 (0,002)	0,002 (0,002)	0,002 (0,002)
LEGVALUE*RESSOURCE2	0,20 (0,20)	0,20 (0,20)	0,21 (0,20)	0,21 (0,20)		0,21 (0,20)
LEGVALUE*RESSOURCE3	0,05 (0,20)	0,04 (0,20)	0,03 (0,20)	0,05 (0,20)		0,04 (0,20)
OPVALUE*RESSOURCE2	-0,14 (0,19)	-0,16 (0,19)	-0,15 (0,19)	-0,15 (0,19)		-0,13 (0,19)
OPVALUE*RESSOURCE3	0,21 (0,19)	0,22 (0,19)	0,22 (0,19)	0,23 (0,19)		0,21 (0,19)
ALTRUISME*GOUTCOUL2	-0,02 (0,10)					0,03 (0,11)
ALTRUISME*GOUTCOUL3	-0,22** (0,10)					-0,17 (0,11)
ALTRUISME*COUPURE2		0,09 (0,10)				0,19 (0,11)
ALTRUISME*COUPURE3		-0,24** (0,11)				-0,13 (0,11)
ALTRUISME*RESSOURCE2			-0,11 (0,10)			-0,02 (0,11)
ALTRUISME*RESSOURCE3			0,007 (0,10)			0,12 (0,11)
ALTRUISME*ASC3				0,41*** (0,14)	0,36*** (0,14)	0,41* (0,24)
ALTRUISMEPA*ASC3	-1,002*** (0,16)	-0,98*** (0,16)	-0,98*** (0,16)	-1,03*** (0,16)	-1,03*** (0,16)	-1,03*** (0,16)
Nombre d'observation	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Log-vraisemblance	-1277,47	-1279,51	-1281,44	-1278,14	-1283,58	-1274,51
Pseudo R ²	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
BIC	2731,58	2735,68	2739,53	2724,52	2701,75	2767,72

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent écarts-types.

2.3 Le modèle logistique mixte dans l'espace des préférences

Nous avons pu constater dans la section précédente qu'il est souvent difficile de généraliser le principe d'hétérogénéité des préférences à l'ensemble des attributs, sans empiéter sur la significativité de certains ou leur interaction avec certaines variables individuelles. Il se pourrait aussi que le chercheur lui-même n'ait pas à sa disposition les véritables variables à l'origine de ces hétérogénéités des préférences, ce qu'on appelle hétérogénéité inobservable (Louviere et al., 2000). Le modèle logistique mixte permet d'introduire une certaine flexibilité dans la qualification des sources d'hétérogénéités des préférences : les attributs concernés d'une part et la prise en compte des variables non-observables d'autre part (Train, 2002 ; Louviere et al., 2000). Pour ce faire, il suppose que les coefficients associés aux attributs dont les préférences sont hétérogènes sont aléatoires et que chacun suit une distribution dont les paramètres (moyenne et variance) seront estimés par le modélisateur (Train, 2002). Nous avons précisé dans le chapitre (II) que cette distribution de valeurs des coefficients des attributs des scénarios de choix peut suivre différentes lois.

Pour cette analyse, les coefficients associés aux attributs non monétaires ont été spécifiés pour être distribués de manière aléatoire et suivre la loi normale ; la distribution des coefficients associés à l'augmentation de la facture d'eau est quant à elle supposée d'abord être fixe. Or, définir le coefficient associé à l'attribut monétaire comme fixe conduit à considérer que les répondants réagissent à une variation du montant de la facture de manière identique quelles que soient leurs caractéristiques (observables et non-observables) (Hensher et Greene, 2003). Cela reste une hypothèse très restrictive. C'est pourquoi, dans une deuxième régression, nous supposons que le coefficient devant le prix est également aléatoire, et suit une loi log-normale. De cette manière, l'estimation de la distribution des valeurs du coefficient de prix ne doit prendre en charge que les valeurs négatives. L'estimation du modèle dans l'espace des CAP est actuellement conseillée (Giergiczny et al., 2012). Cependant, cette approche n'est pas pertinente lorsque le prix n'intervient pas de manière linéaire dans l'équation de choix (Hess et Train, 2017). Les résultats de l'estimation du modèle *logistique multinomial* montrent justement que deux variables d'interaction avec le prix (**LOW-INFRA** et **HIGH**) sont significatives. Nous allons les garder dans l'estimation du modèle logit mixte, et de ce fait nous nous limitons à une estimation dans l'espace des préférences.

Les résultats de l'estimation du modèle logistique mixte simple sont présentés dans le tableau (III.2.3.A). Nous constatons qu'un modèle *logit mixte* est plus performant qu'un *logit*

conditionnel standard car les valeurs des logs de vraisemblance associées aux deux versions du *logit mixte* sont plus élevées en valeur absolue que celle associée au modèle *logit conditionnel* standard. Les critères d'information **AIC** et **BIC** nous suggèrent cependant de retenir plutôt le modèle où l'ensemble des coefficients des attributs sont aléatoires, y compris le prix. Nous conservons donc pour la suite de l'analyse cette version du modèle.

Nous constatons d'abord que l'hétérogénéité des préférences concernent l'ensemble des attributs (écarts-types significatifs), même si pour certains niveaux, ce paramètre n'est pas significatif. Par ailleurs, l'estimation d'un modèle *logit mixte* fait apparaître que, même si en moyenne les enquêtés n'expriment pas un CAP positif pour l'attribut *SUIVI*, pour certains d'entre eux une performance tournée vers cet attribut peut conduire à une utilité positive. Les valeurs de l'écart-type pour les variables *SUIVI2* et *SUIVI3* sont significatives.

Tableau III.2.3.A : Modèles logistiques mixte simples

Choix effectif	(1)	(2)
Moyennes		
ASC3	-2,44*** (0,39)	-2,91*** (0,39)
Goût et couleur niveau 2	-0,29*** (0,067)	-0,33*** (0,079)
Goût et couleur niveau 3	1,21*** (0,11)	1,36*** (0,13)
Coupures niveau 2	0,037 (0,071)	0,024 (0,079)
Coupures niveau 3	- 0,20** (0,078)	-0,18** (0,087)
Suivi niveau 2	0,065 (0,084)	0,030 (0,093)
Suivi niveau 3	0,014 (0,074)	0,020 (0,085)
Ressource niveau 2	0,030 (0,073)	0,077 (0,08)
Ressource niveau 3	0,43*** (0,074)	0,47*** (0,085)
Prix	-0,027*** (0,0025)	-0,040*** (0,0043)
Ecart-types		
ASC3	3,48*** (0,383)	3,6*** (0,43)
Goût et couleur niveau 2	0,10 (0,20)	0,037 (0,23)
Goût et couleur niveau 3	0,67*** (0,11)	0,84*** (0,13)
Coupures niveau 2	0,10 (0,16)	0,19 (0,13)
Coupures niveau 3	0,31** (0,12)	0,44*** (0,13)
Suivi niveau 2	0,20 (0,17)	0,32** (0,16)
Suivi niveau 3	0,015 (0,34)	0,30** (0,13)
Ressource niveau 2	0,25* (0,15)	0,092 (0,20)
Ressource niveau 3	0,15 (0,26)	0,41*** (0,13)
Prix		0,044*** (0,064)
Nombre d'observations	4500	4500
Log-vraisemblance	-1098,69	-1073,57
Pseudo R²	0,17	0,19
AIC	2235,375	2187,139
BIC	2357,20	2315,38

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les t-stat.

Nous poursuivons notre analyse avec un modèle complet c'est-à-dire intégrant également l'impact des hétérogénéités observables. Une première estimation (tableau **(III.2.3.B)** colonne 1) considère l'ensemble des variables testées et validées dans le cadre du *modèle logit conditionnel avec effets d'interaction* (tableau **(III.2.2.2.B)**, colonne 5). Si nous comparons les deux modèles, nous constatons que l'introduction d'une hétérogénéité des préférences pour l'ensemble des attributs, y compris le coût, s'est soldée par une perte de significativité des variables individuelles, en dehors de *ALTRUISMEPA*ASC3*. Nous procédons également à l'estimation de deux autres modèles alternatifs, en éliminant certaines variables dont les coefficients sont non-significatifs (tableau **(III.2.3.B)**, colonnes 2 et 3). Mais les significativités des variables censées contrôler pour l'hétérogénéité observables sont très instables d'une équation à l'autre.

Tableau III.2.3.B : Modèles logistiques mixte avec caractéristiques socioéconomiques

Choix effectif	(1) Modèle retenu du logit conditionnel	(2)	(3)
ASC3	-2,81*** (0,51)	-2,71*** (0,55)	-3,12*** (0,48)
Goût et couleur niveau 2	-0,32*** (0,07)	-0,31*** (0,08)	-0,33*** (0,08)
Goût et couleur niveau 3	1,33*** (0,13)	1,36*** (0,12)	1,35*** (0,12)
Coupures niveau 2	0,03 (0,08)	0,03 (0,08)	0,02 (0,08)
Coupures niveau 3	-0,17** (0,09)	-0,20** (0,09)	-0,19** (0,09)
Suivi niveau 2	0,03 (0,09)	0,03 (0,09)	0,02 (0,09)
Suivi niveau 3	0,03 (0,08)	0,014 (0,08)	0,02 (0,09)
Ressource niveau 2	0,07 (0,08)	0,07 (0,08)	0,07 (0,08)
Ressource niveau 3	0,47*** (0,09)	0,49*** (0,09)	0,47*** (0,09)
Prix	-0,041*** (0,005)	-0,037*** (0,004)	-0,039*** (0,005)
AGE*ASC3	0,58 (0,54)		
LOW-INFRA*ASC3	0,36 (0,68)		
LOW-INFRA*PRIX	0,01 (0,006)	0,008 (0,006)	0,009 (0,006)
HIGH*PRIX	0,05 (0,004)	0,005 (0,005)	0,010* (0,005)
LEGVALUE*RESSOURCE2			
LEGVALUE*RESSOURCE3			
OPVALUE*RESSOURCE2			
OPVALUE*RESSOURCE2			
ALTRUISMPA*ASC3	-2,02*** (0,61)	-2,36*** (0,63)	
ALTRUISME*ASC3	0,51 (0,54)	1,04* (0,60)	0,16 (0,56)
ASC3	3,68*** (0,46)	4,22*** (0,49)	3,60*** (0,41)
Goût et couleur niveau 2	0,007 (0,24)	0,11 (0,15)	0,08 (0,25)
Goût et couleur niveau 3	0,87*** (0,14)	0,79*** (0,12)	0,80*** (0,13)
Coupures niveau 2	0,20 (0,13)	0,14 (0,13)	0,23* (0,12)
Coupures niveau 3	0,38*** (0,14)	0,31*** (0,11)	0,39*** (0,13)
Suivi niveau 2	0,37** (0,16)	0,31** (0,14)	0,30* (0,16)
Suivi niveau 3	0,20 (0,13)	0,06 (0,19)	0,31*** (0,12)
Ressource niveau 2	0,09 (0,17)	0,23 (0,15)	0,06 (0,20)
Ressource niveau 3	0,43*** (0,12)	0,53*** (0,13)	0,43*** (0,12)
Prix	0,042*** (0,006)	0,038*** (0,007)	0,046*** (0,007)
Nombre d'observations	4500	4500	4500
Log-vraisemblance	-1063,38	-1062,26	-1070,51
AIC	2178,75	2172,52	2187,03
BIC	2345,46	2326,40	2334,50

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts-types.

2.4 Le modèle à classes latentes

Si le Mixed Logit traite de l'hétérogénéité inobservable, il ne permet pas de la structurer (Greene et Hensher, 2003), au contraire du modèle logistique à classes latentes. Dans ce dernier, l'hétérogénéité est structurée autour de variables qualifiées de « latentes » qui sont des segments qui ne sont pas directement observables mais qu'on peut estimer (Holmes et Adamowicz, 2003). A la différence des modèles à paramètres aléatoires, qui considèrent que le poids de chaque caractéristique des alternatives dans l'utilité dépend directement de l'individu (Train, 2002). L'hétérogénéité n'est pas directement liée aux individus mais est latente aux groupes d'individus dont on peut réaliser un portrait à partir des caractéristiques individuelles. Ainsi, appartenir à un groupe va dépendre de certains comportements, attitudes, perceptions, opinions et surtout des caractéristiques socioéconomiques (Boxall et Adamowicz, 1999). Il est difficile de conclure à la supériorité d'un modèle par rapport à l'autre, tous deux ayant leurs avantages et inconvénients (Greene et Hensher, 2003 ; Shen et al., 2006). Sur le plan théorique, le modèle à classes latentes est plus simple, plausible et statistiquement testable que le *mixed logit* (Shen, 2009). Il est cependant moins flexible étant donné que les paramètres associés à des variables individuelles doivent être fixes par classe (Shen, 2009 ; Greene et Hensher, 2003). Néanmoins, l'un des avantages indéniables du modèle à classes latentes est que la structuration de l'hétérogénéité autour d'un ensemble limité de caractéristiques individuelles est plus pratique pour la prise de décision et la mise en place des politiques publiques (Nijenstein, 2012 ; Shen, 2009 ; Shen et al., 2006). Dans cette étude, le fait qu'il soit difficile d'obtenir une vision claire de l'effet des caractéristiques observables sur les préférences, variables sur lesquelles le décideur public peut prendre appui, nous amène à estimer dans un troisième temps le modèle à classes latentes.

La mise en application du modèle à classes latentes se déroule en 2 principales étapes : (i) la détermination du nombre de classes et (ii) l'estimation du modèle (Holmes et Adamowicz, 2003). Nous restons dans le même cadre que celui de l'estimation de *mixed logit*, à savoir que 5 principales variables sont soupçonnées d'expliquer l'hétérogénéité inobservable de nos répondants : l'âge, le niveau d'infrastructure, le niveau de revenu et l'altruisme paternaliste et l'altruisme global.

2.4.1 Sélection du nombre de classes

A priori, on ne connaît pas le nombre de classes latentes pertinent pour décrire un échantillon donné. N'étant pas un paramètre du modèle, on ne peut pas estimer directement le nombre de classes N (Shen, 2009). Dans la littérature empirique, il est déterminé en répétant l'estimation du modèle avec un changement de nombre de classes pour retenir finalement le modèle minimisant les critères de décision comme le critère d'information d'Akaike (**AIC**), le critère consistant d'information d'Akaike (**CAIC**) et le critère d'information bayésien de Schwartz (**BIC**) (Yoo, 2019 ; Pacifico et Yoo, 2013 ; Doiron et Yoo, 2017 ; Shen, 2009 ; Greene et Hensher, 2003).

Nous avons commencé par identifier le nombre de classes, mais au-delà d'une version à deux classes du modèle de choix, celui-ci ne converge plus. Nous avons testé par la suite plusieurs nombres de classes de 2 à 4 en insérant une contrainte (**SUIVI** comme fixe) pour faciliter la convergence des estimations. Le tableau (III.2.4.1) ci-dessous récapitule l'ensemble des critères de décisions. La lecture de ce tableau nous indique que le nombre de classes optimal pour notre échantillon est de 3, ce modèle présentant les plus petites valeurs du BIC et du CAIC. Nous restituons par conséquent les estimations issues de ces deux versions : un modèle de choix à classe latente à deux classes, puis un modèle de choix à classe latente à trois classes.

Tableau III.2.4.1 : Nombre optimal de classes

Modèle	Observations (N)	Vraisemblance (LL)	Critère d'Akaike (AIC)	Critère d'Akaike consistant (CAIC)	Critère de Bayes (BIC)
2 classes	4500	-1123,50	2287,01	2381,08	2361,08
3 classes	4500	-1078,95	2217,91	2359,02	2329,02
4 classes	4500	-1055,64	2192,08	2380,24	2340,24

2.4.2 Les résultats de l'estimation du modèle à deux classes

Comme dans le cas du *mixed logit*, nous procédons d'abord à l'estimation du modèle à classes latentes avec l'ensemble des 4 caractéristiques individuelles soupçonnées d'être à l'origine de l'hétérogénéité, pour retenir finalement un modèle où la probabilité d'appartenance à une des

trois classes serait plutôt fonction des degrés d'altruisme : l'altruisme paternaliste et l'altruisme global. Le tableau (III.2.4.2) ci-dessous indique qu'un enquêté a **77 %** de chance d'appartenir à la classe de préférences (1). Il montre par ailleurs, qu'on a dans la classe (1) des individus plutôt altruistes « paternalistes » (*ALTRUISMSMPA* est significatif et positif), et dans la classe (2) les altruistes « globaux » (*ALTRUISME* significatif et négatif). Si nous regardons de près leurs préférences en matière de performances des SAEP à long-terme, nous pouvons constater qu'un premier groupe de répondants, la majorité (**77 %**) plutôt motivée par l'altruisme paternaliste, est prête à payer pour améliorer les deux dimensions de la performance de long terme des SAEP, i.e. technique au travers les performances en matière de goût et couleur d'une part, et en lien avec la préservation de la ressource en eau d'autre part. L'autre groupe, plutôt minoritaire (**23 %**) et motivé d'abord par l'altruisme global, est prêt à payer uniquement pour l'amélioration de la performance de la dimension technique des SAEP.

Tableau III.2.4.2 : Modèles à classes latentes avec 2 classes

Choix effectif	Estimation endogène		Avec Toutes variables individuelles		Modèle définitif	
	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2
ASC3	-1,99*** (0,25)	0,24 (0,54)	-1,94*** (0,23)	0,32 (0,59)	-2,02*** (0,24)	0,27 (0,51)
Goût et couleur niveau 2	-0,27*** (0,06)	-0,23 (0,24)	-0,27*** (0,06)	-0,20 (0,25)	-0,27*** (0,06)	-0,21 (0,22)
Goût et couleur niveau 3	1,007*** (0,07)	0,78*** (0,20)	1,01*** (0,07)	0,72*** (0,20)	1,01*** (0,07)	0,75*** (0,19)
Coupures niveau 2	0,09 (0,07)	-0,22 (0,22)	0,09 (0,07)	-0,25 (0,24)	0,09 (0,07)	-0,17 (0,21)
Coupures niveau 3	- 0,20*** (0,07)	-0,18 (0,23)	- 0,19*** (0,07)	-0,21 (0,24)	- 0,19*** (0,07)	-0,25 (0,22)
Suivi niveau 2	0,05 (0,08)	-0,18 (0,24)	0,05 (0,08)	-0,24 (0,24)	0,05 (0,08)	-0,20 (0,21)
Suivi niveau 3	-0,02 (0,07)	-0,16 (0,23)	-0,02 (0,07)	-0,12 (0,25)	-0,02 (0,07)	-0,11 (0,22)
Ressource niveau 2	0,05 (0,07)	0,06 (0,20)	0,05 (0,07)	0,11 (0,21)	0,04 (0,07)	0,13 (0,19)
Ressource niveau 3	0,39*** (0,07)	0,24 (0,19)	0,38*** (0,07)	0,25 (0,20)	0,38*** (0,07)	0,25 (0,18)
Prix	-0,020*** (0,002)	-0,034*** (0,006)	-0,021*** (0,002)	-0,033*** (0,006)	-0,020*** (0,002)	-0,034*** (0,006)
Constante	1,26*** (0,22)		1,20*** (0,46)		1,14*** (0,29)	
AGE			-0,30 (0,34)			
LOW-INFRA			-0,35 (0,38))			
HIGHREV			-0,02 (0,34)			
LEGVALUE			0,32 (0,65)			
OPVALUE			0,17 (0,60)			
ALTRUISMPA			1,28*** (0,42)		1,38*** (0,40)	
ALTRUISME			-0,67* (0,34)		-0,58* (0,33)	
Probabilité de classe	0,777	0 ,223	0,790	0 ,210	0,772	0,228
Nbre d'observations	4500		4500		4500	
Log-vraisemblance	-1122,20		-1113,04		-1114,28	
AIC	2286,39		2282,08		2274,57	
BIC	2364,18		2385,78		2359,75	

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts-types

2.4.3 *Les résultats du modèle avec trois classes*

Ici également, nous procédons d'abord à l'estimation du modèle à classes latentes avec l'ensemble des 5 caractéristiques individuelles soupçonnées d'être à l'origine de l'hétérogénéité, pour retenir finalement un modèle où la probabilité d'appartenance à une des trois classes seraient plutôt fonction de trois caractéristiques individuelles en dehors de la constante : le niveau (plutôt faible) de l'infrastructure du lieu de résidence, l'altruisme paternaliste et l'altruisme global. Le tableau (III.2.4.3) ci-dessous révèle qu'il y a **13 %** de chance d'appartenir à la classe (1), **34 %** d'appartenir à la classe (2) et **53 %** d'appartenir à la classe (3). En pratique, les classes (1) et (2) sont déterminées en comparaison à la classe (3) qui constitue la classe de référence. Le tableau (III.2.4.3) propose la structuration de chaque classe. Il montre que la caractéristique la plus marquante qui différencie les classes (1) et (2) de la classe (3) est le degré de l'altruisme paternaliste. En d'autres termes, on a plus de chance de retrouver des individus ayant un degré d'altruisme paternaliste plus élevé dans la classe (3). La classe (2) en comparaison de la classe (3) réunit plus de répondants résidant dans des territoires avec un niveau d'infrastructures plutôt élevé.

Si on regarde les classes de préférences, on remarque qu'il y a un groupe de répondants, plutôt minoritaire, pour lequel la variable **PRIX** n'est pas significative. Puis, la structuration des deux groupes restants qui montrent des préférences similaires à celles observées avec le modèle de choix à deux classes : un groupe privilégiant seulement les dimensions techniques, et un autre groupe intéressé par les deux dimensions techniques et environnementales. C'est pourquoi, pour la suite de l'analyse, et afin de disposer des montants des CAP, nous allons garder les résultats issus du modèle à deux classes.

Tableau III.2.4.3 : Classes latentes avec l'attribut SUIVI, fixe car non significatif

Equation de Choix	Modèle initial			Avec Toutes variables individuelles			Modèle définitif		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 1	Classe 2	Classe 3
ASC3	6,78** (2,82)	-1,91*** (0,49)	-2,34*** (0,31)	4,53*** (1,47)	-1,92*** (0,37)	-2,82*** (0,51)	4,46*** (1,43)	-1,90*** (0,35)	-2,93*** (0,50)
Goût et couleur niveau 2	0,16 (0,61)	-0,27 (0,20)	-0,25*** (0,07)	-0,13 (0,45)	-0,28* (0,15)	-0,20** (0,08)	-0,12 (0,45)	-0,28** (0,14)	-0,19** (0,08)
Goût et couleur niveau 3	0,90* (0,47)	1,28*** (0,23)	0,98*** (0,08)	0,69* (0,39)	1,52*** (0,23)	0,91*** (0,10)	0,68* (0,39)	1,50*** (0,22)	0,91*** (0,10)
Coupures niveau 2	0,27 (0,65)	-0,32* (0,19)	0,12 (0,07)	0,27 (0,46)	-0,23 (0,15)	0,10 (0,08)	0,29 (0,45)	-0,21 (0,15)	0,09 (0,08)
Coupures niveau 3	-1,55* (0,79)	-0,20 (0,22)	- 0,19** (0,08)	-1,29** (0,61)	0,13 (0,16)	- 0,27*** (0,10)	-1,30** (0,61)	0,12 (0,15)	- 0,28*** (0,10)
Suivi niveau 2	0,04 (0,08)	0,04 (0,08)	0,04 (0,08)	0,19 (0,08)	0,19 (0,08)	0,19 (0,08)	0,14 (0,08)	0,14 (0,08)	0,14 (0,08)
Suivi niveau 3	-0,04 (0,07)	-0,04 (0,07)	-0,04 (0,07)	-0,02 (0,07)	-0,02 (0,07)	-0,02 (0,07)	-0,02 (0,07)	-0,02 (0,07)	-0,02 (0,07)
Ressource niveau 2	0,18 (0,54)	0,24 (0,23)	0,03 (0,07)	0,12 (0,38)	0,17 (0,15)	0,03 (0,08)	0,12 (0,37)	0,17 (0,14)	0,03 (0,08)
Ressource niveau 3	0,61 (0,56)	0,14 (0,20)	0,41*** (0,08)	0,42 (0,37)	0,03 (0,19)	0,48*** (0,12)	0,42 (0,36)	0,012 (0,17)	0,50*** (0,12)
Prix	0,036 (0,022)	-0,061*** (0,010)	-0,015*** (0,026)	0,017 (0,014)	-0,053*** (0,007)	-0,011*** (0,030)	0,016 (0,014)	-0,052*** (0,007)	-0,011*** (0,030)
Constante	-1,71*** (0,20)	-1,13*** (0,26)		-0,89 (0,59)	-0,003 (0,7)		-1,21*** (0,40)	0,42 (0,40)	
AGE				0,31 (0,42)	-0,14 (0,38)				
LOW-INFRA				0,34 (0,43)	-1,06** (0,48)		0,30 (0,42)	-1,08** (0,47)	
HIGHREV				-0,23 (0,41)	0,39 (0,41)				
LEGVALUE				-0,62 (0,78)	-0,18 (0,77)				
OPVALUE				0,006 (0,75)	0,47 (0,72)				
ALTRUISMPA				-1,36*** (0,50)	-1,75*** (0,42)		-1,55*** (0,47)	-1,61*** (0,39)	
ALTRUISME				-0,16 (0,36)	-0,16 (0,36)		0,47 (0,40)	-0,17 (0,35)	
Probabilité de classe	0,119	0,218	0,663	0,131	0,336	0,533	0,131	0,344	0,525
Nbre d'observations	4500			4500			4500		
Log-vraisemblance	-1079,26			-1060,45			-1063,42		
AIC	2214,51			2204,905			2194,84		
BIC	2318,22			2360,47			2320,77		

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts-types.

3 DISCUSSION

3.1 Profils des classes de préférences

Si le modèle logistique à classes latentes nous apprend que l'altruisme global et paternaliste structurent l'hétérogénéité de préférences entre les deux classes, nous pouvons esquisser un portrait plus complet de ces classes en explorant quelques statistiques descriptives.

3.1.1 Caractéristiques socio-économiques

L'une des classes modélisées est caractérisée par des préférences tournées uniquement vers la qualité organoleptique de l'eau du robinet (goût et couleur). Avec à peu près **23 %** de probabilité d'appartenance à cette classe, elles sont minoritaires dans notre échantillon. En revanche, la majorité des répondants, qui appartiennent à l'autre classe (**77 %** de probabilité d'appartenance), manifeste une préférence pour les 2 dimensions de la performance, à savoir la dimension technique et environnementale. Selon leurs préférences estimées, nous nommerons dans la suite de ce travail les individus de la première classe les *techno-centrés*, et les membres de la deuxième classe les *visionnaires*.

L'exploration statistique de ces deux classes révèle qu'il est plus probable de retrouver des individus desservis par un réseau dit de faible niveau d'infrastructures (RFI) dans la classe des *techno-centrés* (près de **30 %** de cette classe) que dans la classe des *visionnaires* (seulement **22 %** de cette classe) (le test de différence de chi-deux²¹ est significatif à 1 % d'erreur). Il est en revanche plus probable de retrouver plus de jeunes dans la classe majoritaire des *visionnaires* que dans l'autre classe. Plus de la moitié (**54 %**) des membres de la classe des *visionnaires* a moins de 50 ans contre seulement **45 %** pour la classe des *techno-centrés*.

Avec une taille moyenne plus élevée (**2,78** contre **2,71**), les ménages de la classe des *techno-centrés* résident plus dans des maisons (sans ou avec jardin/piscine) que les ménages de la classe des *visionnaires* (**81 %** contre **70 %**). Ce constat est aussi vrai pour l'usage des techniques alternatives à l'eau du robinet en termes d'approvisionnement en eau. En effet, la moitié (**50 %**) des ménages *techno-centrés* utiliseraient une technique alternative d'approvisionnement en eau

²¹ Pour toutes les comparaisons évoquées entre les deux classes, ce test présenté dans le tableau III.3.1.1 est significatif à au moins 5 % d'erreur.

(puits, forages, eaux de pluies et récupération d'eaux usées) contre **46 %** pour les ménages *visionnaires*.

Aussi, il y'a plus de probabilité (**62 %** contre **58 %**) de retrouver des individus dotés de faibles revenus (moins de 1000€/UC/mois) dans la classe des individus que nous appelons des *techno-centrés* que celle des individus ayant également des préférences pour la dimension environnementale de la performance i.e les *visionnaires*.

Enfin, il y a plus d'individus (**34 %** contre **25 %**) qui pensent que la performance et l'infrastructure future seront meilleures que celles d'aujourd'hui dans la classe des majoritaires qui ont une préférence pour toutes les 2 dimensions de la performance.

Tableau III.3.1.1 : Caractéristiques socioéconomiques selon les classes de préférences

Caractéristiques	Classe des <i>techno-centrés</i>	Classe des <i>visionnaires</i>	Test de différence du Chi-deux de Pearson
Infrastructure (part en % des répondants desservis par un RFI)	30 %	22 %	Chi2(1) = 27,54***
Cycle de vie (Part en % des répondants ayant moins de 50 ans en 2019)	45 %	54 %	Chi2(1) = 21,87***
Taille du ménage (moyenne)	2,71	2,78	Chi2(7) = 60,91***
Résidence (Part en % des répondants résidant dans une maison (sans ou avec jardin/piscine))	81 %	70 %	Chi2(1) = 45,27***
Technique alternative (Part % des répondants ayant recours à au moins une technique alternative)	50 %	46 %	Chi2(1) = 4,41**
Niveau de revenu (Part en % des ménages vivant avec plus de 1000€/UC/mois)	58 %	62 %	Chi2(1) = 5,21**
Appréciation du futur SAEP (Part des répondants pensant que la performance et l'infrastructure futures seront meilleures qu'actuellement)	25 %	34 %	Chi2(1) = 27,48***
Probabilité d'appartenance à la classe	23 %	77 %	

3.1.2 Comportements altruistes

En regardant de plus près les deux traits altruistes qui structurent les classes, c'est-à-dire l'altruisme global et l'altruisme paternaliste, on peut observer qu'il est plus probable de retrouver des individus à fort degré d'altruisme global dans la classe des *techno-centrés* que dans celle des *visionnaires* (**59 %** contre **52 %** ont un score d'altruisme supérieur à 0). A l'inverse, l'altruisme paternaliste est plus présent chez les *visionnaires* que chez les membres de l'autre classe (**42 %** contre **20 %**). Concernant les valeurs de non-usage (Desaigues et Point, 1993), les probables membres de la classe des *visionnaires* sont plus marqués par des valeurs de legs (**84 %** contre **77 %**) et d'option (**82 %** contre **72 %**) que leurs homologues de la classe des *techno-centrés*. Ces résultats suggèrent que le degré d'altruisme paternaliste ainsi que les valeurs de non-usage telles que les valeurs d'option et de legs seraient positivement liées aux préférences par rapport à la dimension environnementale de la performance pour laquelle les *visionnaires* manifestent un fort intérêt.

Tableau III.3.1.2 : Comportements altruistes selon les classes de préférences

Caractéristiques	Classe des <i>techno-centrés</i>	Classe des <i>visionnaires</i>	Test de différence du Chi-deux de Pearson
Altruisme global (part en % des répondants)	59 %	52 %	Chi2(1) = 17,90***
Altruisme paternaliste (part en % des répondants)	20 %	42 %	Chi2(1) = 145,79***
Valeur de legs (part en % des répondants)	77 %	84 %	Chi2(1) = 31,73***
Valeur d'option (part en % des répondants)	72 %	82 %	Chi2(1) = 45,74***
Probabilité d'appartenance à la classe	23 %	77 %	

3.1.3 Choix des alternatives

Nous avons également regardé le déroulé de l'exercice dans les deux classes, principalement le choix du statuquo. On peut remarquer que la totalité des individus qu'on peut retrouver dans la classe des *techno-centrés* a au moins une fois choisi le STATUQUO contre seulement un peu plus d'un quart dans la classe majoritaire des *visionnaires* (**27 %**). On s'aperçoit même

qu'aucun individu de la classe des *visionnaires* n'a probablement choisi systématiquement le statuquo contre plus d'un tiers (38 %) pour l'autre classe. Ces statistiques sont cohérentes avec les estimations économétriques obtenues précédemment. En effet, à l'exception de la qualité organoleptique pour laquelle ils ont une préférence, les *techno-centrés* seraient indifférents à une évolution de la gestion des SAEP et de leurs performances sur les 30 prochaines années.

Tableau III.3.1.3 : Choix du statuquo

Caractéristiques	Classe des <i>techno-centrés</i>	Classe des <i>visionnaires</i>	Test de différence du Chi-deux de Pearson
Choix du statuquo au moins une fois (part en % des répondants)	100 %	27 %	Chi2(1) = 1,70 ^{e03***}
Choix systématique du statuquo (part en % des répondants)	38 %	0 %	Chi2(1) = 1,90 ^{e03***}
Probabilité d'appartenance à la classe	23 %	77 %	

3.2 Arbitrages entre dimensions techniques et dimensions environnementales

En mettant en place un protocole empirique de choix discrets pour étudier les préférences des usagers pour la performance de long terme des SAEP, l'une de nos hypothèses était que les répondants font des arbitrages entre les 2 dimensions de la performance telles que décrites par les attributs présentés dans le chapitre II (*section 3*). Nous arrivons à la conclusion que les deux dimensions techniques et environnementales sont valorisées, ce qui confirme l'idée que la performance des SAEP ne se limite pas à ses aspects techniques (Blamey et al., 1999 ; Hope et Garod, 2004 ; Willis et al., 2005). L'autre intérêt d'une approche par le MECD est qu'au-delà de permettre une estimation de plusieurs composantes d'un bien/service, elle révèle l'ordre d'importance de chacune (Louviere et al., 2000). L'étude de Blamey et al. (1999), l'une des premières études MECD à traiter de la performance des SAEP, montre par exemple que les habitants de Canberra (Australie) étaient prêts à payer plus pour la sauvegarde de l'état des milieux aquatiques que pour éviter une diminution de la quantité d'eau qu'ils utilisent. Dans la même veine, Willis et al. (2005) trouvent que les habitants du Yorkshire (Royaume-Uni) accordent une valeur monétaire plus élevée à une réduction des incidents de pollution dus aux

services d'eau qu'au maintien de la qualité biologique et chimique de l'eau. Ces travaux nous amènent à penser que les populations des pays développés valoriseraient plus les caractéristiques environnementales de la performance des SAEP que la dimension technique, une thèse qui peut être soutenue par les très bons niveaux de performances techniques qu'on y observe²². En plaçant la gestion des SAEP et de leurs performances dans le long terme (30 ans), nous nous attendions à ce que l'hypothèse d'une plus grande valorisation de la dimension environnementale soit démontrée. Cependant, le rapport de force entre dimension technique et dimension environnementale de la performance des SAEP n'est pas si simple à établir. En effet, les dimensions peuvent être formées de plusieurs caractéristiques dont les valeurs respectives peuvent conduire à une impasse lorsqu'on cherche à comparer les dimensions. Par exemple, un critère environnemental peut être plus important qu'un critère technique et dans le même temps être moins important qu'un autre critère technique. Ce cas se rapproche beaucoup de nos résultats qui donnent une plus grande importance à la préservation de la ressource par rapport aux interruptions du service et à contrario une plus petite importance par rapport à la qualité organoleptique de l'eau. Ces résultats se rapprochent également de ceux de Willis et al. (2005) dont les résultats révèlent une plus grande valorisation de la réduction des incidents de pollution par rapport à la qualité biologique de l'eau et à l'inverse une moindre valorisation par rapport au maintien d'une offre de sécurité minimum des quantités d'eau. Dans ce cas, les politiques d'amélioration des services d'eau et de leurs performances doivent être très décentralisées et cibler les caractéristiques plutôt que les dimensions de façon globale. Nos résultats montrent clairement que l'aspect organoleptique de l'eau et la préservation de la ressource constituent les caractéristiques de la performance qui préoccupent le plus les répondants à long terme. Toutefois, il faut noter que la valorisation des caractéristiques de la performance des SAEP n'est pas universelle et dépend fortement de l'environnement géographique et socioéconomique du service évalué.

3.3 Préférences non-linéaires

Cette réflexion n'est pas tout à fait complète si l'on ne s'intéresse pas à ce qui se passe au niveau de chaque attribut. En effet pour certains, tous les niveaux n'exercent pas une influence significative sur les choix (figure **III.3.3**). Dans ce cas, on parle de préférences non-linéaires

²² En France par exemple le taux de conformité est de plus de 99 % pour la qualité biologique et de plus de 98 % pour la qualité physico-chimique (Données SISPEA).

(Hess et al., 2008 ; Whelan et Crockett, 2009). C'est le cas de **COUPURE** dont seulement le coefficient du niveau 3 est significatif. En d'autres termes, les répondants sont indifférents par rapport à une fréquence des coupures d'eau non programmées 24h à l'avance égale à 1 fois/an ou 2 fois/an mais seraient contre une réduction de cette fréquence à 1 fois tous les 5 ans. Ce résultat va à l'encontre de la plupart des travaux passés qui trouvent un effet positif et linéaire d'une réduction de la fréquence des coupures d'eau sur l'utilité des usagers d'eau (Willis et al., 2005, Macdonald et al., 2005 ; Macdonald et al., 2010). Il peut être expliqué par la particularité de notre étude qui inscrit la performance dans le long-terme (30 ans). Le deuxième attribut pour lequel l'effet sur l'utilité des répondants est non linéaire est la préservation de la ressource. On observe en effet que la situation actuelle apporte une grande désutilité aux répondants et qu'à contrario, ils semblent tirer une grande utilité d'une préservation forte de la ressource. Entre ces deux niveaux extrêmes, le niveau intermédiaire n'a pas d'effet significatif sur l'utilité. La désutilité liée au maintien du niveau actuel est plus grande que l'utilité associée à une préservation forte. Ce résultat peut trouver son explication dans ce que l'on qualifie généralement de *pertes irréversibles* (Chevassus-au-Louis et al., 2009 ; Desaignes et Point, 1993) qui font que la dégradation d'un actif naturel a un impact plus important que sa préservation.

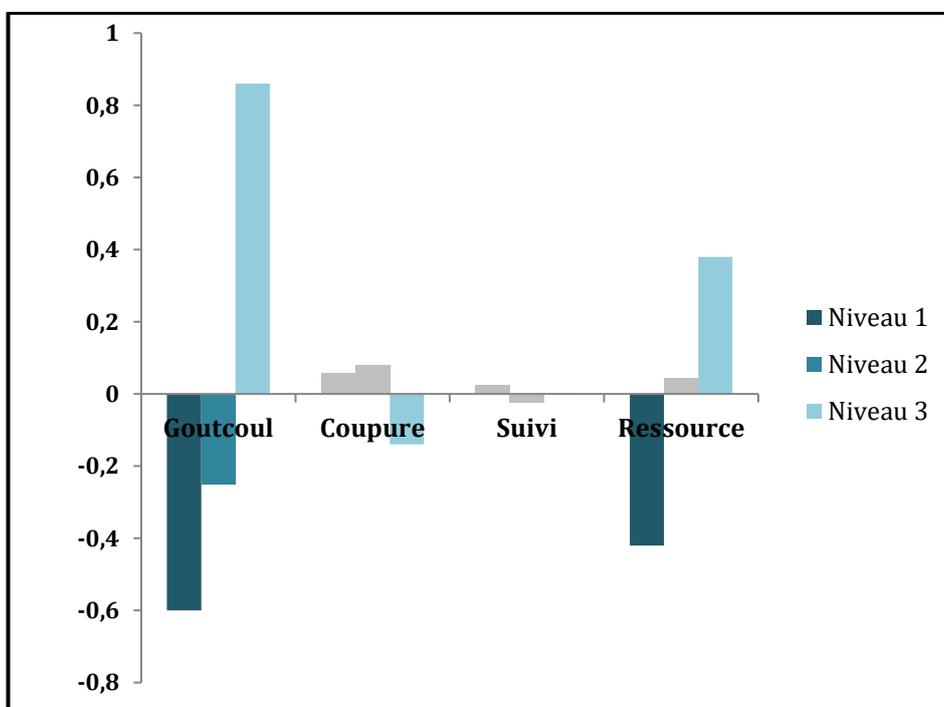


Figure III.3.3 : Graphique des effets des niveaux d'attributs sur l'utilité selon le modèle CLM de base

Note : Niveaux non significatifs en gris

3.4 Préférences hétérogènes

En matière environnementale, l'étude des préférences révèle souvent une hétérogénéité entre usagers/consommateurs étant donné la multitude de facteurs socioéconomiques et psychométriques auxquels elles font appel (Faccioli et al., 2020 ; Phaneuf, 2013). En particulier, la demande en services d'eau potable renvoie à plusieurs déterminants associés aux usagers eux-mêmes, à leurs ménages, mais également aux conditions climato-géographiques du service d'eau (Nauges et Thomas, 2000 ; Hanemann, 2005 ; Martins et Fortunato, 2007). Les préférences pour les caractéristiques de la performance des SAEP ne peuvent donc pas être dissociées des conditions individuelles et géographiques des usagers. Par exemple, certaines études montrent que la qualité biologique de l'eau est plus préoccupante pour les populations rurales que urbaines (Kanyoka et al., 2008). Un autre exemple concernant l'impact des conditions individuelles sur les préférences en termes de performance à long terme des SAEP est que les CAP pour la réduction des interruptions du service d'eau varient avec le nombre d'interruptions du service déjà expérimentées par les usagers (Willis et al., 2005 ; Hensher et al., 2005). Une comparaison des études passées au niveau mondial montre bien des hétérogénéités de préférences selon les zones géographiques. On remarque en effet que dans les pays ou régions à fortes contraintes hydrologiques comme l'Australie et l'Afrique du Sud, les usagers retirent une plus grande utilité de la mise en place des programmes visant à réduire les interruptions de service (Hensher et al., 2005 ; Snowball et al., 2007 ; MacDonald et al., 2010), à l'inverse du Royaume-Uni (Willis et al., 2005). A une échelle réduite, Latinopoulos (2014), l'un des rares à traiter de l'hétérogénéité observable, montre à partir des données collectées dans la municipalité de New Propondita (Grèce) que les populations du nord ont une plus grande préférence pour les programmes visant à améliorer la qualité de l'eau alors que celles du sud préfèrent les programmes visant à réduire les problèmes d'interruption. Il explique cette hétérogénéité de préférence par les conditions hydrologiques des deux zones à savoir que le nord fait face à une rareté de la ressource en termes de qualité alors que le sud est confronté à un problème de quantité. Par ailleurs, il obtient que les personnes les plus jeunes préfèrent une amélioration de la qualité de l'eau et que les plus fortunées sont plus disposés à payer le coût des programmes. A ce titre, l'estimation de notre équation de choix à partir d'un modèle logistique conditionnel avec interactions qui est le modèle adapté à l'analyse des hétérogénéités observables (Louviere et al, 2000) montre que plus globalement, les répondants les plus âgés préfèrent moins une amélioration de la gestion des SAEP que la moyenne de l'échantillon. Ce résultat s'explique par le positionnement des personnes âgées dans le cycle de vie. En effet,

elles ont une probabilité moindre de jouir de tous les bénéfices des programmes d'amélioration qui vont durer 30 ans. En ce qui concerne l'hétérogénéité liée au niveau de revenu, nous obtenons les mêmes résultats que Latinopoulos (2014) i.e que les ménages les plus aisés sont plus disposés à payer, ce qui signifie que la performance de long terme des SAEP constituent un bien normal²³ au sens économique du terme (Varian, 1992). Enfin, l'estimation du modèle logistique multinomial révèle deux formes d'hétérogénéité observable concernant l'état des infrastructures. Les répondants desservis par des réseaux locaux faiblement dotés d'infrastructures (en qualité comme en quantité) préfèrent moins une amélioration de la gestion des SAEP sur le long terme et par conséquent souhaitent moins financer les programmes d'amélioration. Ce résultat peut trouver un éclairage dans l'adoption des techniques alternatives individuelles c'est-à-dire le recours aux eaux de puits, forages, pluies et les eaux usées (recyclées), qui inciterait les usagers à moins contribuer à l'amélioration des réseaux collectifs d'eau. En effet, plus les réseaux d'eau collectifs sont défectueux en infrastructures plus les usagers se tournent vers les techniques alternatives individuelles pour pallier l'offre insuffisante du service (Isnard, 2014). Le modèle logistique à 2 classes latentes donne des résultats qui vont dans le même sens. Les statistiques descriptives réalisées sur les deux classes de répondants montrent que la classe des répondants indifférents à la situation de référence c'est-à-dire une absence de programme visant à faire évoluer la performance de long terme fait probablement plus recours à des techniques alternatives (**50 %** contre **46 %**) et est moins disposée à payer que l'autre classe.

En fait, les hétérogénéités observables liées à l'âge et à l'état des infrastructures telles que nous les révèle le modèle logistique conditionnel avec interaction dépendent d'autres facteurs exogènes au modèle, non observables ou non pris en compte : le cycle de vie et la valeur d'option pour l'hétérogénéité liée à l'âge, ou l'adoption des techniques alternatives et le niveau des infrastructures (Isnard, 2014). Comme nous l'avons évoqué dans la présentation des résultats, le modèle logistique mixte à paramètre aléatoire évite cette confusion dans l'estimation des hétérogénéités de préférences (Louvière et al., 2000). La non-significativité des hétérogénéités observables liées à l'âge et aux infrastructures dans le modèle logistique mixte confirme en effet la présence d'une hétérogénéité aléatoire. Néanmoins, le modèle à deux classes latentes nous a permis de structurer l'hétérogénéité des préférences autour de 2 typologies d'altruisme.

²³ Un bien normal est défini comme un bien dont la demande augmente lorsque le niveau de revenu augmente pour un individu (Varian, 2006).

3.5 Préférences par rapport aux SAEP et motivations altruistes

L'explication de l'hétérogénéité de préférences concernant les services environnementaux par les motivations altruistes est actée dans la littérature depuis les travaux de Schwartz et Heberlein dans le cadre du modèle « *norm-activation of altruism* » qui stipule que les préoccupations environnementales sont actionnées par les motivations altruistes (Stern et Dietz, 1994 ; Schwartz, 1977 ; Heberlein et Black, 1976 ; Heberlein, 1972 ; Schwartz, 1970). Deux types d'altruisme intéressent particulièrement les économistes à savoir l'altruisme intergénérationnel et l'altruisme rationnel que Popp (2001) appelle respectivement « fort » et « faible ». Selon cet auteur, en matière environnementale ces motivations peuvent être approchées en termes de valeurs de non-usages (Krutilla, 1967 ; Desaignes et Point, 1993). En effet, la première est liée à la *valeur de legs* (Becker, 1965 ; Wolf, 2010 ; Ballet, 1998) et la seconde se rapporte à la valeur d'option (Desaignes et Point, 1993). A ces deux formes d'altruisme, on peut ajouter *l'altruisme paternaliste* qui concerne exclusivement un bien/service donné (Jacobsson et al., 2007). Nous avons également inclus dans notre analyse, l'impact de l'altruisme décontextualisé nommé *l'altruisme global ou social* (Arrondel et al., 2004).

Dans le domaine des services d'eau potable, l'analyse des effets des motivations altruistes sur les préférences individuelles à partir de la MECD est pratiquement inexistante. Quelques exemples concernent le recyclage de déchets ménagers (Czajkowski et al., 2017), les aménités forestières (Suh et Harrison, 2006) ou encore la pollution de l'environnement (Rodriguez et Léon, 2004). Quelle que soit la forme d'altruisme ou les services environnementaux à évaluer, ces études concluent généralement à une relation positive entre l'altruisme et la valorisation des biens/services environnementaux, comme l'avaient estimé Diamond et Hausman (1994).

La comparaison des modèles logistiques mixtes et à classes latentes de notre étude montre que l'altruisme peut effectivement structurer l'hétérogénéité des préférences par rapport à la performance de long terme des SAEP. Cependant, cette hétérogénéité liée aux motivations altruistes n'est pas distribuée de manière aléatoire dans l'échantillon mais distingue bien 2 groupes d'individus : l'un marqué par l'altruisme paternaliste et l'autre marqué par l'altruisme social. Le premier groupe souhaite une évolution de la gestion des SAEP et de leurs infrastructures sur les 30 prochaines années et manifeste fortement une préférence pour la dimension environnementale de la performance. Le second en revanche est indifférent à l'évolution de la gestion des SAEP et de leurs infrastructures et ne manifeste qu'une préférence pour le maintien à un bon état du goût et de la couleur de l'eau. Ce résultat suggère que pour

faire évoluer la gestion des SAEP en se basant sur la contribution des usagers, les décideurs publics doivent principalement faire appel à la volonté des individus marqués par un altruisme particulier envers les SAEP et l'infrastructure, c'est-à-dire un altruisme paternaliste. Ce résultat est cohérent avec l'une des conclusions du chapitre (I) selon laquelle le financement de l'infrastructure collective d'eau à travers la contribution des usagers doit se baser sur l'altruisme d'une partie des usagers prêts à continuer l'utilisation des réseaux collectifs et prêts à payer pour l'amélioration de ces réseaux même en cas de coûts générés par la sortie de certains usagers qui font recours aux techniques alternatives. En effet la question utilisée pour construire la variable d'altruisme paternaliste évoque bien la volonté des répondants à payer plus cher pour améliorer le renouvellement et l'entretien des infrastructures d'eau dans les zones aux contraintes particulières telles que les zones rurales ou insulaires (*confer Q.47 du questionnaire*).

L'investigation de l'impact des valeurs de legs et d'option montre que ces deux valeurs de non-usage sont soit instables soit non-significatives dans les modèles que nous utilisons. Ces deux valeurs s'inscrivant dans le long terme, nous pensons que leur analyse doit faire appel au rapport au temps des usagers. Par exemple, avoir une valeur d'option peut fortement dépendre du degré d'impatience de l'individu (Golier et Baumstark, 2009 ; Montmarquette et Scott, 2007).

3.6 Consentements à payer

L'évaluation des préférences individuelles ne peut uniquement se limiter à la comparaison des niveaux des estimateurs du fait de la variance des erreurs (Bennett et Adamowicz, 2001). En fait, ces derniers ne reflètent que l'effet relatif des niveaux d'attributs et leurs places sur l'échelle d'utilité (Lanscar et al., 2007). Il faut donc procéder aux calculs des CAP. Le CAP d'un individu pour un niveau d'attribut correspond au montant qui doit être retiré de son revenu, après modification de l'attribut, afin de maintenir son utilité initiale constante (Desaigues et Point, 1993). En d'autres termes, le CAP correspond au taux marginal de substitution (TMS) entre un niveau d'attribut et l'attribut monétaire, c'est-à-dire l'opposé du rapport entre l'utilité marginale du niveau d'attribut et l'utilité marginale du revenu (Hanley et al., 2001). Nous restituons dans le **tableau (III.3.6)**, les estimations des CAP marginaux pour chacun des niveaux des attributs décrivant les performances y compris pour le niveau de référence. L'estimation des CAP et des intervalles de confiance à 95 % a été réalisée sur la base de la méthode *delta* (Hole, 2007 ; Rulleau, 2008).

Tableau III.3.6 : Consentements par classe de préférences

Attributs	Classe des techno-centrés	Classe des visionnaires
ASC3	7,84 (15,54) [-22,63 – 38,30]	-100,51 *** (13,73) [-127,41 – -73,60]
Gout et couleur 1	-15,75 ** (7,69) [-30,81 – -0,68]	-36,78 *** (4,67) [-45,94 – -27,63]
Gout et couleur 2	-6,12 (6,54) [-18,93 – 6,69]	-13,41 *** (3,72) [-20,70 – -6,11]
Gout et couleur 3	21,86 *** (6,22) [9,66 – 34,07]	50,19 *** (6,41) [37,62 – 62,76]
Coupure 1	12,40 ** (5,88) [0,88 – 23,91]	5,04 (3,61) [-2,03 – 12,11]
Coupure 2	-5,10 (6,06) [-16,99 – 6,78]	4,30 (3,41) [-2,39 – 10,99]
Coupure 3	-7,30 (6,61) [-20,24 – 5,66]	-9,34 ** (3,68) [-16,54 – 2,13]
Suivi 1	8,80 (5,58) [-2,14 – 19,74]	-1,46 (4,07) [-9,44 – 6,51]
Suivi 2	-5,69 (6,31) [-18,06 – 6,68]	2,46 (3,97) [-5,31 – 10,23]
Suivi 3	-3,11 (6,30) [-15,46 – 9,23]	-0,99 (3,57) [-8,00 – 6,01]
Ressource 1	-10,97 * (6,13) [-22,99 – 1,06]	-21,18 *** (4,46) [-29,92 – -12,45]
Ressource 2	3,72 (5,47) [-7,008 – 14,44]	2,20 (3,40) [-4,45 – 8,85]
Ressource 3	7,25 (5,34) [-3,28 – 17,78]	18,98 *** (4,15) [10,86 – 27,111]

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les t-stat. Les valeurs entre crochets constituent l'intervalle de confiance (IC) des CAP à 95 %. Les CAP sont estimés en euros/an.

L'estimation des CAP confirme l'ordre d'importance des attributs comme révélé par les modèles économétriques précédents. On obtient en effet que pour tout type de ménages, le CAP le plus élevé concerne le *goût et la couleur* de l'eau (claire et agréable à boire) avec une valeur de **21,86 €/an** pour les ménages appartenant à la classe des préférences techno-centrées, et de **50,19 €/an** pour les ménages visionnaires. Ce résultat suggère que les *visionnaires* sont prêts à payer plus de 2 fois plus chère que les *techno-centrés* pour maintenir en bon état la qualité organoleptique de l'eau sur les 30 prochaines années. Cette plus importante préoccupation chez

les *visionnaires* est confirmée par les valeurs des CAP pour les niveaux 1 et 2 de cet attribut qui révèlent que les répondants visionnaires seraient prêts à demander une compensation monétaire plus importante que les *techno-centrés* (**36,78 €/an** contre **15,75 €/an**), en cas de dégradation même moyenne de la qualité de l'eau.

On peut observer que pour l'attribut *préservation de la ressource*, les *techno-centrés* sont indifférents par rapport à une moyenne ou une forte préservation de la ressource mais seraient prêts à demander une compensation de **10,97 €/an** en cas d'un maintien du niveau actuel de cet attribut i.e une préservation faible qui conduirait à une dégradation de la ressource sur les 30 prochaines années. Comparés aux *techno-centrés*, les *visionnaires* seraient plus doublement impactés par une dégradation de la ressource due au maintien du niveau actuel de la préservation qui est faible avec une demande de compensation qui s'élèverait à **21,18 €/an**.

Alors que les membres de la classe de préférences techno-centrées sont indifférents au maintien de la situation actuelle de la gestion des SAEP et de leurs infrastructures, les *visionnaires* sont très clairement opposés à cet état actuel et demanderaient une compensation de plus de **100 €/an** pour accepter le maintien de cette gestion actuelle.

En définitive, nous pouvons affirmer que les membres de la classe des répondants marqués positivement par l'altruisme particulier concernant les SAEP sont plus disposés à payer pour une évolution de la gestion des SAEP et de leurs infrastructures sur long terme que les autres membres de l'échantillon. Ainsi, les motivations altruistes constituent un levier important sur lequel doit s'appuyer les décideurs pour améliorer l'infrastructure et le service publics des SAEP (Rubin, 2007 ; Anderson et al., 1998 ; Andreoni, 1988 et 1990).

CONCLUSION

Ce chapitre portant sur l'analyse des préférences pour la performance de long terme des SAEP contribue à l'essor de la littérature empirique concernant l'évaluation des préférences pour les services collectifs d'eau potable amorcée depuis l'étude de Blamey et al. (1999). La dimension temporelle de la gestion des services et de leurs performances dans laquelle nous inscrivons cette étude apporte à la littérature un nouveau champ à explorer. Elle oblige à considérer les enjeux de long terme tels que les préoccupations sociales et environnementales. Les résultats obtenus nous enseignent que sur 30 ans, certains usagers d'eau potable portent à la fois des préoccupations techniques et socio-environnementales comme l'ont aussi obtenu Willis et al. (2005), avec des préférences clairement affichées pour le maintien en bon état de la qualité organoleptique de l'eau du robinet et pour la préservation forte de la ressource en eau.

Cependant, les préférences pour cette performance sont hétérogènes et peuvent être expliquées par des caractéristiques socioéconomiques des usagers, telles que le niveau de revenu comme le révèle le modèle logistique conditionnel avec interactions (Latinopoulos et al, 2014) ; par des facteurs non-observables comme le révèle le modèle logistique mixte ; et surtout par les motivations altruistes comme l'a démontré le modèle logistique à classes latentes.

L'estimation des CAP selon ce dernier modèle nous conduit à la conclusion que la mise en place des programmes d'évolution de la gestion actuelle des services d'eau potable doit principalement s'appuyer sur la contribution des usagers très concernés par les enjeux liés aux SAEP et qui manifestent par conséquent de l'altruisme par rapport à ce service, c'est-à-dire des altruistes paternalistes. Les valeurs importantes des CAP obtenues pour ce type de répondants concernant la *préservation de la ressource* confirment une présence des comportements pro-environnementaux envers les SAEP (Willis et al., 2005 ; Snowball, 2007). Ces enjeux environnementaux autour des SAEP concernent principalement (i) la gestion publique de l'infrastructure (Rulleau et al., 2020) ; (ii) et de la ressource (Hanemann, 2005 ; Point, 1993) ; le décideur public devant assurer une allocation efficiente et juste entre usagers actuels sur court-terme et entre plusieurs générations d'usagers sur le long-terme.

Enfin, l'estimation du modèle logistique mixte révèle à partir de la significativité des écart-types des attributs et de leurs niveaux, que les préférences par rapport à la performance de long terme des SAEP sont aléatoires. En général, ces constatations sont liées à des effets d'échelles qui trouvent dans la plupart des cas leurs origines dans la durée ou l'ampleur des programmes et politiques à mettre en place (Louviere et Eagle, 2006). Cela nous entraîne à penser que la

dimension temporelle des programmes de gestion des SAEP aurait des impacts sur les préférences des usagers. De même, la non-significativité des valeurs de non-usage telles que les valeurs d'option et surtout de legs qui font appel à l'altruisme intergénérationnel, nous amène à penser que l'étude des préférences par rapport à la performance de long terme des SAEP ne peut être dissociée du rapport au temps des usagers. Plus précisément, nous pensons que selon la durée des mesures proposées dans les scénarios d'évaluation, et donc selon leur ampleur, les arbitrages entre les dimensions de la performance de long terme ne seraient pas identiques. Nous explorerons cette question dans le chapitre qui suit.

**CHAPITRE IV : IMPACT DE L'HORIZON TEMPOREL
SUR L'HETEROGENEITE DES
PREFERENCES EN MATIERE DE
PERFORMANCE DES SAEP**

INTRODUCTION

Les décisions en matière de renouvellement des infrastructures pour garantir les performances des SAEP sur le long-terme font intervenir explicitement des choix intertemporels (des dépenses à engager maintenant et dans le futur, pour des bénéfices qui auront lieu également maintenant et dans le futur). La théorie économique distingue deux concepts pour appréhender le rôle du temps dans les décisions des agents économiques : la préférence temporelle, et le taux d'escompte (La Bruslerie et Pratlong, 2012). La première, souvent « une préférence pour le présent », renvoie à une hypothèse sur le comportement qui amènerait à préférer une situation qui procurerait un bénéfice immédiat par rapport à une alternative qui apporterait un bénéfice décalé dans le futur. En effet, c'est parce qu'il existe une préférence temporelle que se pose au moment de l'analyse des choix économiques la question de connaître toutes les raisons qui amènent les agents économiques à préférer ce qui est immédiat, ou à considérer le futur avec plus ou moins d'importance (Frederik et al., 2002). Cette préférence pour le présent peut résulter à la fois d'une forme d'impatience (un agent préfère un bénéfice aujourd'hui parce qu'il ne veut pas attendre) et de l'aversion au risque (un agent préfère un bénéfice aujourd'hui parce qu'il se pourrait que, pour une raison ou une autre, il n'en profite pas dans le futur).

Le travail de formalisation de Samuelson (1937) au travers de son modèle d'utilité escomptée a permis d'offrir un cadre conceptuel unifié de ces différents facteurs qui motivent/affectent les préférences temporelles des individus à travers un seul paramètre, un taux d'escompte implicite positif (Frederik et al., 2002), qui permettrait de raisonner à l'instant présent l'ensemble des utilités futures. Dans ce cadre, l'utilité à une période donnée d'un bien ne dépend que de son usage à cet instant. L'utilité à chaque période est actualisée avec un taux constant, mais elle est décroissante dans le temps et cela de manière exponentielle, permettant de traiter le fait que l'individu préférera bénéficier du bien immédiatement. En outre, les choix des individus sont cohérents dans le temps : s'ils ont préféré un bien à l'instant présent, alors ils continueront à le préférer l'instant d'après. L'hypothèse d'un taux d'escompte invariant a été contestée. Certaines études ont montré que le taux d'escompte est supérieur pour des horizons temporels courts que pour des horizons temporels longs (Chapman 1996 ; Chapman et Elstein 1995 ; Benzion et al., 1989 ; Loewenstein et Thaler, 1989). C'est ainsi qu'on peut distinguer le futur immédiat du futur lointain avec un taux d'escompte de forme hyperbolique (Kirby, 1997 ; Myerson et Green, 1995). Par ailleurs, le taux d'escompte peut aussi différer selon que les biens évalués soient

publics ou privés (Ubfal, 2016 ; Scarborough, 2011 ; Gately, 1980), voire des caractéristiques des individus eux-mêmes comme l'âge (Kovacs et al., 2021).

Les usagers des SAEP peuvent en principe soutenir les programmes annuels de renouvellement des infrastructures via leur facture d'eau (*cf. chapitre I*) et qui permettent d'assurer une certaine permanence des performances des SAEP sur un horizon temporel plus ou moins long. Cela revient à faire l'hypothèse que les individus expriment leur demande de performances de SAEP pour les périodes futures, et leur CAP en faisant abstraction du temps. Or, un certain nombre de travaux d'évaluation économique par les préférences des différentes actions publiques visant les services d'eau ou la préservation des écosystèmes aquatiques ont montré que la dimension temporelle des bénéfices comme des coûts de ces actions affectent les CAP des individus enquêtés. C'est ainsi que Viscusi et al. (2008) estiment par exemple un taux d'escompte compris entre 8,70 % et 14,32 % selon le délai d'ajournement des bénéfices (2 à 6 ans) liés à un programme public visant à améliorer la qualité des milieux aquatiques aux Etats-Unis. Avec un scénario d'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin du fleuve Minnesota, Meyer (2013) estime aussi un taux d'escompte avoisinant les 10 % pour des bénéfices qui peuvent être différés jusqu'à 2 ans. Dans le domaine de l'eau un taux d'escompte positif signifie que les actions (que ce soit sur l'accès aux services, ou sur la préservation de la ressource) ayant des effets sur le long terme ne sont pas jugées de la même manière que celles qui n'affectent que le futur proche.

En revanche, il n'y a pas encore eu de travaux qui cherchent à analyser l'effet de l'horizon temporel sur la demande de performances de SAEP, sur longue période. S'intéresser à l'effet différencié d'un horizon temporel plus lointain (en comparaison à un horizon temporel plus court) sur les préférences en matière de performances des SAEP de la part de leurs usagers permet d'analyser le rôle respectif : (1) des motivations/comportements (notamment l'impatience) qui sous-tendent leur préférence temporelle pour le présent ; (2) et leurs préférences sociales telles que l'altruisme favorables aux transmissions intergénérationnelles. En d'autres termes, si l'effet cumulatif d'un certain degré d'impatience et d'aversion au risque conduirait les usagers des SAEP à exprimer le même montant de CAP pour un scénario d'action opérant sur une période plus courte et un autre se déroulant sur une période largement plus longue, les bénéfices lointains ne sont pas valorisés, ou du moins sont minimisés. L'expression de préférences altruistes, au contraire, les amènerait à intégrer d'emblée les bénéfices attendus sur le temps long, et permettrait finalement d'observer un CAP plus élevé pour les programmes de gestion qui se déroulent sur une plus longue période.

Dans la littérature sur les méthodes des préférences déclarées, l'inférence de la valeur implicite du taux d'escompte procède de deux manières : (i) de manière endogène, en analysant l'effet de la variation de l'horizon temporel de la politique ou de la contribution demandée aux enquêtés sur leur CAP (Meyer, 2013 ; Viscusi et al., 2008 ; Bosworth et al., 2006 ; Loewenstein, 2000 ; Magat et al., 2000); (ii) ou de manière exogène en analysant l'effet de l'envergure temporelle de la politique sur les CAP en procédant par la méthode de comparaison. Il s'agit de comparer deux groupes d'individus qui doivent former leurs préférences par rapport à un bien ou service donné dans des horizons temporels différents (Grammatikopoulos et al., 2020). On pourra alors expliquer les différences de préférences entre les deux groupes à travers les effets d'échelles et les caractéristiques individuelles.

Cette étude s'inscrit dans cette littérature récente, qui s'intéresse à l'investigation des relations que l'on peut établir entre les préférences temporelles des individus et leurs décisions dans le cadre des méthodes d'expériences de choix discrets. Comme Grammatikopoulos et al., 2020, nous développons une approche basée sur la méthode du *split-sample-test* (un plan d'échantillonnage fractionné) plutôt que d'examiner les préférences temporelles individuelles (par le biais notamment d'un attribut décrivant le calendrier ou l'horizon temporel dans l'élaboration des scénarios de choix). Les enquêtés sont assignés de manière aléatoire à deux versions du questionnaire : la première (la version test) qui considère que la durée du scénario de gestion envisagé est de 50 ans, et la seconde (la version pour le contrôle) qui considère que la durée du scénario est de 10 ans.

Cependant à la différence des auteurs cités précédemment, et des travaux d'évaluation économique disponibles dans la littérature, notre objectif n'est pas de disposer d'une évaluation des valeurs implicites du taux d'escompte des individus, afin d'en restituer leur ampleur et leur évolution dans le temps. Il s'agit plutôt d'étudier comment certains éléments qui structurent les préférences temporelles des individus, dans notre cas l'impatience d'une part, et les préférences sociales telles l'altruisme intergénérationnel d'autre part, affectent les préférences des usagers en matière de scénarios de gestion des performances des SAEP, et cela selon l'envergure temporelle du scénario soumis à l'évaluation. Nous explorons en effet les préférences entre des scénarios de gestion ayant des effets qui opèrent pour une durée de 10 ans seulement versus des scénarios de gestion qui s'étalent sur 50 ans (afin de tenir compte des générations futures). S'il est très fréquent d'assimiler une forte préférence pour le présent à de l'impatience, il faut distinguer ces deux concepts dans certaines situations (Arrondel et al., 2004). En effet la préférence pour le présent peut émaner d'une réflexion rationnelle, les actifs financiers par exemple pouvant se déprécier dans le temps selon l'évolution des marchés. En revanche,

l'impatience est un trait psychologique au même titre que l'altruisme qui entraîne les agents économiques à faire des choix parfois non rationnels. Comme nous l'avons souligné dans le chapitre I, le financement du renouvellement et l'entretien des infrastructures en bon état qui sous-tend des SAEP performants sur le long-terme procède par une forme de « surtaxe » sur les factures de services d'eau. C'est pourquoi, nous cherchons à explorer l'effet sur le CAP des motivations altruistes (une sensibilité aux sorts des membres de la communauté), qui amènent, pour des individus intéressés par leur propre bien-être, et cela sur le court-terme, à formuler des CAP pour la fourniture de services qui améliorent le bien-être des autres (McConnell, 1997). Cependant, le recours à l'évaluation du CAP pour inférer ces motivations altruistes amène plutôt à opter pour une conceptualisation de l'altruisme comme une sympathie, plus qu'un engagement (Sen, 1977 ; Shiell et Rush, 2003) en d'autres termes, l'altruisme par les CAP est impur. En outre, parmi ces différents traits altruistes, seul l'altruisme paternaliste est censé affecter les montants des CAP (McConnell, 1997), quand il s'agit des services qui bénéficient aux autres et que soi-même peut ne pas en être l'utilisateur direct. Des SAEP performants sur le long-terme peuvent entrer dans cette catégorie de services, où le répondant peut ne pas en être l'utilisateur dans un futur plus ou moins éloigné.

La révélation des préférences temporelles reste un exercice très délicat. L'économie expérimentale fournit une variété de procédures s'appuyant sur des décisions monétarisées ou non. Mais, leurs résultats ont fait l'objet de nombreuses critiques. En outre, elles sont difficiles à mettre en place pour des grandes enquêtes de terrain. Cette étude emprunte les questions attitudinales développées par Arrondel et al. (2004), pour mieux cerner le degré d'impatience et d'altruisme de la population française. Dans ce cadre, la préférence pour le présent (ou l'impatience), comme l'altruisme, sont abordés sous leurs traits comportementaux. Ce type d'approche s'est généralisé pour mesurer les préférences à l'égard du temps dans les grandes enquêtes (Falk et al., 2016).

La suite de ce chapitre va suivre le plan suivant. La section 1 décrit la base de données. La section 2 développe l'approche statistique avec laquelle nous avons construit les variables proxy des préférences temporelles et sociales. Dans la section 3, nous présentons le modèle économétrique mobilisé pour tester l'hypothèse d'un effet de la dimension temporelle sur les préférences ; suivi d'une restitution des résultats dans la section 4. Enfin, une discussion autour des principaux enseignements de ce chapitre est réalisée dans la dernière section.

1 LES DONNEES

1.1 La technique du split-sample-test

L'usage de plusieurs échantillons pour l'analyse d'un problème économique est très présent dans la littérature (Abadie et al., 2010, Rambonilaza et Brahic, 2016 ; Borger, 2016). Il peut avoir pour objectif la validation d'un résultat auquel cas on parle *d'échantillons d'explication* et *d'échantillons de confirmation* (Anderson et Magruder., 2017) ; ou l'évaluation de l'impact d'une action (politique ou programme) sur une population donnée auquel cas on parle *d'échantillons de traitement* et *d'échantillons de contrôle* (Givord, 2014 ; Boccanfuso et Savard, 2007). Fondamentalement, l'évaluation d'impact qui s'inscrit dans le cadre dit de « Rubin²⁴ » cherche à estimer une situation contrefactuelle qui décrirait l'état des individus d'un groupe **A** s'ils étaient dans un autre groupe **B** (Givord, 2014). Pour cela, il est important que les groupes **A** et **B** soient les plus similaires possibles de manière que la seule différence qui pourrait exister entre eux provienne uniquement d'un traitement, c'est-à-dire une action, une politique ou un programme.

En considérant qu'il existe pour chaque groupe 2 états, l'absence de traitement noté T_0 et la présence de traitement noté T_1 , alors il existe en tout 4 situations :

- L'état d'un individu appartenant au groupe **A** en l'absence du programme (T_0^A)
- L'état d'un individu appartenant au groupe **A** ayant été concerné par le programme (T_1^A)
- L'état d'un individu appartenant au groupe **B** en l'absence du programme (T_0^B)
- L'état d'un individu appartenant au groupe **B** ayant été concerné par le programme (T_1^B)

L'évaluation d'impact cherche à estimer l'effet suivant :

- Soit $\Delta_A = T_1^A - T_0^A$ l'effet du programme en ce qui concerne les individus du groupe **A**
- Soit $\Delta_B = T_1^B - T_0^B$ l'effet du programme en ce qui concerne les individus du groupe **B**

Le problème est qu'à un instant donné t seul un groupe est concerné par le programme (le groupe de traitement) et dans ce cas on connaît uniquement soit T_1^A et T_0^B , soit T_1^B et T_0^A . Le cadre théorique de l'évaluation d'impact propose plusieurs méthodes empiriques pour estimer Δ à travers l'inférence des grandeurs Δ^{ATT} (*Average Treatment effect on the Treated*) lorsqu'il

²⁴ Rubin est le statisticien qui a popularisé au cours des années 1970 ce cadre théorique de l'analyse d'impact en empruntant beaucoup au champ de l'expérimentation médicale d'où le terme de « traitement » pour désigner la variable dont on cherche à mesurer l'effet.

s'agit uniquement du groupe concerné, ou Δ^{ATE} (*Averaged Treatment Effect*) lorsqu'il s'agit de l'ensemble de la population. Les 4 méthodes empiriques les plus connues pour l'inférence des Δ^{ATT} ou Δ^{ATE} sont (i) l'estimateur de différence en différences, (ii) la régression sur discontinuité, (iii) les variables instrumentales et (iv) la méthode d'appariement.

En général ces méthodes empiriques sont utilisées sous l'hypothèse que les deux groupes d'individus sont différenciés par la mise en place d'un seul programme que reçoit seulement le groupe de traitement. Dans certains cas cependant, les deux groupes peuvent recevoir différemment chacun un programme. Cette nouvelle situation change un peu la procédure traditionnelle d'évaluation d'impact puisqu'elle revient à considérer comme traitement, la différence entre les deux programmes reçus distinctement. Plus précisément il s'agit d'évaluer non plus l'effet d'un programme sur une population donnée, mais plutôt l'effet de la différenciation du programme. Les programmes ou politiques publiques peuvent être différenciés selon plusieurs éléments tels que leur nature, leur gestionnaire, leur envergure, etc. L'envergure des programmes peut être dimensionnelle (ampleur des programmes), financière (montant du financement), temporelle (durée du programme), etc. Notre analyse s'inscrit dans ce dernier cas de figure puisque nous cherchons à estimer l'effet de l'envergure temporelle de la gestion des services d'eau sur les préférences par rapport à la performance des SAEP. Notre objectif n'est donc pas d'estimer l'effet moyen des programmes de gestion sur les usagers mais l'effet d'envergure temporel (qui peut être considéré comme un effet d'échelle) des programmes de gestion sur les préférences des usagers d'eau.

Pour ce faire, nous avons fait recours à la comparaison de deux sous-échantillons (split-sample-test) ayant reçu un questionnaire identique à tout point sauf l'horizon temporel dans lequel doivent se projeter les répondants. Une moitié des individus enquêtés (300) ont complété un questionnaire en ligne qui leur demande de se projeter dans un horizon de temps de 10 ans concernant la gestion de leur service local d'eau potable ; et l'autre moitié (300) a reçu un questionnaire qui leur demande une projection dans un horizon de temps de 50 ans.

1.2 Caractéristiques sociodémographiques des répondants

Notre étude a été réalisée à partir d'une enquête d'expérience de choix administrée à 600 ménages du département de la Gironde répartis en 2 sous-échantillons de 300 individus. L'analyse statistique des caractéristiques sociodémographiques des deux sous échantillons (cf. tableau **IV.1.2**) permet de considérer qu'ils sont construits de manière identique au regard de

l'âge moyen des répondants (**49 ans**), du niveau d'études (la proportion de personnes ayant le niveau BAC est de **81 %**), de la taille du ménage (**2,73** personnes) et leurs structures familiales, de la proportion de femmes (**38 %**) ou encore de gens en activité (**57 %**), de l'ancienneté dans la commune (**15 ans**), de la proportion de ménages habitant dans les maisons individuelles (**69 %**). On note en revanche une légère différence sur le montant du revenu : la part des ménages avec un revenu inférieur à 1000 €/UC/mois (selon nos propres calculs d'UC à partir des données recueillies sur le nombre d'enfants selon les classes d'âge), est plus faible dans l'échantillon de *10 ans* (**33 %**) que dans celui de *50 ans* (**42 %**) ($\chi^2(1) = 5,1659$ $Pr = 0,023$). On peut dire que les différences réelles, entre les deux sous-échantillons sont négligeables, ce qui nous amène pour la suite de l'analyse des données à combiner les deux bases de données dans un seul et même échantillon composé de 600 individus.

Variabes	Version 10 ans	Version 50 ans	Echantillon global
Sexe (% des femmes)	39	37	38
Age en 2019 (moyenne d'années)	50	49	49
Taille du ménage (moyenne)	2,73	2,74	2,73
Plus d'un enfant en charge (% des ménages concernés)	16	16	16
Niveau BAC et plus (% des répondants concernés)	83	79	81
Sans emploi (% des répondants concernés)	42	44	43
Revenu par tête inférieur à 1000€/UC/mois (% des ménages concernés)	33	42	38
Ancienneté de résidence dans la commune actuelle (moyenne d'années)	14	15	15
Statut de propriétaire de sa résidence (% des ménages concernés)	64	61	62
Maison comme résidence (% des ménages concernés)	69	70	69
Activité ou étude en lien avec l'environnement, ou la gestion de l'eau, ou la gestion des infrastructures, ou le monde associatif (% des répondants concernés)	11	7	9
Vigilance particulière par rapport à la qualité de l'eau due à l'âge ou la santé d'un membre du ménage (% des ménages concernés)	29	30	30
Sensibilité aux coupures d'eau due à l'âge ou la santé d'un membre du ménage (% des ménages concernés)	5	5	5
Vigilance à la qualité de l'eau et sensibilité aux coupures dues à l'âge ou la santé d'un membre (% de ménages concernés)	3	4	4
Adoption d'une technique alternative (% des ménages concernés)	53	49	51
Connaissance précise ou vague de la facture d'eau (% des répondants concernés)	75	81	78
Taille de l'échantillon	300	300	600

Tableau IV.1.2 : Caractéristiques socioéconomiques des deux sous-échantillons

1.3 Rapport aux services d'eau potable

Il faut d'abord souligner que la lutte contre le gaspillage est maintenant un comportement bien établi, car plus de **88 %** des répondants déclarent faire attention à leur consommation d'eau. La motivation est d'abord financière, car la principale raison évoquée est de réduire la facture d'eau (pour **34 %** d'entre eux). Vient ensuite le souhait de préserver la ressource en bon état pour les générations futures (**32 %**), et enfin car c'est de la responsabilité de tout le monde de faire attention à sa consommation (**27 %** des répondants). En outre, plus de la moitié des répondants (**51 %**) déclare utiliser au moins une source alternative à l'eau du robinet pour les usages extérieurs (piscine, jardin, lavage de voiture) que sont les puits et/ou forages, la récupération des eaux de pluies, ou encore le recyclage des eaux usées. Dans l'ensemble, nous pouvons dire que même si leurs motivations pour éviter le gaspillage de l'eau sont plutôt hétérogènes, et les usages des sources alternatifs également très divers, les personnes qui nous ont répondu cherchent bien à maîtriser leur consommation de l'eau du robinet.

Nous avons également mesuré leur satisfaction par rapport à un certain nombre d'attributs du service, en mobilisant l'échelle de Likert (1 pour Très insatisfait·e à 5 pour Très satisfait·e). Les personnes que nous avons enquêté déclarent en très grande majorité être satisfaites de la couleur de l'eau (**83 %**) et de la pression du robinet (**82 %**). En revanche, le nombre de satisfaits devient moins important pour la qualité sanitaire de l'eau (seulement **75 %**), la continuité du service et le goût de l'eau (respectivement **65 %** et **64 %**). Enfin, il faut insister sur le fait que la grande majorité des répondants sont critiques à l'égard du prix de l'eau (**38 %** seulement déclarent être satisfaits) et des informations délivrées aux abonnés (**41 %** de satisfaits). Ces résultats vont dans le même sens que ceux des enquêtes nationales sur l'eau telle que celle du CIEau²⁵ qui révèle en 2019 que les Français sont plus satisfaits de la dimension technique du service d'eau (**86 %** de satisfaits par rapport à la continuité du service) que du prix de l'eau (**62 %** de satisfaits) et des informations sur le service (**58 %**).

Enfin, à la question « Quels sont les trois critères les plus importants pour un service d'eau potable performant ? », pour identifier les priorités en matière de gestion de SEAP, les enquêtés ont mis en premier la qualité sanitaire de l'eau (**85 %** de citations), ensuite la préservation de la ressource (**60 %**) et enfin la maîtrise du prix de l'eau (**54 %**). Mis en perspective par rapport aux résultats de la question portant sur la satisfaction, on peut dire qu'ils estiment qu'une gestion performante de SAEP ne devrait pas nécessairement chercher à maîtriser le prix, même

²⁵ Le CIEau est le centre d'information sur l'eau chargé de partager des connaissances pour comprendre les défis de l'eau et de faire connaître le métier de ceux qui apportent des solutions pour une eau durable.

s'ils trouvent que le prix actuel reste élevé. Par ailleurs, à la question portant sur les trois principales finalités du renouvellement des infrastructures, la grande majorité d'entre eux ont classé en priorité la garantie d'une bonne qualité de l'eau (75 % de citations), la réduction de la perte en eaux liées aux fuites et la protection de la ressource (72 % dans les deux cas). En revanche, il n'y a pas de consensus autour d'autres enjeux en termes de qualité de services tels que la maîtrise des coûts d'exploitation (46 %), ou encore la continuité de service (éviter les coupures 17 %, éviter la baisse des pressions 10 %). Enfin, moins de la moitié des répondants perçoit dans le renouvellement des infrastructures un moyen de transmettre des infrastructures en bon état aux générations futures (43 %).

Enfin, les répondants estiment majoritairement (77 %) que le service qui leur est actuellement fourni est globalement performant. Ils sont en revanche moins optimistes en ce qui concerne la performance future du service (seulement 27 % trouvent que le service sera plus performant ou bien plus performant dans le futur) ainsi que l'état futur des infrastructures d'eau de leur localité (seulement 31 % estiment que l'état des infrastructures sera meilleur ou bien meilleur dans le futur). Il est important de noter ici qu'il existe une différence entre les deux sous-échantillons (un groupe devant se projeter sur 10 ans et l'autre sur 50 ans) en ce qui concerne cette appréhension du niveau de performance future ($\chi^2(5) = 26,3455 \quad Pr = 0,000$) et de l'état futur des infrastructures ($\chi^2(5) = 21,8900 \quad Pr = 0,001$).

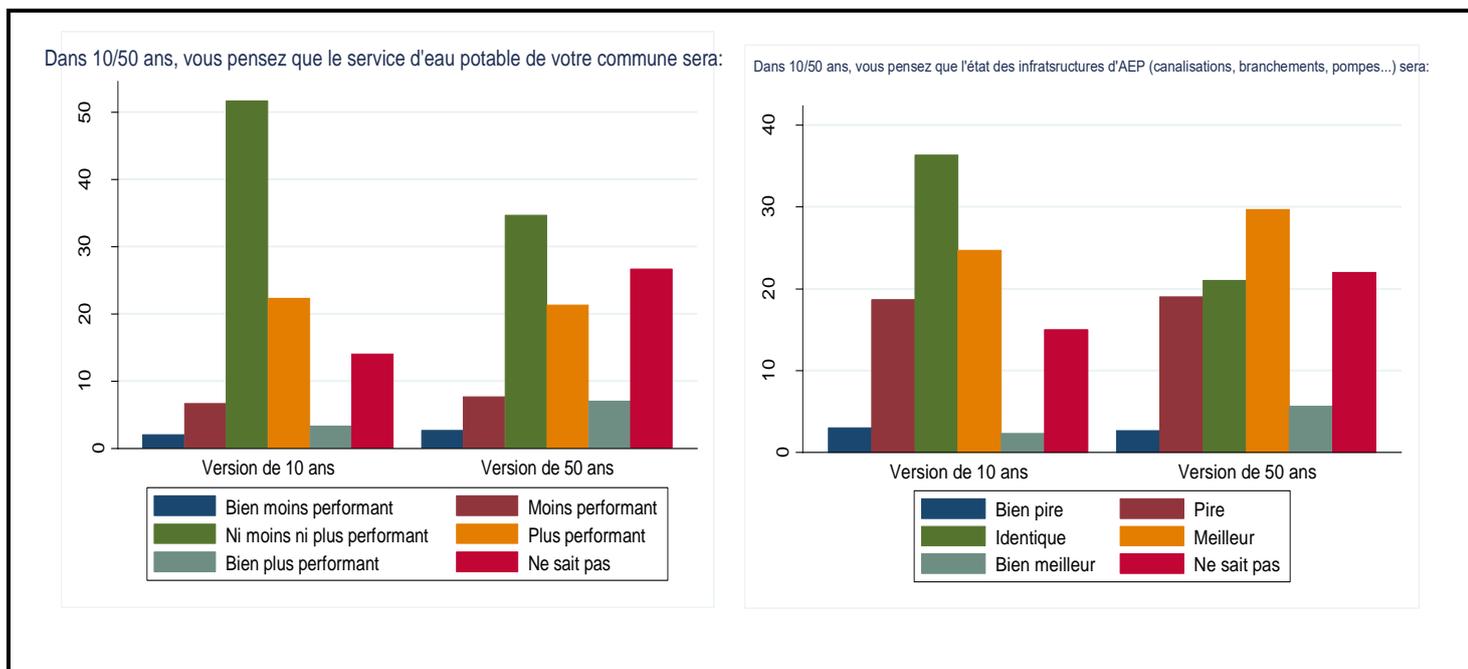


Figure IV.1.3 : Appréciation de la performance future et de l'état futur de l'infrastructure

2 CONSTRUCTION D'UNE ECHELLE DES PREFERENCES TEMPORELLES

2.1 Mesure des préférences temporelles

Pour approcher les préférences temporelles des individus en termes d'impatience, nous avons repris une partie des questions développées dans l'enquête PATER (Arrondel et al., 2004), qui développe une approche empirique de la mesure des préférences face au temps des individus, par le biais des questions concrètes voire anecdotiques couvrant un certain nombre de situations ou de domaines de la vie où ils doivent prendre des décisions (exemple : **Q.72. Pour un déplacement de trois heures par la route, je prends l'autoroute, quel que soit le prix du péage, si cela me permet de gagner une demi-heure**) ou exprimer leurs propres opinions en faisant intervenir dans leur réponse leur rapport au temps (exemple : **Q.74. Si j'ai le choix, je préfère subir un traitement médical douloureux rapidement plutôt que d'attendre (la date n'a aucune incidence sur le résultat** ou encore **Q.70. je suis altruiste**). L'approche par ces questions simples et concrètes permettent d'éviter certains problèmes rencontrés dans les études passées visant à mesurer les préférences temporelles (Insee Patrimoine, 1998 ; Arrondel et al., 2004). Par exemple, la mesure de la préférence temporelle à travers la dépréciation du futur pose l'hypothèse des bénéfices équivalents à toutes périodes, ce qui s'éloigne de la réalité. Ces questions qui balayent un grand nombre de situations et de domaines de la vie quotidienne, permettent de limiter les effets de contexte.

D'après les auteurs comme Arrondel et al. (2004) et Masson (2000), les préférences par rapport au temps se basent sur 2 principaux moteurs :

- Un exercice de rationalité de chaque agent économique à l'égard du temps à travers un arbitrage entre les décisions actuelles et leurs conséquences futures,
- Une accumulation patrimoniale qui va au-delà du cadre de l'existence de l'individu lui-même, mais intègre également le bien-être de la descendance.

Le premier moteur dépend de la stabilité des bénéfices dans le temps, donc influencé par le degré d'impatience ; et le deuxième moteur s'appuie sur les préoccupations intergénérationnelles donc impacté par le degré d'altruisme. Nous proposons de construire dans

ce qui suit des indicateurs pour l'impaticence et l'altruisme afin de mesurer les préférences temporelles de notre échantillon d'étude.

2.2 Analyse factorielle exploratoire

Nous avons soumis les réponses des 600 enquêtés aux 14 items à une analyse factorielle exploratoire (AFE). Il s'agit des 2 items (**Q1** et **Q2** pour la solidarité intergénérationnelle autour des infrastructures et l'altruisme paternaliste), des 7 items pour l'altruisme global (**Q.3** à **Q.9**) et des 5 items pour l'impaticence (**Q.10** à **Q.14**). Nous procédons en effet par le biais d'une AFE car nous avons formulé l'hypothèse qu'il existe une relation directe et négative entre l'impaticence et l'altruisme (Angerer et al., 2014). En effet, l'altruiste impur se définissant comme un individu qui tire une utilité de l'action d'altruisme elle-même, lorsque cette action est différée dans le temps, les individus impatients sont moins motivés à donner (Angerer et al., 2014). L'AFE permet alors à partir des échelles dédiées à chaque dimension théorique (impaticence, altruisme global, altruisme paternaliste), de reconstruire la structure de cette préférence temporelle qui s'exprimerait au travers d'un réseau de corrélations entre les différents items qu'on identifierait au travers ce qu'on appelle facteurs ou variables latentes (Achim, 2020).

Habituellement, l'AFE peut procéder de deux façons : par une factorisation en composantes principales (FAP) (méthode de rotation avec normalisation de Kaiser), ou par la méthode de maximum vraisemblance (Achim, 2020). La méthode FAP sélectionne des facteurs dites composantes principales dont la valeur propre est supérieure ou égale à 1. Avant de procéder à l'identification des facteurs, la qualité des corrélations entre les items doit être vérifiée, en procédant au test de sphéricité de Bartlett (annexe **D.1**) qui permet de confirmer que les items sont corrélés entre eux et au test de Kaiser-Meyer-Olkin (**KMO**) qui permet d'évaluer la qualité des corrélations inter-item (tableau **IV.2.2.A**). L'indice KMO devrait se situer entre 0 et 1. Un indice en dessous de 0,5 est jugé inacceptable. En revanche, plus il tend vers le 1 meilleur il sera. Dans le cas où les corrélations sont très faibles ou inexistantes, il serait difficile de faire l'AFE. Pour cette étude, l'indice KMO est de **0,84** ce qui est excellent et indique que les corrélations entre les items sont de bonne qualité.

Tableau IV.2.2.A : Test Kaiser-Meyer-Olkin

Items	Indice Kaiser- Meyer-Olkin (KMO)
Item 1	0,63
Item 2	0,71
Item 3	0,82
Item 4	0,82
Item 5	0,92
Item 6	0,92
Item 7	0,90
Item 8	0,91
Item 9	0,93
Item 10	0,66
Item 11	0,58
Item 12	0,56
Item 13	0,62
Item 14	0,61
Total	0,84

Le recours à l'analyse factorielle exploratoire, étant validé, nous avons procédé à l'extraction des facteurs, en mobilisant d'abord une factorisation en composantes principales et la méthode de rotation oblique. Sur la base du critère de Kaiser, les résultats montrés dans le tableau (IV.2.2.B) révèlent une structure factorielle à un seul facteur qui expliquerait plus de 80 % de la variance. Nous pouvons éventuellement retenir un deuxième facteur (car sa valeur propre n'est pas éloignée de 1) et il permettrait d'expliquer 20 % de la variance.

Tableau IV.2.2.B : Valeurs propres des facteurs

Facteurs	Valeurs propres	Différence	Proportions	Cumuls
Facteur 1	3,67	2,80	0,81	0,81
Facteur 2	0,90	0,28	0,20	1,01
Facteur 3	0,61	0,38	0,13	1,14
Facteur 4	0,24	0,06	0,05	1,19
Facteur 5	0,17	0,13	0,04	1,23
Facteur 6	0,04	0,04	0,01	1,24
Facteur 7	-0,0002	0,09	-0,00	1,24
Facteur 8	-0,09	0,01	-0,02	1,22
Facteur 9	-0,10	0,005	-0,02	1,20
Facteur 10	-0,11	0,04	-0,02	1,18
Facteur 11	-0,15	0,01	-0,03	1,15
Facteur 12	-0,16	0,06	-0,03	1,12
Facteur 13	-0,21	0,05	-0,05	1,06
Facteur 14	-0,26		-0,06	1,00

Il faut souligner que cette approche en composante principale présente peu d'intérêt lorsqu'il s'agit d'identifier les facteurs latents et d'y associer les items (Achim, 2020). Par ailleurs, le choix du nombre de facteurs n'est pas consensuel dans la littérature et il existe plusieurs règles de décision liées à plusieurs méthodes (Ruscio et Roche 2012 ; Achim, 2017). C'est pourquoi, nous procédons à l'extraction des facteurs par la méthode du maximum de vraisemblance, sous l'hypothèse que la distribution multivariée des items suit la loi normale. Le critère d'information bayésien issu des différentes estimations (cf. tableau IV.2.2.C) nous indique de garder pour l'analyse le modèle à 4 facteurs communs latents aux 14 items, qui correspond au modèle à la valeur minimale du BIC.

Tableau IV.2.2.C : Critères AIC et BIC de sélection du nombre de facteurs

#factors	loglik	df_m	df_r	AIC	BIC
1	-279.7133	14	77	587.4265	648.9835
2	-159.0449	27	64	372.0899	490.807
3	-92.95127	39	52	263.9025	435.3828
4	-33.15071	50	41	166.3014	386.1479
5	-18.94121	60	31	157.8824	421.6982
6	-9.20864	69	22	156.4173	459.8054
7	-5.069551	77	14	164.1391	502.7027
8	-3.159249	84	7	174.3185	543.6606
9	-.0117437	90	1	180.0235	575.7472

Nous avons par la suite procédé à une rotation oblique permettant de tenir compte de l'existence de corrélation entre ces facteurs pour disposer par la suite de la structure factorielle (tableau **IV.2.2.D**). En effet, la rotation des facteurs permet d'avoir une structure simple des facteurs et facilite la lecture de la matrice des poids factoriels. Il existe cependant deux types de rotation à savoir orthogonale et oblique. Comme plusieurs auteurs (Pedhazur & Pedhazur Schmelkin, 1991 ; Preacher & MacCallum, 2002) l'ont mentionné, la rotation orthogonale suppose une indépendance entre facteurs. Les facteurs latents étant dans notre cas issus d'items communs et corrélés avec les mêmes variables socioéconomiques, il existe une corrélation entre eux. Pour cela, nous choisissons plutôt de procéder à une rotation oblique (*Oblimin*²⁶).

La contribution d'un facteur à l'explication des items est généralement considérée comme significative lorsque la saturation de ce facteur est au moins égale à **0,30** en valeur absolue. Sur cette base, il en ressort que le **facteur 1** contribue significativement aux items 3 à 9 et 11. Aussi, nous pouvons considérer ce facteur comme le trait psychologique qui évoque l'altruisme global des individus étant donné que 7 des 8 items servaient justement à mesurer celui-ci. Les coefficients de pondération du **facteur 2** sont très élevés pour les items 1 et 2. Pour cela, nous estimons que ce facteur évoque un trait psychologique lié à l'altruisme paternaliste à propos des SAEP. Les coefficients de pondération significatifs du **facteur 3** concernent en totalité les items liés à l'impatience (Q.10 à Q.14). Nous pouvons donc affirmer sans ambiguïté qu'il renvoie à l'impatience dans son ensemble (qu'elle soit de très court-terme, ou raisonnée). En outre, à la différence des deux facteurs précédents, aucun coefficient de pondération avec les items liés à l'altruisme n'est significatif, de sorte que ce facteur 3 renvoie également à un trait psychologique plus individualiste. Enfin, la saturation des items 7, 8 et 12 est significative pour le facteur 4. Si les coefficients correspondants aux items 7 et 8 sont positifs, celui de l'item 12 est négatif. Cependant, après observation des coefficients (trop proches de **0,3**), nous estimons qu'il manque encore des informations pour caractériser clairement ce **facteur 4**. Nous ne le retiendrons donc pas dans nos prochaines analyses. Finalement, les 3 composantes empiriques des préférences temporelles retenues répliquent les dimensions théoriques que nous avons conservées pour l'analyse : **(i) Facteur 1** = l'altruisme global, **(ii) Facteur 2** = l'altruisme paternaliste et **(iii) Facteur 3** = l'impatience.

²⁶ C'est une forme générale pour obtenir des rotations obliques utilisées pour transformer les vecteurs associés à l'analyse des composants principaux ou à l'analyse des facteurs en structure simple.

Tableau IV.2.2.D : Matrice de pondération factorielle

Items	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4
Item 1	-0,25	1,02	0,23	0,18
Item 2	-0,12	0,98	0,28	0,13
Item 3	0,98	-0,19	0,15	-0,19
Item 4	0,99	-0,15	0,22	-0,19
Item 5	0,97	-0,33	-0,06	0,17
Item 6	0,86	0,007	0,09	0,22
Item 7	1,05	-0,08	0,22	0,35
Item 8	0,92	-0,04	0,12	0,34
Item 9	0,84	-0,03	0,10	0,27
Item 10	0,02	0,49	0,65	-0,12
Item 11	0,30	0,13	0,86	-0,24
Item 12	-0,02	0,28	0,56	-0,33
Item 13	0,21	0,24	0,30	0,10
Item 14	0,19	0,44	0,90	-0,16

3 UN CADRE POUR LA MODELISATION ECONOMETRIQUE

3.1 Le modèle logistique multinomial généralisé (GMNL)

L'analyse économétrique des préférences à partir de données générées par les expériences de choix discrets peut emprunter différents types de modélisation (Louviere et al., 2000). Nous pouvons d'abord évoquer le modèle *logit conditionnel* traditionnel (McFadden, 1973), pour lequel les répondants sont supposés avoir des préférences homogènes pour l'ensemble des attributs des scénarios qui leur ont été proposés. Ce modèle peut bien évidemment traiter les hétérogénéités de ces préférences pour les attributs, en posant l'effet différencié de certaines caractéristiques observables des individus enquêtés, quand on les croise avec certains attributs. Ce modèle *logit conditionnel* a été étendu au modèle *logit mixte* (McFadden et Train, 2000 ; Train, 2009) pour permettre d'étendre l'analyse des hétérogénéités des préférences pour les attributs, aux hétérogénéités non-observées (pas nécessairement explicables au travers les caractéristiques des répondants). Pour ce faire, les coefficients associés à chacun des niveaux d'attributs sont supposés être aléatoires suivant différentes lois (triangulaire, normale, log-normale selon le cas). Ces deux spécifications du modèle *multinomial logit* font l'hypothèse que le terme d'erreur (la partie aléatoire de l'équation de régression) est une valeur extrême de type I indépendante et identiquement distribuée (une loi normale centrée réduite), et dans ce cas l'échelle (écart-type) de ce terme d'erreur est normalisée à 1.

Or, de nombreux travaux d'évaluation économique des préférences recourant à la MECD (Brahic et Rambonilaza, 2016 ; Thiene et al., 2015 ; Louviere et al., 2002 ; Louviere et Eagle, 2006 ; Borger, 2016) ont apporté la preuve que, dans certains contextes de choix empreints de complexité, les répondants peuvent montrer non seulement une hétérogénéité de leurs préférences pour les attributs, mais aussi une hétérogénéité d'échelle (la variance du terme d'erreur n'est plus homogène et de valeur 1). En d'autres termes, l'exercice de choix peut être plus ou moins difficile à appréhender selon les répondants et, de ce fait, leur processus décisionnel devient plus ou moins aléatoire. Cela se traduira par une différence dans le terme d'erreur de l'utilité associée à un scénario.

Pour tenir compte à la fois de l'hétérogénéité des préférences et de cette hétérogénéité d'échelle, et expliquer la présence d'aléa dans les processus de décision des individus invités à répondre dans une enquête mobilisant la MECD, Fiebig et al. (2010) proposent de recourir au modèle

logit multinomial généralisé (GMNL). Dans ce cadre, le paramètre aléatoire β_i associé à chaque attribut est spécifié de la manière suivante :

$$\beta_i = \sigma_i \beta + \{\gamma + \sigma_i(1 - \gamma)\} \eta_i \quad (4.1)$$

où β un vecteur constant, renvoie à l'effet moyen des attributs sur les choix d'un scénario, un scalaire γ , un vecteur aléatoire η_i et de σ_i l'échelle de l'erreur idiosyncratique spécifique à l'individu i . Une augmentation de σ_i signifie une augmentation du poids des attributs par rapport aux facteurs aléatoires, dans le processus de décision des enquêtés. Ainsi, lorsque σ_i tend vers zéro, nous nous approchons d'un processus de choix stochastique, tandis que pour des σ_i plus élevés, on peut dire que les choix sont des processus complètement déterministes. Le scalaire γ peut prendre des valeurs fixes comme 0 ou 1 en fonction des hypothèses de travail (Borger, 2016). Lorsqu'on pose l'hypothèse que l'hétérogénéité d'échelle est indépendante de l'hétérogénéité de préférence alors on fixe $\gamma = 1$ et $\beta_i = \sigma_i \beta + \eta_i$. Lorsqu'on fixe $\gamma = 0$, alors on émet l'hypothèse que l'hétérogénéité de préférence résiduelle (η_i) est proportionnelle à l'hétérogénéité d'échelle (σ_i) et $\beta_i = \sigma_i(\beta + \eta_i)$.

Nous allons développer dans la suite de ce chapitre une estimation des équations de choix via le modèle multinomial logit généralisé, pour tenir compte à la fois de l'hétérogénéité des échelles et de l'hétérogénéité des préférences. L'hétérogénéité des échelles permet de contrôler le fait que les comportements de choix peuvent être plus ou moins aléatoires selon les enquêtés. A notre avis, la principale source d'aléa dans les choix pourrait provenir de la difficulté pour certains individus à se projeter sur un horizon de temps long (en référence à l'horizon temporel des scénarios soumis à l'évaluation), étant donné la complexité de l'exercice de choix, à savoir le nombre d'attributs proposés, voire la nature de ces attributs même présents dans notre étude.

La forme générale du modèle GMNL que nous avons développé pour ce chapitre se présente comme suit :

$$U_i(j, t)_{j=1,2,3;t=1,\dots,5} = [\sigma_i \beta_0 + \{\gamma + \sigma_i(1 - \gamma)\} \eta_{i0}] ASC3 + [\sigma_i \beta + \{\gamma + \sigma_i(1 - \gamma)\} \eta_{ij}] X_{j,t} + \varepsilon_{ijt,j=1,2,3} \quad (4.2)$$

pour laquelle, un individu i faisant face à un choix parmi j alternatives pour une série de choix t est supposé obtenir une utilité $U_i(j, t)$. La valeur $[\sigma_i \beta_0 + \{\gamma + \sigma_i(1 - \gamma)\} \eta_{i0}]$

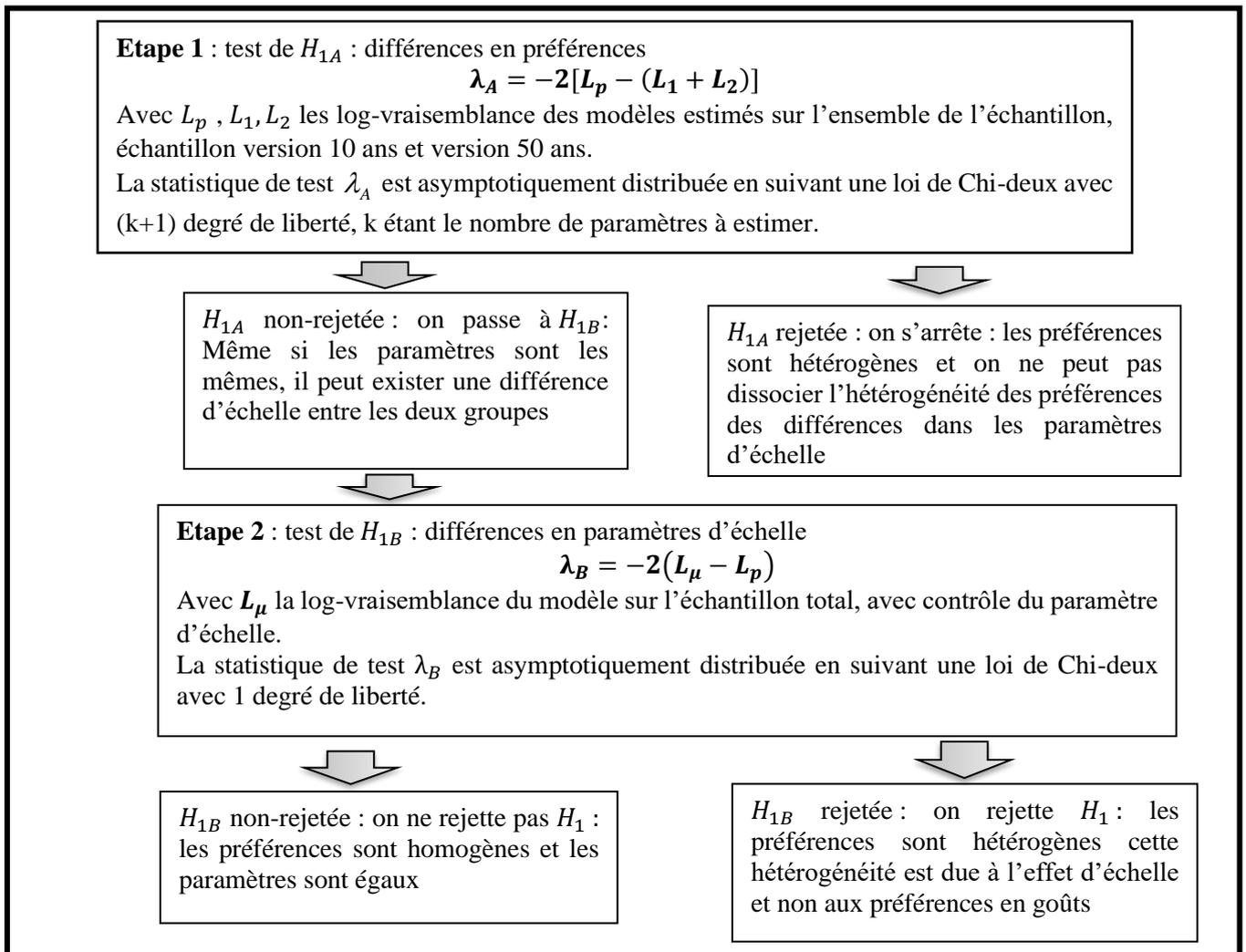
correspond au paramètre associé à la constante spécifique pour l'alternative de référence (ASC3). Les attributs des scénarios de performance sont représentés par le vecteur $X_{j,t}$ et leurs paramètres aléatoires par la valeur $[\sigma_i\beta + \{\gamma + \sigma_i(1 - \gamma)\eta_{ij}\}]$. Le terme d'erreur est représenté par $\varepsilon_{ijt,j=1,2,3}$. Le vecteur aléatoire η_i capture l'hétérogénéité résiduelle des préférences et suit en principe une loi normale multivariée de moyenne nulle. Nous allons fixer $\gamma = 0$, pour garder l'idée que l'hétérogénéité des préférences résiduelles ne peut pas être dissociée de l'hétérogénéité d'échelle (Hess et Rose, 2012). La distribution du paramètre d'échelle, σ_i , dans notre modèle GMNL suit les hypothèses standard de Fiebig et al. (2010) où la distribution de σ_i est définie pour être positive en supposant une distribution exponentielle avec un écart-type τ et une moyenne : $\sigma_i = \exp(\bar{\sigma} + \tau v_i)$; $v_i \sim N(0,1)$. Ainsi, lorsque τ augmente, le degré d'hétérogénéité d'échelle augmente.

3.2 Identifier l'impact de l'horizon temporel : le test de Swait-Louvière

Notre hypothèse est que les préférences pour les différentes composantes de performance des SAEP sur le long-terme, comme l'effet d'échelle, devraient présenter des variations selon l'horizon temporel des scénarios de gestion proposés aux enquêtés. En d'autres termes, il est possible que les enquêtés qui ont été confrontés au protocole établi à l'échelle de 10 ans formulent des préférences différentes de ceux à qui nous avons proposé le protocole dans sa version de 50 ans. Pour étudier l'occurrence potentielle d'un tel effet, nous avons mis en place la méthode de test de Swait-Louvière (1993). Ce dernier est en fait une adaptation du test de Chow pour les modèles MCO (moindres carrés ordinaires), dans le cas des modèles multinomial logit. Il consiste à comparer l'égalité des coefficients de deux régressions. Sauf, que dans le cadre des modèles multinomial logit, les coefficients estimés intègrent deux composantes : les coefficients de régression, et les paramètres d'échelle. Cependant il n'est pas possible d'identifier simultanément les deux paramètres d'échelle, en même temps que les coefficients de régression. C'est pourquoi le test procède en deux étapes. La première consiste à s'assurer qu'il y a bien égalité entre les coefficients décrivant les préférences. Dans ce cas, on estime les deux régressions correspondant aux deux sous-échantillons de manière séparée. Si le test confirme qu'il y a bien égalité des coefficients, alors on passe à la deuxième étape, une nouvelle régression compilant les deux sous-échantillons. Mais, pour un des deux sous-échantillons, les niveaux des attributs sont multipliés par la valeur du ratio des deux paramètres d'échelle, en testant plusieurs valeurs (sauf 1 qui correspond à une égalité). En exprimant un des paramètres

d'échelle relativement à l'autre, on peut alors déterminer l'effet d'échelle entre les deux sous-échantillons (Swait et Louviere, 1993 ; Boeri et Longo, 2017). En revanche, si l'égalité des préférences est rejetée, l'hypothèse d'égalité des paramètres d'échelle sera aussi automatiquement rejetée étant donné qu'on ne peut dissocier l'hétérogénéité des préférences de l'hétérogénéité d'échelle (Hess et Rose, 2012).

L'encadré suivant résume le test de Swait-Louvière, pour notre étude.



Encadré IV.3.2 : Adaptation du test de Swait et Louviere (1993)

Adapter le test de Swait-Louvière à une équation de choix de type GMNL revient à opérer les tests avec les modèles suivants :

- (i) Un modèle pour l'échantillon correspondant à la version de 10 ans
- (ii) Un modèle pour l'échantillon correspondant à la version de 50 ans
- (iii) Un modèle pour l'échantillon total

4 RESULTATS ECONOMETRIQUES

4.1 Données sur les choix

Chaque répondant a été confronté à 5 séries de choix. Nous disposons donc d'un total de **3 000** ($300*2*5$) réponses. Le tableau (IV.4.1) restitue la répartition des choix par scénario selon les deux sous-échantillons. Nous constatons à la lecture de ce tableau que le choix du statuquo représente **16 %** de l'ensemble des choix effectués. Cependant, il est beaucoup moins présent ($chi2(2) = 22,90 \ Pr = 0,000$) dans la version 50 ans du questionnaire (**13 %** contre **19 %**). Cela signifie que les enquêtés ayant été confrontés à la version long terme du protocole d'expériences de choix ont été moins nombreux à opter pour le maintien de la gestion actuelle des services d'eau.

Tableau IV.4.1.A : Répartition des choix effectués

Choix effectué	Version 10 ans	Version 50 ans	Total
Alternative 1	605 (40 %)	650 (43 %)	1255 (42 %)
Alternative 2	607 (41 %)	658 (44 %)	1265 (42 %)
Alternative 3 (Statuquo)	288 (19 %)	192 (13 %)	480 (16 %)
Total	1500	1500	3000

Nous avons regardé la proportion d'enquêtés ayant fait le choix systématique du statuquo (**31** individus). Il apparaît qu'elle est plus faible pour le sous-échantillon version 50 ans (**3 %**) que pour le sous-échantillon version 10 ans (**7 %**) ($chi2(1) = 5,7486 \ Pr = 0,017$). La motivation évoquée est d'abord la conviction de payer déjà assez via la facture d'eau (**84 %** de réponses) suivie par l'incapacité financière des répondants (**60 %**) ; viennent ensuite le sentiment que l'argent destiné à l'amélioration de la performance sera utilisé à autre chose (**52 %**) et la non-croyance en une réalisation des problèmes évoqués dans les prochaines années (**29 %**). Enfin **52 %** des répondants estiment ne pas être concernés par la question (respectivement **23 %** en ce qui concernent leur logement et **29 %** en ce qui concerne leur commune).

Nous avons également cherché à identifier les répondants qui ont opté au moins une fois pour les scénarios alternatifs (évolution de la gestion actuelle) dont la taille est de **569** individus soit **95 %** de l'échantillon. Pour plus de la majorité d'entre eux, c'est d'abord pour des convictions

éthiques et morales car ils pensent que c'est un devoir de maintenir la qualité des services pour tous aujourd'hui (**90 %** des réponses), mais aussi pour les générations futures (**91 %**). Mais c'est surtout le maintien de la qualité du service pour les répondants et leur famille qui est le plus souvent évoqué comme motivation (**92 %**).

Nous leur avons également demandé s'ils ont privilégié un critère pour faire leurs choix entre les différents scénarios. La quasi-totalité d'entre eux (**96 %** des répondants) ont répondu à la question (les **4%** restant n'ayant pas privilégié un critère en particulier). Il en ressort que le premier critère de choix est pour **53 %** des répondants la couleur et le goût de l'eau ; pour **16 %** la pression sur la ressource ; **15 %** l'augmentation de la facture ; **11 %** le suivi de la consommation ; et enfin seulement près **1 %** la fréquence de la coupure d'eau. On note cependant quelques différences entre les deux sous-échantillons : **50 %** des répondants de l'échantillon de 10 ans placent en première position la couleur et le goût de l'eau, contre **56 %** pour l'échantillon de 50 ans. Les choix sont inversés en ce qui concerne la pression sur la ressource, **14 %** de l'échantillon de 10 ans la place en premier contre **19 %** pour l'échantillon de 50 ans. Ces différences ne sont pas statistiquement confirmées ($\chi^2(5) = 5,2231 \quad Pr = 0,389$).

Globalement, on ne détecte pas de différence notable dans la perception de la difficulté de l'exercice entre les deux sous-échantillons. Dans l'ensemble (voir tableau **IV.4.1.B**), plus de la moitié des répondants ont trouvé l'exercice difficile. Éprouver de la difficulté ne signifie pas qu'on n'a pris au sérieux l'exercice, au contraire il peut s'agir de l'effort lié à la concentration du répondant.

Tableau IV.4.1.B : Difficulté de choix selon les répondants

Difficulté de choix	Version 10 ans	Version 50 ans	Total
Ne sait pas	3 (1 %)	2 (0,67 %)	5 (1 %)
Très difficiles	19 (6 %)	31 (10 %)	50 (8 %)
Difficiles	126 (42 %)	129 (43 %)	255 (43 %)
Ni faciles ni difficiles	89 (30 %)	86 (29 %)	175 (29 %)
Faciles	56 (19 %)	39 (13 %)	95 (16 %)
Très faciles	7 (2 %)	13 (4 %)	20 (3 %)
Total	300	300	600

4.2 Les variables explicatives retenues

Nous avons retenu pour l'estimation économétrique de l'équation de choix un total de 17 variables explicatives (cf. tableau IV.4.2) : à côté des 4 attributs décrivant les performances de long terme des SAEP ayant chacun 2 niveaux d'amélioration, l'attribut monétaire, et la variable ASC3 pour identifier la situation de statuquo, nous avons introduit 7 variables d'interactions entre caractéristiques individuelles et attributs des scénarios, pour tenir compte des hétérogénéités observables :

- **ASC3*âge** : Le croisement de l'âge avec l'ASC3 a pour principal objectif de capter l'effet du cycle de vie sur la volonté (ou pas) d'une amélioration de la gestion des SAEP. Nous nous attendons à un effet négatif de cette variable. L'hypothèse sous-jacente ici est que sur très long terme les plus âgés seraient moins disposés à payer pour une amélioration des SAEP que les moins âgés, leur probabilité de bénéficier pleinement des services performants sur le long terme étant plus faible.
- **ASC3*Infrastructure de faible niveau** : On s'attend à un effet négatif de cette variable. Nous supposons que les usagers vivant dans les territoires où l'état actuel des infrastructures des services d'eau est relativement vétuste seraient en demande d'une gestion de SAEP plus performants.
- **Revenu*prix** : Nous avons croisé la variable identifiant les ménages ayant un revenu par UC plus élevé avec le coût du scénario de gestion. Nous nous attendons à un effet positif de la variable, pour contrôler le fait que l'utilité marginale d'un euro est plus faible pour les ménages plus aisés.
- **Prix* Infrastructure de faible niveau** : L'effet attendu de la variable croisée est positif. On peut en effet s'attendre à ce que dans les territoires où l'état actuel de l'infrastructure reste faible, les usagers soient disposés à payer plus pour financer une forme de rattrapage.
- **ASC3*FACTEUR1** : Nous avons croisé la situation de statuquo avec le premier facteur latent qui réunit les réponses attitudinales liées à l'altruisme global. Après la compilation de la variable score liée à l'altruisme global, la variable binaire

FACTEUR1 a été construite en identifiant par **1** l'ensemble des individus dont le score appartient au quatrième quartile c'est-à-dire les 25 % des individus ayant les scores les plus élevés pour ce facteur et **0** le reste des répondants (*annexes D.2*). Nous nous attendons à un effet négatif de la variable. Les individus altruistes seraient plus enclins à soutenir des scénarios visant à améliorer les performances sur le long-terme des SAEP.

- **ASC3*FACTEUR2** : Nous avons également croisé la situation de statuquo avec le deuxième facteur latent qui réunit les réponses attitudeles liées à l'altruisme paternaliste. Cette variable a été construite de manière similaire à la variable **FACTEUR1**, c'est-à-dire qu'elle identifie les 25 % de l'échantillon ayant les scores les plus élevés pour ce facteur latent. Les personnes dont le score appartient au quatrième quartile prennent la valeur **1** et le reste des individus prend la valeur **0**. Comme précédemment, nous nous attendons à un effet négatif de la variable. Les individus paternalistes envers les SAEP seraient plus enclins à soutenir des scénarios visant à améliorer leurs performances sur le long-terme. Ce facteur latent se distingue du premier car il n'évoque que l'altruisme particulièrement lié au service d'eau et à l'infrastructure. En effet, certains répondants peuvent manifester de l'altruisme dans le contexte précis des services d'eau sans pour autant être altruistes de façon globale (dans tous les contextes par exemple).
- **ASC3*FACTEUR3** : Enfin nous avons croisé la situation de statuquo avec le dernier facteur latent qui réunit les réponses attitudeles liées à l'impatience. Nous nous attendons à un effet positif de la variable. Les individus impatients seraient plus enclins à maintenir la situation de statuquo. Tout comme les variables **FACTEUR1** et **FACTEUR2**, **FACTEUR3** est une variable binaire qui prend la valeur 1 lorsque le score du répondant appartient au dernier quartile du facteur compilé (25 % les plus élevés) et 0 sinon.

Tableau IV.4.2 : Variables et descriptions

Variables	Description
Attributs	
ASC3	Situation de référence hypothétique
GOUTCOUL2	Eau du robinet claire avec des risques de mauvais goût
GOUTCOUL3	Eau du robinet claire et agréable à boire
COUPURE2	Coupures non programmées 24h à l'avance et durant 12h survenant une fois tous les 2 ans
COUPURE3	Coupures non programmées 24h à l'avance et durant 12h survenant une fois tous les 5 ans
SUIVI2	Suivi journalier des fuites et consommations d'eau
SUIVI3	Suivi quasi-instantané des fuites et consommations d'eau
RESSOURCE2	Préservation moyenne de la ressource
RESSOURCE3	Préservation forte de la ressource
PRIX	Augmentation moyenne de la facture d'eau
Variables croisées	
AGE*ASC3	Croisement de l'âge avec la situation hypothétique de référence
LOW_INFRA*ASC3	Croisement du niveau d'infrastructure actuel avec la situation hypothétique de référence
LOW_INFRA*PRIX	Croisement du niveau d'infrastructure actuel avec le coût des programmes
HIGH*PRIX	Croisement du niveau de revenu avec le coût des programmes
FACTEUR1*ASC3	Croisement du niveau d'altruisme global avec la situation hypothétique de référence
FACTEUR2*ASC3	Croisement du niveau d'altruisme paternaliste avec la situation hypothétique de référence
FACTEUR3*ASC3	Croisement du niveau d'impatience actuel avec la situation hypothétique de référence

4.3 Résultats du test de Swait-Louvière

Nous avons effectué nos premières estimations des trois modèles pour opérer le test de Swait-Louvière avec les 17 variables présentées dans la section précédente. Cependant, aucune des deux variables croisant ASC3 avec les caractéristiques des individus n'a été significative, et l'application des tests de Wald confirme qu'elles n'apportent pas d'information supplémentaire pour notre analyse. En conséquence, pour toute la suite de ce travail, nous ne garderons que 15 variables explicatives dont les effets sont significatifs dans au moins un des modèles estimés ou indispensables à la vérification de nos hypothèses de travail.

Les estimations des 3 modèles pour les tests de Swait-Louvière sont restituées dans le tableau (IV.4.3.B). Il faut préciser qu'en comparaison de celles obtenues avec les modèles logit mixte (*cf. annexes D.4*), les estimations des équations de choix avec des modèles GMNL sont meilleures en termes de significativité des coefficients mais également au regard des critères de qualité globale de modèles tels que la Log-vraisemblance (LL), le critère d'information d'Akaike (AIC) et le critère d'information bayésien (BIC). Ces résultats nous confortent dans le choix du GMNL comme le mieux adapté aux données recueillies. Par ailleurs, nous avons également estimé les modèles en faisant varier le scalaire γ en fixant des valeurs autres que la valeur nulle (**0**). Les résultats de ces estimations confirment que le modèle est convergent lorsque la valeur du scalaire γ se situe entre **0** et **1**. En effet, les critères de comparaison (LL, AIC, et BIC) sont presque identiques entre les différents modèles et les valeurs des paramètres de préférences varient très peu (*cf. annexes D.5*). Ainsi, nous pouvons garder ce scalaire $\gamma=0$ sans s'exposer à un problème de robustesse de résultats qui serait lié à une trop grande variabilité de ces derniers.

Tableau IV.4.3.A : Modèles GMNL estimés pour l'adaptation du test de Swait-Louviere

Variable dépendante : Choix effectif (Choix_Eff)	VERSION 10 ans (gamma = 0)	VERSION 50 ans (gamma = 0)	POOLED (gamma = 0)	POOLED (gamma libre)
Moyennes				
ASC3	-1,80*** (0,50)	-5,25*** (1,13)	-3,40*** (0,47)	-3,09*** (0,37)
Goût et couleur niveau 2	-0,93** (0,39)	-0,59*** (0,16)	-0,30*** (0,07)	-0,27*** (0,06)
Goût et couleur niveau 3	4,62*** (1,16)	3,15*** (0,53)	1,73*** (0,18)	1,53*** (0,11)
Coupures niveau 2	0,89*** (0,33)	-0,04 (0,16)	0,09 (0,07)	0,07 (0,06)
Coupures niveau 3	-1,12*** (0,38)	-0,28* (0,16)	-0,26*** (0,07)	-0,25*** (0,06)
Suivi niveau 2	-0,59** (0,28)	-0,33* (0,18)	-0,14 (0,09)	-0,13* (0,08)
Suivi niveau 3	0,67** (0,32)	0,39** (0,17)	0,19*** (0,08)	0,18*** (0,06)
Ressource niveau 2	-0,06 (0,23)	0,04 (0,15)	0,002 (0,07)	0,02 (0,06)
Ressource niveau 3	2,96*** (0,71)	1,37*** (0,26)	0,93*** (0,12)	0,80*** (0,08)
Prix	-1,07*** (0,02)	-1,05*** (0,01)	-1,04*** (0,005)	-1,03*** (0,005)
ASC3*FACTEUR1	-1,57 (1,12)	0,95 (0,79)	1,25 (0,78)	0,87 (0,67)
ASC3*FACTEUR2	-3,09** (1,11)	-1,75** (0,79)	-2,10*** (0,78)	-1,75*** (0,62)
ASC3*FACTEUR3	0,35 (0,75)	1,77* (0,98)	1,37** (0,58)	1,01** (0,45)
HIGH*PRIX	-0,01** (0,005)	0,00 (0,004)	0,003 (0,004)	0,004 (0,004)
LOW-INFRA *PRIX	-0,02*** (0,008)	-0,009 (0,008)	-0,014** (0,006)	-0,01*** (0,005)
Ecart-types				
ASC3	4,17*** (0,62)	4,50*** (0,85)	4,04*** (0,42)	3,77*** (0,35)
Goût et couleur niveau 2	0,99*** (0,31)	0,04 (0,16)	0,20 (0,16)	0,18 (0,11)
Goût et couleur niveau 3	1,82*** (0,47)	1,74*** (0,35)	1,18*** (0,16)	1,02*** (0,11)
Coupures niveau 2	0,41** (0,20)	0,12 (0,15)	0,08 (0,17)	0,09 (0,12)
Coupures niveau 3	0,01 (0,22)	1,09*** (0,24)	0,04 (0,23)	0,28** (0,15)
Suivi niveau 2	1,43*** (0,33)	0,26* (0,15)	0,42** (0,19)	0,43*** (0,12)
Suivi niveau 3	0,28 (0,28)	0,47* (0,25)	0,12 (0,17)	0,07 (0,13)
Ressource niveau 2	0,32 (0,40)	0,43** (0,18)	0,18 (0,16)	0,13 (0,15)
Ressource niveau 3	2,68*** (0,65)	0,02 (0,13)	0,59*** (0,11)	0,57*** (0,11)
Prix	0,10*** (0,02)	0,06*** (0,01)	0,04*** (0,005)	0,04*** (0,005)
μ (Paramètre d'échelle)	1,47*** (0,21)	0,97*** (0,13)	0,51*** (0,14)	0,0007 (0,006)
Nombre d'observations	4500	4500	9000	9000
Log-vraisemblance	-1006,82	-996,48	-2035,30	-2034,91
AIC	2065,63	2044,97	4122,59	4123,82
BIC	2232,34	2211,68	4307,31	4315,65

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 % d'erreur. Les valeurs entre parenthèses représentent les t-stat.

μ (Paramètre d'échelle) estimé à partir d'un gamma=0.

Le test de Chi-deux comparant les estimations séparées sur les deux sous-échantillons avec le modèle sur l'échantillon total suggère que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse d'une homogénéité des préférences entre les deux sous-échantillons issus de deux versions du questionnaire. Par ailleurs, le paramètre d'échelle μ est significatif pour les deux sous-échantillons mais plus élevé pour celui des répondants à qui on a demandé de se projeter dans un horizon de 10 ans (**1,47** contre **0,97**). En d'autres termes, même si en apparence, les coefficients devant les attributs sont très différents entre les deux modèles (*10 ans* versus *50 ans*) ou plus exactement que ceux associés à l'équation de choix avec la version 10 ans du questionnaire sont largement plus élevés, cela n'est pas très surprenant car nous avons fait l'hypothèse (qui est validée) d'un $\gamma = 0$ c'est-à-dire d'une proportionnalité entre hétérogénéité de l'effet d'échelle et hétérogénéités des préférences.

Tableau IV.4.3.B : Test d'homogénéité de préférences entre le sous-échantillon (10 ans) et le sous-échantillon (50 ans)

Modèles	Log-vraisemblances	Nombres de paramètres de préférences
Version 10 ans	-1006,82	26
Version 50 ans	-996,48	26
Pooled	-2035,30	26
Test de H_{1A} (homogénéité des préférences)	$\lambda_A = -2[L_p - (L_1 + L_2)]$ $= 64$ $\chi^2 (p \leq 0,05, df=50)$ $= 67,50$	

Le paramètre d'échelle s'interprétant comme la partie déterministe des choix (Borger, 2016), nous pouvons affirmer que globalement les choix des répondants avec la version 50 ans du questionnaire sont plus aléatoires que ceux des individus soumis à la version de 10 ans. Selon la littérature économique, plus l'horizon de temps est long, plus les bénéfices et décisions deviennent incertains (Gollier, 2001 ; Gollier, 2005). Concernant le rapport au temps, nous pensons que l'incertitude liée aux décisions est principalement due à la difficulté à se projeter

des répondants. L'effet de certaines variables socioéconomiques déjà testées dans la littérature telles que le niveau de revenu et le cycle de vie (Borger, 2016 ; Czajkowski et al., 2017) sont également à explorer pour comprendre cette différence. Enfin, nous ne pouvons dissocier l'effet d'échelle du rapport au temps des individus. C'est pourquoi, dans la section suivante, nous estimons une nouvelle version de notre équation de choix sur l'ensemble des répondants (comme suggéré par le test de Swait-Louvière), en introduisant les déterminants observables de cette hétérogénéité de l'effet d'échelle. Mais avant de procéder à cette estimation complémentaire, nous restituons dans ce qui suit les résultats de l'estimation du modèle GMNL sur l'ensemble de l'échantillon qui sert de référence.

Nous observons comme précédemment que globalement les répondants à cette enquête préfèrent un scénario de gestion qui cherche à améliorer les performances des SAEP sur le long-terme au seul maintien de la gestion actuelle. Néanmoins, il y a une forte hétérogénéité des préférences, voire des individus qui préfèrent (tirent une utilité plus élevée) le scénario de gestion actuel. La hiérarchie des préférences pour les dimensions de la performance à privilégier reste stable : tout d'abord les performances techniques en termes de goût et couleur de l'eau, ensuite la performance environnementale via la préservation de la ressource. Les autres aspects des performances techniques sont également significatifs. Le suivi des consommations d'eau est maintenant valorisé. En revanche, une amélioration de la gestion des coupures d'eau continue à affecter négativement les répondants, et cela de manière homogène au sein de l'échantillon (l'écart-type du paramètre associé à l'attribut Coupures niveau 3 est non significatif).

Nous constatons par ailleurs que même si la variable *FACTEUR1*ASC3* est positif, il n'est pas significatif. En d'autres termes, on ne détecte pas de différence de préférence pour le scénario de gestion actuel entre ceux qui se sont déclarés les plus altruistes (à l'égard des autres qu'ils soient ou non membres de leur famille) et le reste des répondants. En revanche, l'effet de la variable *FACTEUR2*ASC3* est bien significatif et négatif. Ainsi, c'est bien l'altruisme paternaliste (une volonté d'améliorer les infrastructures dans les territoires plus contraints, ou encore pour maintenir un tarif de l'eau plus abordable pour les plus démunis) qui conduit à préférer sortir du scénario de statuquo. Ce résultat est cohérent avec les résultats obtenus dans le chapitre précédent qui montraient à travers le modèle à classes latentes que les individus les plus paternalistes au sens altruiste, ont plus de préférences pour une évolution de la gestion des SAEP avec une préoccupation pour la dimension environnementale, que le reste des répondants de notre étude. Enfin, sans trop de surprise, *ASC3*FACTEUR3* est significatif et positif,

indiquant que les individus les plus impatients sont globalement plus satisfaits avec le scénario de statuquo.

4.4 Une estimation d'un GMNL avec les déterminants de l'effet d'échelle

Nous restituons dans le tableau (IV.4.4) le modèle retenu en intégrant les déterminants de l'effet d'échelle que sont l'âge, le niveau de revenu, l'altruisme global tel que nous l'avons mesuré (**FACTEUR1**), l'altruisme paternaliste (**FACTEUR2**), l'impatience (**FACTEUR3**), la projection sur le niveau de performance actuelle (**PROJECTION1**), la projection sur le niveau de satisfaction actuelle concernant les informations autour du service d'eau (**PROJECTION2**) et enfin la projection sur le niveau de performance future (**PROJECTION3**). Plus spécifiquement, nous supposons que :

- L'**AGE** est censé avoir un effet négatif sur le paramètre d'échelle, car plus les individus sont avancés dans leur cycle de vie, moins ils seraient attentifs aux différentes composantes de la performance long-terme des SAEP.
- Les individus qui ont un niveau de **REVENU** supérieur à 1000 €/UC/mois sont plus enclins à faire des choix déterministes. L'effet attendu du revenu sur le paramètre d'échelle est donc positif.
- **FACTEURS 1, 2, 3** ont un effet positif, qui signifierait que les individus plus altruistes ou plus impatients vont prendre en considération les niveaux des attributs et les scénarios qui leur sont proposés pour prendre leur décision.
- **PROJECTION1** exprime une forme de difficulté à s'approprier les contours du SAEP actuellement. La variable prend la valeur 1 quand l'individu a répondu « ne sait pas » à l'une des trois questions suivantes « *Q.7. Quels sont les trois critères les plus importants pour un service d'eau potable performant... ?* », « *Q.8. Selon vous, renouveler les infrastructures d'eau potables (canalisations, branchements, pompes, etc.) est important pour... ?* » et « *Q.9. Globalement, le service d'eau potable qui vous est actuellement fourni est... ?* »

- **PROJECTION2** exprime la difficulté à évaluer son propre besoin en matière d'information. Elle prend la valeur 1 pour les individus ayant répondu « ne sait pas » à la question « *Q.16. Plus précisément, quel est votre degré de satisfaction concernant les informations délivrées sur le service ?* ».

- **PROJECTION3** exprime la difficulté à projeter la situation du SAEP à l'horizon temporel des scénarios de gestion. La variable prend la valeur 1 pour les répondants ayant choisi la modalité « ne sait pas » à la question « *Q.23. Dans 10/50 ans, vous pensez que le service d'eau potable de votre commune sera globalement... ?* ».

Le modèle définitivement retenu pour expliquer l'hétérogénéité d'échelle présente un paramètre d'échelle significatif de **0,21** et ne garde que les variables AGE, REVENU, *FACTEUR3* et *PROJECTION2* comme déterminants de cette hétérogénéité. Les critères de décisions (AIC) et (BIC) de ce modèle sont meilleurs par rapport au modèle gardant l'ensemble des déterminants plausibles (*voir colonne 1 du tableau IV.4.4*). Les différents résultats montrent que l'hétérogénéité des effets d'échelle peut d'abord être expliquée par les caractéristiques des répondants car l'introduction de ces dernières fait passer le paramètre d'échelle de **0,51** à **0,21**. Ainsi, les individus les plus âgés (phase avancée dans leur cycle de vie), très impatients ou encore qui éprouvent de la difficulté à projeter leur besoin d'information en matière de SAEP ont tendance à faire des choix plus aléatoires que les autres.

Tableau IV.4.4 : Modèles GMNL augmenté¹

Choix effectif	GMNL augmenté (1)	GMNL augmenté (2)
Moyennes		
ASC3	-3,13*** (0,39)	-3,10*** (0,39)
Goût et couleur niveau 2	-0,58*** (0,17)	-0,62*** (0,19)
Goût et couleur niveau 3	3,30*** (0,71)	3,48*** (0,77)
Coupures niveau 2	0,17 (0,13)	0,21 (0,15)
Coupures niveau 3	-0,56*** (0,18)	-0,60*** (0,19)
Suivi niveau 2	-0,24 (0,17)	0,23 (0,17)
Suivi niveau 3	0,38** (0,16)	0,38** (0,16)
Ressource niveau 2	0,09 (0,14)	0,07 (0,14)
Ressource niveau 3	1,71*** (0,39)	1,81*** (0,41)
Prix	-1,06*** (0,017)	-1,07*** (0,017)
Interactions		
ASC3*FACTEUR1	0,87 (0,67)	1,02 (0,65)
ASC3*FACTEUR2	-1,67** (0,74)	-1,70** (0,69)
ASC3*FACTEUR3	0,98** (0,47)	0,87* (0,46)
HIGH*PRIX	0,003 (0,004)	0,002 (0,004)
LOW-INFRA*PRIX	-0,015*** (0,005)	-0,015*** (0,005)
Ecart-types		
ASC3	3,82*** (0,35)	3,85*** (0,36)
Goût et couleur niveau 2	0,39 (0,26)	0,39 (0,26)
Goût et couleur niveau 3	2,10*** (0,47)	2,25*** (0,51)
Coupures niveau 2	0,10 (0,38)	0,22 (0,38)
Coupures niveau 3	0,63* (0,33)	0,68* (0,36)
Suivi niveau 2	0,97*** (0,32)	0,90*** (0,35)
Suivi niveau 3	0,25 (0,34)	0,34 (0,34)
Ressource niveau 2	0,45 (0,34)	0,66** (0,29)
Ressource niveau 3	1,28*** (0,33)	1,38*** (0,37)
Prix	0,07*** (0,015)	0,08*** (0,018)
Paramètre d'échelle et déterminants^a		
μ (Paramètre d'échelle)	0,17 (0,13)	0,21* (0,11)
AGE	- 0,016*** (0,004)	-0,017*** (0,004)
REVENU	0,27** (0,11)	0,27** (0,11)
FACTEUR1	- 0,18 (0,14)	-
FACTEUR2	0,004 (0,15)	-
FACTEUR3	- 0,27** (0,13)	-0,26** (0,13)
PROJECTION1	- 0,40 (0,26)	-
PROJECTION2	- 0,60** (0,27)	-0,60** (0,27)
PROJECTION3	0,23** (0,11)	-
Nombre d'observations	9000	9000
Log-vraisemblance	-2019,06	-2022,51
AIC	4106,13	4105,03
BIC	4347,70	4318,18

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 % d'erreur. Les valeurs entre parenthèses représentent les t-stat. μ (Paramètre d'échelle) estimé à partir d'un gamma=0. ^a déterminants du paramètre d'échelle obtenus avec l'option *het* de STATA.

5 DISCUSSION

5.1 Homogénéité de préférences entre sous-échantillons

Le test de comparaison des échantillons de Swait et Louviere (1993) appliqué à notre étude révèle que les préférences de goûts sont homogènes entre les sous-échantillons. Cela veut dire que si un attribut est plus valorisé qu'un autre dans l'échantillon de *10 ans*, on observera la même chose dans l'échantillon de *50 ans*. Les résultats reportés dans le tableau (IV.4.3.A) confirment cette homogénéité de préférences entre les deux groupes de répondants. On peut y observer que la hiérarchie des préférences est identique entre les deux groupes. Ces résultats sont fidèles à ceux obtenus au chapitre (III), c'est-à-dire une préoccupation simultanée pour les dimensions technique et environnementale de la performance des SAEP. Quel que soit l'horizon temporel de la gestion des SAEP, les usagers se préoccupent en premier de la qualité organoleptique de l'eau du robinet et ensuite de la préservation de la ressource. Ceci montre que même dans les régions développées où la potabilité de l'eau est très satisfaisante, la qualité organoleptique de l'eau est une très grande préoccupation des usagers. La plus grande valorisation de la préservation de la ressource par rapport à la continuité du service révèle une préoccupation importante des usagers d'eau concernant l'environnement comme l'ont déjà montré Willis et al. (2005) ou Blamey et al. (1999). La seule différence en préférences qui peut exister entre les deux groupes selon le *split-sample-test* réside dans l'hétérogénéité d'échelle.

5.2 Hétérogénéité inter-individuelle des préférences

Les origines de l'hétérogénéité des préférences entre les individus de l'échantillon peuvent être recherchées au niveau de leurs caractéristiques socioéconomiques et traits psychométriques (Czajkowski et al., 2017 ; Bolduc et al., 2008). Tout au long de ce travail, nous avons testé le rôle que peuvent jouer d'une part 3 traits psychométriques à savoir l'altruisme global, l'altruisme paternaliste et le degré d'impatience, mais aussi le cycle de vie, le niveau de revenu et le niveau des infrastructures locales d'eau. Le premier enseignement du modèle GMNL est que l'altruisme global n'affecte pas les préférences par rapport à la performance des SAEP quel que soit l'horizon temporel dans lequel le répondant doit considérer leur gestion. Un autre type d'altruisme domine l'altruisme global concernant l'hétérogénéité des préférences : l'altruisme

paternaliste (Rodriguez et Léon, 2004). Ce dernier affecte négativement la situation de référence (*FACTEUR2*ASC3* étant significatif et négatif). Concrètement, cette motivation sociale incite à préférer une évolution de la gestion des SAEP et de leurs performances sur le long-terme. Cela rejoint nos précédents résultats selon lesquels l'altruisme peut constituer un levier que les gestionnaires et décideurs publics peuvent activer pour obtenir l'adhésion des usagers pour une amélioration de la gestion des SAEP au cours des prochaines années, mais il doit être principalement paternaliste. La réussite des nouveaux programmes de gestion devrait se baser sur les usagers ou groupes d'usagers qui prônent la solidarité autour de l'infrastructure d'eau et/ou autour de la ressource (Point, 1993). En revanche, le degré d'impatience impacte négativement cette situation de référence (*FACTEUR3*ASC3* étant significatif et positif) quel que soit l'horizon temporel, ce qui veut dire que les individus les plus impatientes de notre échantillon semblent être les plus enclins à souhaiter un statu quo. Enfin, nous obtenons comme dans le modèle logistique mixte du précédent chapitre, que les répondants dont les ménages sont desservis par un RFI sont probablement ceux qui souhaitent moins payer pour faire évoluer la gestion des SAEP les prochaines années (*LOW-INFRA*PRIX* significatif et négatif). Ces hétérogénéités inter-individuelles sont identiques pour les 2 groupes de répondants de notre échantillon. Ils ne permettent donc pas d'expliquer une différence entre les deux groupes qui serait due à la durée de gestion des SAEP. L'adaptation du test de Swait-Louvière révèle que cette différence se trouve dans l'hétérogénéité d'échelle.

5.3 Hétérogénéité d'échelle entre sous-échantillons

L'originalité de ce chapitre réside dans la détermination du rôle de la durée des programmes de gestion des SAEP dans les préférences par rapport à leur performance de long terme. Nous avons pu déterminer que la dimension temporelle des programmes entraîne une hétérogénéité d'échelle telle que l'information ou la durée de réponses peuvent l'être pour d'autres services publics (Rambonilaza et Brahic, 2016 ; Borger, 2016). La comparaison des sous-échantillons selon l'horizon de temps dans lequel doivent se projeter nos répondants révèle à partir de l'estimation des paramètres d'échelles que les choix sont plus aléatoires pour les programmes de gestion inscrits dans du plus long terme (50 ans), cela malgré l'homogénéité des préférences de base entre les deux groupes. L'enseignement de ce résultat pour les décideurs publics est que la mise en place des programmes de gestion des SAEP doit faire appel aux mêmes préoccupations techniques et environnementales des usagers quelle que soit la dimension

temporelle de la gestion. Sur du plus long-terme cependant, il est nécessaire de recourir à d'autres facteurs qui peuvent jouer un rôle dans la variabilité accrue des préférences chez les usagers. Nos résultats montrent que ces déterminants peuvent être socioéconomiques comme psychométriques. Ils révèlent que plus le répondant est âgé moins ses préférences sont déterministes (l'effet de l'âge sur le paramètre d'échelle étant significatif et négatif). Ceci rejoint la littérature sur les préférences temporelles selon laquelle plus on se situe vers la fin de son cycle de vie moins on est sûr de jouir des bénéfices futurs d'un bien/service de long terme (Gollier, 2001 ; Gollier, 2005). L'adhésion des personnes âgées aux programmes de très long terme doit alors faire appel à d'autres préoccupations que les bénéfices d'usage direct. Nous pensons en premier à l'altruisme envers les générations futures (Becker, 1965 ; Desaigues et Point, 1993). Il faut préciser dans notre cas que cet altruisme envers les générations futures concerne uniquement les SAEP, donc un altruisme paternaliste.

Deux autres propositions de la théorie des préférences temporelles sont vérifiées dans notre étude. La première concerne le lien entre le niveau de revenu et les préférences. Les individus à hauts revenus ont des préférences moins incertaines que les autres en ce qui concerne la performance de long terme des SAEP. En effet, l'un des principaux problèmes auxquels font face les agents économiques concernant les biens et services dont la gestion et les bénéfices s'inscrivent dans le long terme comme les SAEP constitue l'incertitude qui leur est liée et qui les conduit à étaler leurs décisions de consommation sur plusieurs périodes (Friedman, 1970 ; Gollier, 2001 ; Gollier, 2005). Par exemple, un consommateur à revenus élevés qui a la possibilité de diversifier ses actifs de manière à lisser ses gains et pertes n'aura pas la même attitude qu'un consommateur à revenus plus faibles contraint par le budget face à un bien/service dont les bénéfices futurs sont incertains (Arrondel et al., 2005).

Le deuxième fait stylisé que nous observons concerne le rôle de l'information sur la variabilité des préférences. A la différence des travaux passés (Carlsson et al., 2012 ; Day et al., 2012), l'information n'est pas ici liée à l'apprentissage ou à l'expérience mais concerne plutôt la capacité de projection des répondants sur leur niveau de connaissance des SAEP. Nous avons en effet obtenu que les individus ayant du mal à se projeter sur leur satisfaction concernant le niveau d'information autour des SAEP font des choix plus aléatoires que les autres. Nous pouvons conclure ainsi que, pour les gestionnaires et décideurs publics, la quête d'une connaissance fine des préférences des usagers doit aussi passer par l'amélioration de l'information qui leur est fournie.

Enfin, le degré d'impaticence impacte l'hétérogénéité d'échelle entre les programmes de gestion selon l'horizon temporel. Ce trait psychométrique rend les choix des répondants moins déterministes. Les préférences sont ainsi plus aléatoires sur du plus long-terme, les individus étant plus impatients concernant leurs bénéfices étalés sur de plus longues durées (Gollier, 2001). Ceci expliquerait aussi pourquoi les personnes identifiées comme les plus impatientes de notre échantillon sont également celles qui préfèrent un maintien de la gestion des SAEP. La réussite des programmes d'amélioration sur le long terme peut donc se heurter à l'impaticence des usagers. Dans ce sens, il est important que les gestionnaires et décideurs publics trouvent des mécanismes de compensation des coûts liés à ce trait psychométrique afin d'optimiser les contributions individuelles à l'amélioration de la gestion des services d'eau et de leurs performances.

Le maintien de la gestion actuelle des SAEP entretient d'une part une relation négative avec le degré d'altruisme paternaliste et d'autre part une relation positive avec le degré d'impaticence. Ceci nous conduit à affirmer qu'il peut exister un mécanisme compensatoire entre le degré d'altruisme et le degré d'impaticence (Angerer et al., 2014). C'est-à-dire que l'effet négatif de l'impaticence sur la volonté de certains usagers de voir évoluer la gestion des SAEP peut être contrebalancé par l'effet positif de l'altruisme paternaliste des autres usagers. Le modèle à classes latentes du chapitre précédent nous ayant appris que la classe des préférences (sur 30 ans) la plus marquée par l'altruisme paternaliste était majoritaire, l'effet positif de l'altruisme paternaliste l'emporterait donc sur l'effet négatif du degré d'impaticence. Ceci renvoie à un autre résultat obtenu dans le chapitre théorique sur le financement des infrastructures, à savoir que pour assurer ce financement via les usagers, une partie de ces usagers devra payer pour d'autres. Nous avons posé l'hypothèse que les usagers qui devraient payer pour les autres devraient manifester une forme d'altruisme envers les SAEP. Les résultats de ce chapitre nous confortent dans cette idée que les individus sur lesquels doit s'appuyer le financement du renouvellement des infrastructures et donc de l'évolution des SAEP sont les individus les plus altruistes, les SAEP et leurs infrastructures constituant effectivement un bien/service public. En revanche, les effets négatifs de l'impaticence et de l'incertitude (difficulté de projection dans le futur) sur le paramètre d'échelle suggèrent un mécanisme complémentaire entre ces deux traits (Masson et Arrondel, 2006).

CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons investigué l'impact de la dimension temporelle des programmes de gestion sur les préférences des usagers concernant la performance de long terme des SAEP. A partir des 600 réponses obtenues lors de l'enquête MECD réalisée dans le département de la Gironde en 2019, nous avons mis en place une stratégie économétrique autour de la comparaison de deux sous-échantillons différenciés par l'horizon temporel de la gestion des services d'eau (10 ans VS 50 ans) ; et l'estimation d'un modèle GMNL permettant d'analyser toutes les formes d'hétérogénéités concernant les préférences individuelles : l'hétérogénéité observable, l'hétérogénéité aléatoire et l'hétérogénéité d'échelle (Gu et al., 2013 ; Feibig et al., 2010). Notre étude étant la première à se pencher sur le sujet, il est difficile de confronter nos résultats avec d'autres travaux de la littérature. Néanmoins notre échantillon étant assez représentatif de la répartition des usagers d'eau en Gironde en termes de niveaux d'infrastructures, nous pensons que les résultats de notre travail et leurs conclusions peuvent être transposées au niveau départemental.

Le principal enseignement de cette étude est que la dimension temporelle des programmes de gestion des SAEP influence les préférences individuelles des usagers concernant leur performance de long terme. Ce mécanisme passe principalement par le positionnement de l'utilisateur dans le cycle de vie, son niveau de revenu, sa capacité de projection sur le futur service et son degré d'impatience. On obtient que plus la durée de gestion des SAEP est longue, plus les préférences individuelles sont aléatoires. Cela veut dire que la projection dans le long terme entraîne un effort cognitif plus élevé qu'une projection dans le court terme. Le long terme apporte donc un coût psychologique à l'estimation des préférences individuelles, coût est plus élevé chez les individus les plus impatientes, les plus myopes et les plus âgés ; mais moins élevé chez les individus à hauts revenus. On peut conclure alors que le vieillissement de la population dans une commune est susceptible de constituer un frein à la mise en place des programmes de gestion des SAEP de long terme et qu'à l'inverse la hausse du revenu et du pouvoir d'achat favoriserait la réussite de ces programmes. Cela voudrait dire que les dynamiques économiques et démographiques auront un effet considérable sur les SAEP et leur évolution dans les prochaines années (Rulleau et al., 2020)

Le maintien de la gestion actuelle des SAEP entretenant d'une part une relation négative avec le degré d'altruisme paternaliste et d'autre part une relation positive avec le degré d'impatience,

nous avons conclu qu'il existait des mécanismes d'éviction entre l'altruisme et l'impatience et que, concernant les SAEP et notre échantillon, l'altruisme l'emporte étant donné que le groupe majoritaire des individus interrogés est celui le plus marqué par l'altruisme. Ainsi, faire évoluer les SAEP, leurs performances et leurs infrastructures sur les prochaines années est réalisable. Si notre étude a le mérite de révéler l'existence d'un effet de la dimension temporelle des programmes de gestion sur l'hétérogénéité des préférences individuelles à travers l'hétérogénéité en échelle entre les deux groupes de répondants, on ne peut cependant pas dissocier cette différence en échelles de l'hétérogénéité aléatoire des préférences (Hess et Rose, 2012). Le développement des techniques économétriques au cours des prochaines années devrait permettre de différencier ces deux formes d'hétérogénéité et d'apporter encore plus d'éclairages sur les arbitrages des usagers concernant les préférences individuelles en matière des bien/services publics/environnementaux comme les SAEP.

CONCLUSION GENERALE

Comment financer la gestion patrimoniale des infrastructures liées à l'eau ? Voilà, en résumé la question principale à laquelle cette thèse cherchait finalement à répondre. En effet, la mise en œuvre d'une gestion patrimoniale ne relève pas uniquement d'une problématique technique, elle est également économique, au regard notamment de l'ampleur des besoins de financement des investissements requis, et la mise en adéquation des évolutions attendues des SAEP avec les attentes des usagers payeurs dont les préoccupations sont multiples et hétérogènes. La thèse s'est articulée autour de deux types de travaux. Le premier est théorique avec comme objectif l'analyse des mécanismes économiques qui régulent les contributions volontaires des usagers au financement du renouvellement des infrastructures. Le second est empirique en cherchant à identifier les dimensions des performances des SAEP qui importent pour les usagers, les déterminants de leurs préférences, et le niveau de leur consentement à payer.

Dans le premier chapitre, nous développons un modèle théorique qui s'appuie sur une formulation de la demande de SAEP qui intègre explicitement la composante infrastructure. Pour ce faire, nous nous démarquons des approches usuelles de la demande en eau potable qui raisonnent de manière stricte en termes de demande de biens quantifiés, en développant un raisonnement en termes de services proposés par l'approche de la fonction de production des ménages. Cette approche permet de considérer que le service eau potable ne peut être véritablement fourni, mais chaque usager mobilise l'infrastructure collective (comme une opportunité qui leur est offerte) pour satisfaire lui-même son besoin en eaux domestiques pour différents usages (boisson, cuisine, hygiène, etc..). Le modèle de référence de choix public qui s'appuie sur la présence d'une autorité de décision qu'est le planificateur social correspond à l'optimum social. Ce modèle en optimum social nous enseigne que le montant forfaitaire qu'on doit demander aux usagers est croissant avec le revenu disponible des usagers (effet revenu), décroissant avec l'état initial des infrastructures (effet d'incitation) et le nombre total des usagers (effets réseaux) ; mais surtout ce montant est indépendant du prix volumétrique de l'eau. Ce dernier résultat nous a permis par ailleurs de confirmer que la tarification binôme qui suppose une partie du prix qui soit indépendante des quantités d'eau consommées (le mode de tarification largement pratiquée en France) est une modalité de tarification adaptée pour permettre un financement du renouvellement des infrastructures à travers une contribution directe des usagers.

L'approche d'une demande en SAEP qui intègre l'infrastructure nous sert surtout à poursuivre l'analyse en introduisant de manière explicite les préférences pour les techniques ou sources

alternatives - qu'elles soient collaboratives ou individualisées - qui interfèrent avec la gestion patrimoniale des infrastructures collectives. Nous pouvons par conséquent introduire de l'hétérogénéité des préférences dans l'analyse des choix publics en matière de GPI, en distinguant deux groupes de préférences : - une préférence stricte pour le SAEP collectif et une préférence pour les techniques alternatives. Ces préférences peuvent être contradictoires car le recours aux techniques alternatives peut engendrer des externalités négatives sur le bon fonctionnement des réseaux collectifs. Le résultat principal d'un choix public qui serait toujours piloté par un planificateur social est une charge financière supplémentaire pour les usagers dits *conservateurs* (dans le sens où ils ont une préférence stricte pour le réseau collectif) afin de compenser la perte de recette due à la sortie des groupes d'usagers dits *alternatifs*. Sans trop de surprise, le montant de ce transfert de coût des alternatifs vers les conservateurs est croissant avec le développement des techniques alternatives et décroissant avec le coût d'accès à ces techniques alternatives. Ainsi, l'incitation à l'adoption des techniques alternatives introduit une forme d'inégalité entre les populations qui disposent de moins de possibilités techniques pour les utiliser (ceux qui vivent dans les immeubles de centre-ville par exemple) et les autres catégories d'usagers (localisées en zones périphériques pavillonnaires) qui peuvent en outre être subventionnées pour le faire. C'est pourquoi, pour disposer d'un financement suffisant pour le renouvellement des infrastructures via la contribution des usagers sans que cela ne soit excessif pour les conservateurs, le régulateur public doit encadrer l'expansion des techniques alternatives notamment l'égalisation de leurs coûts marginaux avec ceux des réseaux collectifs. Cependant, dans un contexte où l'augmentation du prix de l'eau fait toujours débat, l'hypothèse d'un planificateur social central qui pourrait imposer à l'ensemble des usagers une augmentation du prix pour financer le renouvellement des infrastructures est très restrictive. C'est pourquoi, nous sommes passé à un modèle de fourniture de bien public dans le cadre d'un modèle d'équilibre de Nash qui donne plus de place à une approche volontaire de la contribution individuelle. L'hypothèse implicite d'un tel modèle est qu'au-delà de la satisfaction de leur demande de SAEP, les usagers auraient d'autres motivations qui les inciteraient à contribuer au renouvellement des infrastructures par leur propre volonté. Dans ce cadre, l'action collective qui est de contribuer à la fourniture du bien public en le finançant n'échappe pas au phénomène de passager clandestin, du fait de l'absence d'une autorité régulatrice. Le renouvellement serait donc sous-optimal. Néanmoins, du fait de la complémentarité de l'infrastructure avec la quantité d'eau dans la définition du SAEP, ce comportement de passager clandestin n'est pas total chez l'utilisateur (pas de zéro contribution). Une extension faite dans la modélisation des biens publics est l'introduction des préférences sociales pour sortir du phénomène de passager

clandestin. Ce que nous avons fait dans cette thèse, pour montrer de manière claire la relation croissante entre le montant de la contribution individuelle et le degré d'altruisme de l'utilisateur payeur, une relation qui a été explorée empiriquement dans le chapitre III et le chapitre IV.

L'évaluation des préférences en matière de performances des SAEP sur le long-terme s'appuie sur des scénarios faisant intervenir cinq attributs : goût et couleur de l'eau, fréquences des interruptions de service non programmées à l'avance, la préservation de la ressource, un meilleur suivi de la consommation, et l'évolution du prix de l'eau. Par ailleurs, nous avons posé des scénarios d'évolution qui sont à comparer à un scénario qui serait amené à se dégrader du fait des changements globaux en l'absence d'un effort financier supplémentaire car l'augmentation du prix de l'eau est supposée ici stable (5€ par an en moyenne comme actuellement). Les différents résultats économétriques obtenus sur les différents échantillons de répondants montrent d'abord que d'une manière générale la demande de performances des SAEP sur le long-terme se structurent autour de deux dimensions : une dimension technique c'est-à-dire le goût et la couleur de l'eau, et une dimension environnementale la protection de la ressource. Les autres dimensions de la qualité du service comme la continuité, ou encore l'information et la transparence ne font pas l'unanimité. En effet, les préférences pour ces différentes dimensions restent fortement hétérogènes selon : le positionnement du répondant dans son cycle de vie, le niveau initial des infrastructures ou encore le niveau de revenu (les individus ayant les plus hauts revenus étant plus disposés à payer).

Au-delà des caractéristiques économiques et sociodémographiques des répondants, une attention particulière a été accordée au rôle de l'altruisme dans l'expression de cette hétérogénéité des préférences. Différentes formes d'altruisme ont été mesurées et testées. Dans le chapitre III, la mobilisation d'une modélisation des choix effectués par le sous-échantillon des répondants ayant répondu à la version 30 ans du questionnaire a permis d'observer deux classes de préférences structurées par deux types d'altruisme : l'altruisme global et l'altruisme paternaliste. Il en ressort que la classe de préférences constituée notamment par des usagers animés par un altruisme paternaliste, c'est-à-dire orientés vers « l'accès des autres aux SAEP » embrasse les deux dimensions techniques et environnementale de la performance des SAEP sur le long-terme et sont globalement plus disposés à payer pour l'évolution de la gestion des SAEP. En revanche la classe de préférences constituée par les usagers animés par un altruisme global qui se soucient globalement du bien-être des autres mais sans faire de distinction ne considère que la dimension technique (goût et couleur de l'eau), et le consentement à payer serait plus faible que la première. Il faut cependant mentionner que la première classe de préférences est

majoritaire dans l'échantillon. Ainsi, pour le département de la Gironde, la possibilité de recourir à une contribution financière supplémentaire des usagers pour financer la GPIE doit cibler les territoires/services plus vulnérables pour lesquels l'accès à des SAEP performants que ce soit sur le plan technique (goût et couleur) ou environnemental (dégradation de la ressource) n'est pas garanti actuellement.

Par la suite, la problématique empirique que le chapitre 4 a essayé de résoudre porte sur la sensibilité des préférences aux horizons temporels des scénarios de gestion. Il part de l'hypothèse que les choix ne seront pas les mêmes au regard des conséquences des décisions : selon que celles-ci ne visent strictement que la génération présente (10 ans) ou incluent les générations futures (50 ans). L'enjeu de l'estimation du modèle logit généralisé et du test de Swait Louvière que nous avons mis en place était de deux ordres : (1) comprendre comment se manifeste l'effet de l'horizon temporel dans l'élaboration des préférences à partir des choix ; (2) analyser comment interviennent l'altruisme et l'impatience pour formuler les choix. Les résultats confirment que l'horizon temporel de la décision n'a pas d'impact sur la hiérarchie des dimensions de la performance de SAEP à privilégier. En revanche, les répondants qui ont été confrontés aux scénarios dans leur version sur 50 ans ont été globalement moins déterminés dans leur décision, en comparaison des répondants qui ont été interrogés avec la version sur 10 ans. Néanmoins, on montre que cette indétermination serait pondérée pour les individus plus altruistes et amplifiée pour les individus plus impatientes. En d'autres termes, pour favoriser l'implication des usagers à la fois à révéler leurs préférences et à adhérer aux politiques publiques par leur contribution financière, la référence temporelle avec laquelle les décideurs publics vont communiquer autour des scénarios d'évolution des infrastructures liées à l'eau dans un contexte de changements globaux compte. Il semble important de privilégier des horizons temporels intermédiaires qu'un horizon de temps trop lointain.

En termes de perspective, des travaux empiriques supplémentaires peuvent être conduits en suivant au moins trois pistes. Pour aller plus loin dans la validation du rôle respectif de l'altruisme comme du rapport au temps comme traits psychométriques sources d'hétérogénéités des préférences individuelles en matière de performances de SAEP sur le long-terme, le recours à des modélisations de choix hybrides, combinant modèle d'équations structurelles et modèle de choix discret est souhaitable. Un tel modèle permet notamment de contourner les biais engendrés par la procédure en deux étapes qui consiste à construire des indicateurs de degré d'altruisme ou d'impatience avec une analyse factorielle, avant d'utiliser ceux-ci dans l'équation de choix. En outre, en lien avec la modélisation théorique, des analyses empiriques

plus approfondies seront nécessaires pour comprendre comment la quantité d'eau consommée tenant compte d'autres caractéristiques individuelles des répondants (comme la structure de ménages : avec ou sans enfant), et leurs niveaux d'équipements pourraient jouer un rôle dans l'explication des préférences. De la même manière, l'analyse du rôle effectif des usages des techniques alternatives, comme celui de la satisfaction à l'égard des SAEP actuels n'a pas pu être effectuée de manière directe dans cette thèse. Or, dans un contexte de changements globaux les interactions qu'il peut y avoir entre usages des techniques alternatives et gestion patrimoniale des infrastructures collectives constitue une thématique importante, pour accompagner le développement d'une GPIE à l'échelle des SAEP en Gironde notre terrain d'étude, et plus largement en Nouvelle-Aquitaine et en France.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abadie, A., Diamond, A., Hainmueller, J., 2010. Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program. *Journal of the American Statistical Association* 105, 493–505.
- AcclimaTerra, 2018. Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Bordeaux, Éditions Région Nouvelle-Aquitaine.
- Achim, A., 2020. Esprit et enjeux de l'analyse factorielle exploratoire. *TQMP* 16, 213–247.
- Achim, A., 2017. Testing the number of required dimensions in exploratory factor analysis. *TQMP* 13, 64–74.
- Adamowicz, Wiktor, Boxall, P., Williams, M., Louviere, J., 1998. Stated preference approaches for measuring passive use values : choice experiments and contingent valuation. *American journal of agricultural economics* 80, 64–75.
- Adamowicz, W., Louviere, J., Swait, J., 1998. Introduction to Attribute-Based Stated Choice Methods.
- Alberini, A., Kahn, J., 2006. Handbook on contingent valuation. Edward Elgar Publishing.
- Alegre, H., Almeida, M. do C., 2009. Strategic Asset Management of Water Supply and Wastewater Infrastructures. IWA Publishing.
- Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., Parena, R., 2006. Manuals of best practice series / IWA. IWA Publishing, London, UK.
- Alegre, H., Baptista, J.M., Cabrera Jr, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., Parena, R., 2016. Performance indicators for water supply services. IWA publishing.
- Alegre, H., Coelho, S.T., Almeida, M. do C., Cardoso, M.A., Covas, D., 2012. An integrated approach for infrastructure asset management of urban water systems. *Water Asset Management International* 8, 10–14.
- Alegre, H., Coelho, S.T., Vitorino, D., Covas, D., 2016. Infrastructure asset management—the TRUST approach and professional tools. *Water Science and Technology: Water Supply* 16, 1122–1131.
- Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J.M., Parena, R., Cubillo, F., Cabrera, E., Matos, R., 2002. The IWA systems of performance indicators for urban water services, in : IWA World Water Congress.
- Anderson, M.L., Magruder, J., 2017. Split-Sample Strategies for Avoiding False Discoveries (Working Paper No. 23544), Working Paper Series. National Bureau of Economic Research.
- Anderson, S.P., Goeree, J.K., Holt, C.A., 1998. A theoretical analysis of altruism and decision error in public goods games. *Journal of Public Economics* 70, 297–323.

- Andreoni, J., 2006a. Chapter 18 Philanthropy, in: Kolm, S.-C., Ythier, J.M. (Eds.), *Handbook of the Economics of Giving, Altruism and Reciprocity, Applications*. Elsevier, pp. 1201–1269.
- Andreoni, J., 2006b. Philanthropy. *Handbook of the economics of giving, altruism and reciprocity* 2, 1201–1269.
- Andreoni, J., 1990. Impure altruism and donations to public goods: A theory of warm-glow giving. *The economic journal* 100, 464–477.
- Andreoni, J., 1989a. Giving with impure altruism: Applications to charity and Ricardian equivalence. *Journal of political Economy* 97, 1447–1458.
- Andreoni, J., 1989b. Giving with Impure Altruism: Applications to Charity and Ricardian Equivalence. *Journal of Political Economy* 97, 1447–1458.
- Andreoni, J., 1988. Privately provided public goods in a large economy: the limits of altruism. *Journal of public Economics* 35, 57–73.
- Andreoni, J., Harbaugh, W.T., Vesterlund, L., 2010. Altruism in experiments, in: *Behavioural and Experimental Economics*. Springer, pp. 6–13.
- Andreoni, J., Serra-Garcia, M., 2016. Time-inconsistent charitable giving. *National Bureau of Economic Research*.
- Angerer, S., Glätzle-Rützler, D., Lergetporer, P., Sutter, M., 2015a. Donations, risk attitudes and time preferences: A study on altruism in primary school children. *Journal of Economic Behavior & Organization* 115, 67–74.
- Arbués, F., Barberán, R., Villanúa, I., 2000. Water price impact on residential water demand in the city of Zaragoza: A dynamic panel data approach, in: *40th European Congress of the European Regional Studies Association (ERSA) in Barcelona, Spain*. pp. 30–31.
- Arrondel, L., Masson, A., Verger, D., 2005b. Préférences face au risque et à l'avenir. *Revue économique* 56, 393–416.
- Arrondel, L., Masson, A., Verger, D., 2004. Mesurer les préférences individuelles pour le présent. *Economie et Statistique* 374, 87–128.
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P.R., Leamer, E.E., Radner, R., Schuman, H., n.d. Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation 67.
- Arrow, K.J., Dasgupta, P., Mäler, K.-G., 2003. Evaluating Projects and Assessing Sustainable Development in Imperfect Economies. *Environ Resource Econ* 26, 647–685.
- Aubrun, C., Husson, A., Pillot, J., Renaud, E., 2017. Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable : Guide pour l'élaboration du plan d'actions, vol.2 : plan d'actions détaillé et hiérarchisé. Agence Française pour la biodiversité.

- Baland, J.-M., Platteau, J.-P., 1996. Halting degradation of natural resources: is there a role for rural communities? Food & Agriculture Org.
- Ballet, J., 1998. Altruisme sacrificiel et altruisme rationnel. *Economica*.
- Barbier, R., Boudes, P., Bozonnet, J.-P., Candau, J., Dobré, M., Lewis, N., Rudolf, F., 2012. Manuel de sociologie de l'environnement. Presses de l'Université Laval.
- Barraqué, B., 2007. Small communes, centralisation, and delegation to private companies: the French experience. *Journal of Comparative Social Welfare* 23, 121–130.
- Bartczak, A., Kopanska, A., Raczka, J., 2009a. Residential water demand in a transition economy: evidence from Poland. *Water Science and Technology: Water Supply* 9, 509–516.
- Bartczak, A., Kopanska, A., Raczka, J., 2009b. Residential water demand in a transition economy: evidence from Poland. *Water Supply* 9, 509–516.
- Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroğlu, E., Pearce, D.W., Sugden, R., Swanson, J., 2002a. Economic valuation with stated preference techniques: a manual. *Economic valuation with stated preference techniques: a manual*.
- Bateman, I.J., Turner, R.K., 1992. Evaluation of the environment: the contingent valuation method. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment.
- Bauer, T.K., Bredtmann, J., Schmidt, C.M., 2013. Time vs. money—The supply of voluntary labor and charitable donations across Europe. *European Journal of Political Economy* 32, 80–94.
- Baumol, W.J., 1977. On the proper cost tests for natural monopoly in a multiproduct industry. *The American economic review* 67, 809–822.
- Bazi, A., 2018. Performance de la gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable - projet ChaPEau. Mémoire de stage de master 2ème année, 2017, 80 p.
- Beaumais, O., Briand, A., Millock, K., Nauges, C., 2014. What are Households Willing to Pay for Better Tap Water Quality?
- Beaumais, O., Briand, A., Millock, K., Nauges, C., 2014. What are Households Willing to Pay for Better Tap Water Quality? A Cross-Country Valuation Study (SSRN Scholarly Paper No. ID 2407873). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Beaumais, O., Veyronnet, P., 2017a. Hétérogénéité des préférences individuelles, perception de la qualité et choix d'alimentation en eau potable en France. *Revue économique* 68, 1077–1102.
- Becker, G.S., 1974. A Theory of Social Interactions. *Journal of Political Economy* 82, 1063–1093.
- Becker, G.S., 1965. A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal* 75, 493–517.
- Becker, G.S., Barro, R.J., 1986. Altruism and the Economic Theory of Fertility. *Population and Development Review* 12, 69–76.

- Bennett, J., Adamowicz, V., 2001. Some fundamentals of environmental choice modelling. *The choice modelling approach to environmental valuation* 37–69.
- Bennett, J., Blamey, R., 2001. *The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation*. Edward Elgar Publishing.
- Benzion, U., Rapoport, A., Yagil, J., 1989. Discount Rates Inferred from Decisions : An Experimental Study. *Management Science* 35, 270–284.
- Bergstrom, T.C., Cornes, R.C., 1983. Independence of Allocative Efficiency from Distribution in the Theory of Public Goods. *Econometrica* 51, 1753–1765.
- Bierhoff, H.-W., 2005. The psychology of compassion and prosocial behaviour, in: *Compassion*. Routledge.
- Birol, E., Karousakis, K., Koundouri, P., 2006. Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of Cheimaditida wetland in Greece. *Ecological Economics* 60, 145–156.
- Birol, E., Karousakis, K., Koundouri, P., 2006. Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application. *Science of The Total Environment, Monitoring and modelling the impacts of global change on European freshwater ecosystems* 365, 105–122.
- Blamey, R., Gordon, J., Chapman, R., 1999. Choice modelling: assessing the environmental values of water supply options. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 43, 337–357.
- Boccanfuso, D., Savard, L., 2007. Une analyse d'impact économique et social de la cohérence des politiques économiques et aide publique au développement au Sénégal : Un cadre macro-micro♦ 28.
- Bockstael, N.E., Hanemann, W.M., Kling, C.L., 1987. Estimating the value of water quality improvements in a recreational demand framework. *Water Resources Research* 23, 951–960.
- Bockstael, N.E., McConnell, K.E., 1983. Welfare measurement in the household production framework. *The American Economic Review* 73, 806–814.
- Bockstael, N.E., Strand, I.E., Hanemann, W.M., 1987. Time and the Recreational Demand Model. *American Journal of Agricultural Economics* 69, 293–302.
- Boeri, M., Longo, A., 2017. The importance of regret minimization in the choice for renewable energy programmes : Evidence from a discrete choice experiment. *Energy Economics* 63, 253–260.
- Bolduc, D., Alvarez-Daziano, R., 2010. On Estimation of Hybrid Choice Models, in: Hess, S., Daly, A. (Eds.), *Choice Modelling: The State-of-the-Art and The State-of-Practice*. Emerald Group Publishing Limited, pp. 259–287.

- Bolduc, D., Boucher, N., Alvarez-Daziano, R., 2008. Hybrid choice modeling of new technologies for car choice in Canada. *Transportation Research Record* 2082, 63–71.
- Bonnichsen, O., Ladenburg, J., 2015. Reducing Status Quo Bias in Choice Experiments. *Nordic Journal of Health Economics* 3, 47–67.
- Bonnieux, F., Desaignes, B., 1998. *Economie et politiques de l'environnement*. Dalloz.
- Bontems, P., Rotillon, G., 1998. *Environment economy; Economie de l'environnement*.
- Börger, T., 2016. Are fast responses more random? Testing the effect of response time on scale in an online choice experiment. *Environmental and Resource Economics* 65, 389–413.
- Bostedt, G., 1999. Threatened species as public goods and public bads. *Environmental and Resource Economics* 13, 59–73.
- Bouleau, G., Guérin-Schneider, L., 2011. *Des tuyaux et des hommes. Les réseaux d'eau en France*. Versailles : Éditions Quæ.
- Boxall, P., Adamowicz, W.L., Moon, A., 2009. Complexity in choice experiments: choice of the status quo alternative and implications for welfare measurement. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 53, 503–519.
- Boxall, P.C., Adamowicz, W., 1999b. Understanding Heterogeneous Preferences in Random Utility Models : The Use of Latent Class Analysis [WWW Document]. ERA.
- Brekke, K.A., Kverndokk, S., Nyborg, K., 2003. An economic model of moral motivation. *Journal of public economics* 87, 1967–1983.
- Breman, A., 2011. Give more tomorrow: Two field experiments on altruism and intertemporal choice. *Journal of Public Economics* 95, 1349–1357.
- Brochet, A., Pecqueur, B., 2013. 1992-2012: Le service public d'eau potable en mutation.
- Brouwer, R., Job, F.C., van der Kroon, B., Johnston, R., 2015. Comparing willingness to pay for improved drinking-water quality using stated preference methods in rural and urban Kenya. *Applied health economics and health policy* 13, 81–94.
- Buchholz, W., Konrad, K.A., 1995. Strategic transfers and private provision of public goods. *Journal of Public Economics* 57, 489–505.
- Bujosa Bestard, A., Riera Font, A., 2019. Estimation of implicit discount rates for climate change adaptation policies. *Journal of Environmental Management* 252, 109671.
- Burn, S., Maheepala, S., Sharma, A., 2012. Utilising integrated urban water management to assess the viability of decentralised water solutions. *Water Science and Technology* 66, 113–121.
- Cador, J.-M., 2002. *Le renouvellement du patrimoine en canalisations d'eau potable en France*. Rapport technique, Université de Caen.

- Cameron, T.A., Huppert, D.D., 1989. OLS versus ML estimation of non-market resource values with payment card interval data. *Journal of environmental economics and management* 17, 230–246.
- Campbell, D., Hutchinson, W.G., Scarpa, R., 2008. Incorporating Discontinuous Preferences into the Analysis of Discrete Choice Experiments. *Environ Resource Econ* 41, 401–417.
- Campbell, D., Hutchinson, W.G., Scarpa, R., 2006. Lexicographic Preferences in Discrete Choice Experiments: Consequences on Individual-Specific Willingness to Pay Estimates (SSRN Scholarly Paper No. ID 936933). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Canneva, G., Guérin-Schneider, L., 2011b. La construction des indicateurs de performance des services d'eau en France: mesurer le développement durable? *Natures Sciences Sociétés* 19, 213–223.
- Caputo, V., Loo, E.J.V., Scarpa, R., Nayga, R.M.J., Verbeke, W. (Eds.), 2014. "Using Experiments to Address Attribute Non-attendance in Consumer Food Choices."
- Caputo, V., Van Loo, E.J., Scarpa, R., Nayga Jr., R.M., Verbeke, W., 2018. Comparing Serial, and Choice Task Stated and Inferred Attribute Non-Attendance Methods in Food Choice Experiments. *Journal of Agricultural Economics* 69, 35–57.
- Carlsson, F., Frykblom, P., Liljenstolpe, C., 2003. Valuing wetland attributes: an application of choice experiments. *Ecological Economics, Management of eutrophicated coastal ecosystems* 47, 95–103.
- Carlsson, F., Mørkbak, M.R., Olsen, S.B., 2012a. The first time is the hardest: A test of ordering effects in choice experiments. *Journal of Choice Modelling* 5, 19–37.
- Carson, R., Flores, N.E., Hanemann, W.M., 1998. Sequencing and Valuing Public Goods. *Journal of Environmental Economics and Management* 36, 314–323.
- Carson, R.T., 2000. *Contingent valuation: a user's guide*. ACS Publications.
- Carson, R.T., Louviere, J.J., Anderson, D.A., Arabie, P., Bunch, D.S., Hensher, D.A., Johnson, R.M., Kuhfeld, W.F., Steinberg, D., Swait, J., 1994. Experimental analysis of choice. *Marketing letters* 5, 351–367.
- Cattell, R.B., 1966. The scree test for the number of factors. *Multivariate behavioral research* 1, 245–276.
- Caussade, Sebastian, de Dios Ortúzar, J., Rizzi, L.I., Hensher, D.A., 2005. Assessing the influence of design dimensions on stated choice experiment estimates. *Transportation research part B: Methodological* 39, 621–640.
- Champ, P.A., 2003. Collecting Survey Data for Nonmarket Valuation, in: Champ, P.A., Boyle, K.J., Brown, T.C. (Eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation, The Economics of Non-Market Goods and Resources*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 59–98.
- Chapman, G.B., 2001. Time preferences for the very long term. *Acta Psychologica, Time, Judgement and Decision Making* 108, 95–116.

- Chapman, G.B., 1996. Temporal discounting and utility for health and money. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 22, 771–791.
- Chapman, G.B., Elstein, A.S., 1995. Valuing the Future: Temporal Discounting of Health and Money. *Med Decis Making* 15, 373–386.
- Chevassus-Au-Louis, B., Salles, J.-M., PUJOL, J.-L., Bielsa, S., Martin, G., Richard, D., 2009. *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes : contribution à la décision publique (Technical Report No. 18), Rapports et Documents. Documentation française.*
- Chow, G.C., 1960. Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions. *Econometrica* 28, 591–605.
- Clarke, E.H., 1971. Multipart pricing of public goods. *Public choice* 17–33.
- Coates, D., 1998. Public sector crowding out of private provision of public goods: The influence of differences in production costs. *Public Finance Review* 26, 460–479.
- Cohen, L., 1991. Holdouts and Free Riders. *The Journal of Legal Studies* 20, 351–362.
- Cornes, R., Hartley, R., 2007. Aggregative Public Good Games. *Journal of Public Economic Theory* 9, 201–219.
- Cornes, R., Sandler, T., 1994a. Are Public Goods Myths? *Journal of Theoretical Politics* 6, 369–385.
- Cornes, R., Sandler, T., 1994b. The comparative static properties of the impure public good model. *Journal of Public Economics* 54, 403–421.
- Cornes, R., Sandler, T., 1985. The Simple Analytics of Pure Public Good Provision. *Economica* 52, 103–116.
- Cornes, R.C., Rübhelke, D.T., 2012. On the private provision of contentious public characteristics.
- Cox, J.C., Sadiraj, K., Sadiraj, V., 2001. Trust, Fear, Reciprocity, and Altruism. University of Arizona, mimeo.
- Crain, W.M., Zardkoohi, A., 1978. A Test of the Property-Rights Theory of the Firm: Water Utilities in the United States. *The Journal of Law and Economics* 21, 395–408.
- Crastes, R., Beaumais, O., Arkoun, O., Laroutis, D., Mahieu, P.-A., Rulleau, B., Hassani-Taibi, S., Barbu, V.S., Gaillard, D., 2014. Erosive runoff events in the European Union: Using discrete choice experiment to assess the benefits of integrated management policies when preferences are heterogeneous. *Ecological Economics* 102, 105–112.
- Crespi Reghizzi, O., 2013. *Institutions, comptabilité et financement des services d'eau et d'assainissement en Italie et en France.* HAL.
- Curien, N., 2000. *Economie des réseaux.* Editions La Découverte.

- Czajkowski, M., Hanley, N., LaRiviere, J., 2016. Controlling for the effects of information in a public goods discrete choice model. *Environmental and resource economics* 63, 523–544.
- Czajkowski, Mikolaj, Hanley, N., Nyborg, K., 2017. Social norms, morals and self-interest as determinants of pro-environment behaviours: the case of household recycling. *Environmental and Resource Economics* 66, 647–670.
- Dachary-Bernard, J., 2004. Une évaluation économique du paysage : une application de la méthode des choix multi-attributs aux Monts d'Arrée. *Economie et Statistique / Economics and Statistics* 57–80.
- Dalhuisen, J.M., Florax, R.J.G.M., Groot, H.L.F. de, Nijkamp, P., 2003. Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: A Meta-Analysis. *Land Economics* 79, 292–308.
- Dasgupta, P., 2001. *Human well-being and the natural environment*. Oxford University Press on Demand.
- Dauda, S.A., Yacob, M.R., Radam, A., 2015. Household's willingness to pay for heterogeneous attributes of drinking water quality and services improvement: an application of choice experiment. *Applied Water Science* 5, 253–259.
- Day, B., Bateman, I.J., Carson, R.T., Dupont, D., Louviere, J.J., Morimoto, S., Scarpa, R., Wang, P., 2012. Ordering effects and choice set awareness in repeat-response stated preference studies. *Journal of Environmental Economics and Management* 63, 73–91.
- Deroubaix, J.-F., de Gouvello, B., Moreau de Bellaing, C., 2015. Territorialisation et sens politique des incitations financières à la récupération et à l'utilisation de l'eau de pluie. *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*.
- Desaigues, B., Point, P., 1993. *Economie du patrimoine naturel*. Economica, Paris 2.
- Diamond, P.A., Hausman, J.A., 1994. Contingent Valuation: Is Some Number Better than No Number? *Journal of Economic Perspectives* 8, 45–64.
- Diel, O., 2010. *Aquitaine 2040: vers les 4 millions d'habitants*.
- Doiron, D., Yoo, H.I., 2017. Temporal Stability of Stated Preferences: The Case of Junior Nursing Jobs. *Health Economics* 26, 802–809.
- Domene, E., Saurí, D., 2006. Urbanisation and water consumption: Influencing factors in the metropolitan region of Barcelona. *Urban Studies* 43, 1605–1623.
- Dottori, D., Giannetti, C., 2017. The effect of time preferences on altruism.
- Dreber, A., Fudenberg, D., Levine, D.K., Rand, D.G., 2014. Altruism and selfcontrol, in: Available at Social Science Research Network (SSRN).

- Dupont, D.P., 2005. Tapping into consumers' perceptions of drinking water quality in Canada: Capturing customer demand to assist in better management of water resources. *Canadian Water Resources Journal* 30, 11–20.
- Durieu, J., Solal, P., Dequiedt, V., 2011. *Théorie des jeux et applications*. Economica.
- Eau, C.I., SOFRES, T., 2018. *Les français et l'eau*. Baromètre 22ème édition.
- Economides, N., 1996. The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization* 14, 673–699.
- Elnaboulsi, J., Alexandre, O., 1998. Le renouvellement des réseaux urbains d'eau potable - Une approche économique d'optimisation. *Ingénieries eau-agriculture-territoires* 3–17.
- Elnaboulsi, J., Alexandre, O., 1997. Détermination de la date optimale de renouvellement des réseaux urbains d'eau potable. *Canadian Water Resources Journal* 22, 327–350.
- Faccioli, M., Czajkowski, M., Glenk, K., Martin-Ortega, J., 2020. Environmental attitudes and place identity as determinants of preferences for ecosystem services. *Ecological Economics* 174, 106600.
- Falk, A., Becker, A., Dohmen, T.J., Huffman, D., Sunde, U., 2016. The Preference Survey Module: A Validated Instrument for Measuring Risk, Time, and Social Preferences (SSRN Scholarly Paper No. ID 2725874). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Fauquert, G., 2005. Le renouvellement des infrastructures des services d'eau et d'assainissement: pratique et problématique. *Flux* 83–95.
- Fauquert, G., Montginoul, M., 2011. Composantes du prix de l'eau: quels objectifs pour quels prix, in: *Des Tuyaux et Des Hommes*. Editions Quæ, pp. 101–119.
- Faust, K.M., Hernandez, S., Anderson, J., 2018. Willingness to Pay for Perceived Increased Costs of Water and Wastewater Service in Shrinking US Cities: A Latent Class Approach. *Journal of Water Resources Planning and Management* 144, 04018033.
- Fehr, E., Schmidt, K.M., 2006. The economics of fairness, reciprocity and altruism—experimental evidence and new theories. *Handbook of the economics of giving, altruism and reciprocity* 1, 615–691.
- Fiebig, D.G., Keane, M.P., Louviere, J., Wasi, N., 2010. The Generalized Multinomial Logit Model: Accounting for Scale and Coefficient Heterogeneity. *Marketing Science* 29, 393–421.
- Field, C.B., Barros, V.R., 2014. *Climate change 2014—Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects*. Cambridge University Press.
- Fifer, S., Rose, J., Greaves, S., 2014. Hypothetical bias in Stated Choice Experiments: Is it a problem? And if so, how do we deal with it? *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 61, 164–177.

- Fishburn, P.C., 1975. Axioms for Lexicographic Preferences. *The Review of Economic Studies* 42, 415–419.
- Foster, A.D., Rosenzweig, M.R., 2001. Imperfect commitment, altruism, and the family: Evidence from transfer behavior in low-income rural areas. *Review of Economics and Statistics* 83, 389–407.
- Frederick, S., Loewenstein, G., O’Donoghue, T., 2002. Time Discounting and Time Preference: A Critical Review. *Journal of Economic Literature* 40, 351–401.
- Freeman, A.M., 2003. Economic Valuation: What and Why, in: Champ, P.A., Boyle, K.J., Brown, T.C. (Eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation, The Economics of Non-Market Goods and Resources*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1–25
- Friedman, M., 1970. A Theoretical Framework for Monetary Analysis. *Journal of Political Economy* 78, 193–238.
- Fujita, Y., Fujii, A., Furukawa, S., Ogawa, T., n.d. Estimation of Willingness-to-Pay (WTP) for Water and Sanitation Services through Contingent Valuation Method (CVM) 29.
- Garcia, S., 2001. Analyse économique des coûts d’alimentation en eau potable (phdthesis). Université des Sciences Sociales (Toulouse 1).
- Garcia, S., Thomas, A., 2001. The structure of municipal water supply costs: application to a panel of French local communities. *Journal of Productivity analysis* 16, 5–29.
- Gately, D., 1980. Individual Discount Rates and the Purchase and Utilization of Energy-Using Durables: Comment. *Bell Journal of Economics* 11, 373–374.
- ONEMA, 2014. Rapport sur l’organisation et la performance des services publics d’eau et d’assainissement.
- Genius, M., Hatzaki, E., Kouromichelaki, E.M., Kouvakis, G., Nikiforaki, S., Tsagarakis, K.P., 2008. Evaluating Consumers’ Willingness to Pay for Improved Potable Water Quality and Quantity. *Water Resour Manage* 22, 1825–1834.
- Gibbons, R., 1997. An Introduction to Applicable Game Theory. *Journal of Economic Perspectives* 11, 127–149.
- Giergiczny, M., Valasiuk, S., Czajkowski, M., De Salvo, M., Signorello, G., 2012. Including cost income ratio into utility function as a way of dealing with ‘exploding’ implicit prices in mixed logit models. *Journal of Forest Economics, Non-market valuation* 18, 370–380.
- Giraud, G., 2009. *La Théorie des jeux*. 3eme édition revue et augmentée.
- Givord, P., 2014. Méthodes économétriques pour l’évaluation de politiques publiques. *Economie prevision* 204205, 1–28.
- Gollier, C., 2005. Les déterminants socio-économiques des comportements face aux risques. *Revue économique* 56, 417–421.

- Gollier, C., 2001a. *The Economics of Risk and Time*. MIT Press.
- Gollier, C., 2001b. Wealth inequality and asset pricing. *The Review of Economic Studies* 68, 181–203.
- Gordon, J., Chapman, R., Blamey, R., 2001. Assessing the options for the Canberra water supply: an application of choice modelling. *The choice modelling approach to environmental valuation* 73–92.
- Greene, William H., 2003. *Econometric analysis*. Pearson Education India.
- Greene, W.H., Hensher, D.A., 2003. A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit. *Transportation Research Part B: Methodological* 37, 681–698.
- Griffin, R.C., 2016. *Water resource economics: The analysis of scarcity, policies, and projects*. MIT press.
- Griffin, R.C., Mjelde, J.W., 2011. Distributing water's bounty. *Ecological Economics* 72, 116–128.
- Griffin, R.C., Mjelde, J.W., 2000. Valuing water supply reliability. *American Journal of Agricultural Economics* 82, 414–426.
- Groenfeldt, D., 2019. Why We Need Water Ethics: A values-based framework can guide water policy decisions that are both practical and moral. *American Scientist* 107, 270–274.
- Gu, Y., Hole, A.R., Knox, S., 2013. Fitting the Generalized Multinomial Logit Model in Stata. *The Stata Journal* 13, 382–397.
- Haider, W., Rasid, H., 2002. Eliciting public preferences for municipal water supply options. *Environmental Impact Assessment Review* 22, 337–360.
- Hanemann, M., 2005. *The value of water*. Manuscript, University of California at Berkeley.
- Hanley, N., Adamowicz, W., Wright, R.E., 2005. Price vector effects in choice experiments: an empirical test. *Resource and Energy Economics* 27, 227–234.
- Hanley, N., Colombo, S., Tinch, D., Black, A., Aftab, A., 2006. Estimating the benefits of water quality improvements under the Water Framework Directive: are benefits transferable? *European Review of Agricultural Economics* 33, 391–413.
- Hanley, N., Mourato, S., Wright, R.E., 2001. Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation? *Journal of economic surveys* 15, 435–462.
- Hanley, N., Wright, R.E., Adamowicz, V., 1998. Using Choice Experiments to Value the Environment. *Environ Resource Econ* 11, 413–428.
- Hardin, R., 2008. *The Free Rider Problem*, in: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

- Harsanyi, J.C., 1967. Games with Incomplete Information Played by “Bayesian” Players, I–III Part I. The Basic Model. *Management Science* 14, 159–182.
- Hatton MacDonald, D., Morrison, M.D., Barnes, M.B., 2010. Willingness to Pay and Willingness to Accept Compensation for Changes in Urban Water Customer Service Standards. *Water Resour Manage* 24, 3145–3158.
- Hausman, J., McFadden, D., 1984. Specification Tests for the Multinomial Logit Model. *Econometrica* 52, 1219–1240.
- Heberlein, T.A., 1972. The Land Ethic Realized: Some Social Psychological Explanations for Changing Environmental Attitudes¹. *Journal of Social Issues* 28, 79–87.
- Heberlein, T.A., Black, J.S., 1976. Attitudinal specificity and the prediction of behavior in a field setting. *Journal of Personality and Social Psychology* 33, 474–479.
- Hellier, E., Carré, C., Dupont, N., Laurent, F., Vaucelle, S., 2009. La France, la ressource en eau—usages, fonctions et enjeux territoriaux.
- Hensher, D., Shore, N., Train, K., 2005. Households’ willingness to pay for water service attributes. *Environmental and Resource Economics* 32, 509–531.
- Hensher, D.A., 2010. Hypothetical bias, choice experiments and willingness to pay. *Transportation Research Part B: Methodological, Methodological Advancements in Constructing Designs and Understanding Respondent Behaviour Related to Stated Preference Experiments* 44, 735–752.
- Hensher, D.A., Greene, W.H., 2003. The Mixed Logit model: The state of practice. *Transportation* 30, 133–176.
- Hensher, D.A., Rose, J., Greene, W.H., 2005a. The implications on willingness to pay of respondents ignoring specific attributes. *Transportation* 32, 203–222.
- Hensher, D.A., Rose, J.M., Greene, W.H., 2005b. *Applied choice analysis: a primer*. Cambridge university press.
- Hensher, D.A., Stopher, P.R., Louviere, J.J., 2001. An exploratory analysis of the effect of numbers of choice sets in designed choice experiments: an airline choice application. *Journal of Air Transport Management* 7, 373–379.
- Herder, P.M., Wijnia, Y., 2012. A systems view on infrastructure asset management, in: *Asset Management*. Springer, pp. 31–46.
- Hess, S., Rose, J.M., 2012. Can scale and coefficient heterogeneity be separated in random coefficients models? *Transportation* 39, 1225–1239.
- Hess, S., Rose, J.M., Hensher, D.A., 2008. Asymmetric preference formation in willingness to pay estimates in discrete choice models. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 44, 847–863.

- Hess, S., Train, K., 2017. Correlation and scale in mixed logit models. *Journal of Choice Modelling* 23, 1–8.
- Hicks, J., 1956. Valeur et capital: " Value and capital", enquête sur divers principes fondamentaux de la théorie économique, par JR Hicks,... Traduit par C. Chloé Mac Millan, C. Colette Ménage, révisé par E. Edmond Lisle. Dunod.
- Hines Jr, J.R., 2000. What is benefit taxation? *Journal of Public Economics* 75, 483–492.
- Hole, A.R., 2007. A comparison of approaches to estimating confidence intervals for willingness to pay measures. *Health Economics* 16, 827–840.
- Holmes, T.P., Adamowicz, W.L., 2003. Attribute-Based Methods, in: Champ, P.A., Boyle, K.J., Brown, T.C. (Eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation, The Economics of Non-Market Goods and Resources*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 171–219.
- Hope, R.A., Garrod, G.D., 2004. Household preferences to water policy interventions in rural South Africa. *Water Policy* 6, 487–499.
- Hoyos, D., 2010. The state of the art of environmental valuation with discrete choice experiments. *Ecological Economics* 69, 1595–1603.
- Huber, J., Zwerina, K., 1996. The Importance of Utility Balance in Efficient Choice Designs. *Journal of Marketing Research* 33, 307–317.
- Hurlimann, A., McKay, J., 2007. Urban Australians using recycled water for domestic non-potable use—An evaluation of the attributes price, saltiness, colour and odour using conjoint analysis. *Journal of Environmental Management* 83, 93–104.
- Husson, A., Gat, Y.L., Vacelet, A., Stricker, A.E., Brejoux, E., Renaud, E., 2020. Évaluation du patrimoine des réseaux d'eau potable français dans le but d'améliorer la conduite des politiques publiques de gestion patrimoniale. *Techniques Sciences Méthodes* 5–2020, 31.
- Husson, A., Merlet, C., Le Gat, Y., Renaud, E., 2020. Évaluation du lien performance–patrimoine des réseaux d'eau potable. INRAE.
- Husson, A., Vacelet, A., Le Gat, Y., Stricker, A.-E., Renaud, E., 2020. Évaluation du patrimoine des réseaux d'eau potable en 2017 aux échelles nationale et de bassin-France métropolitaine et DROM. INRAE.
- Ihori, T., 1996. International public goods and contribution productivity differentials. *Journal of Public Economics* 61, 139–154.
- Isnard, L., 2014. Faut-il encourager les systèmes d'approvisionnement en eau alternatifs au réseau? Rapport ONEMA.
- Jacobsson, F., Johannesson, M., Borgquist, L., 2007. Is Altruism Paternalistic? *The Economic Journal* 117, 761–781.
- Johansson, O., 1997. Optimal Pigovian taxes under altruism. *Land Economics* 297–308.

- Johansson, P.-O., 1995. *Evaluating Health Risks: An Economic Approach*. Cambridge University Press.
- Johansson-Stenman, O., Svedsäter, H., 2008. Measuring Hypothetical Bias in Choice Experiments: The Importance of Cognitive Consistency. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 8.
- Kahneman, D., Knetsch, J.L., 1992. Valuing public goods: The purchase of moral satisfaction. *Journal of Environmental Economics and Management* 22, 57–70.
- Kahneman, D., Tversky, A., 1979. On the interpretation of intuitive probability: A reply to Jonathan Cohen. *Cognition* 7, 409–411.
- Kaiser, H.F., 1960. The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement* 20, 141–151.
- Kanyoka, P., Farolfi, S., Morardet, S., 2008. Households' preferences and willingness to pay for multiple use water services in rural areas of South Africa: An analysis based on choice modelling. *Water SA* 34, 715–723.
- Katz, M.L., Shapiro, C., 1985. Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review* 75, 424–440.
- Kirby, K., Williams, 2004. *Bidding on the Future : Evidence Against Normative Discounting of Delayed Rewards*.
- Kolm, S.-C., Ythier, J.M., 2006. *Handbook of the economics of giving, altruism and reciprocity: Foundations*. Elsevier.
- Kovacs, A., Low, H., Moran, P., 2021. Estimating Temptation and Commitment Over the Life Cycle. *International Economic Review* 62, 101–139.
- Krutilla, J.V., 1967. Conservation reconsidered. *The American Economic Review* 57, 777–786.
- Kuhfeld, W., 2000. An introduction to designing choice experiments, and collecting, processing, and analyzing choice data with the SAS system. Technical report, SAS Institute Inc.
- Kwak, S.-J., Russell, C.S., 1994. Contingent valuation in Korean environmental planning: a pilot application to the protection of drinking water quality in Seoul. *Environmental and Resource Economics* 4, 511–526.
- La Bruslerie, H., Pratlong, F., 2012. La valeur psychologique du temps : une synthèse de la littérature. *ae* 88, 361–400.
- Lancaster, K.J., 1966. A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy* 74, 132–157.
- Lancsar, E., Louviere, J., Flynn, T., 2007. Several methods to investigate relative attribute impact in stated preference experiments. *Social Science & Medicine* 64, 1738–1753.

- Lanz, B., Provins, A., 2016. The demand for tap water quality: Survey evidence on water hardness and aesthetic quality. *Water Resources and Economics* 16, 52–63.
- Latinopoulos, D., 2014. Using a choice experiment to estimate the social benefits from improved water supply services. *Journal of Integrative Environmental Sciences* 11, 187–204.
- Latinopoulos, D., Mentis, C., Bithas, K., 2018. The impact of a public information campaign on preferences for marine environmental protection. The case of plastic waste. *Marine Pollution Bulletin* 131, 151–162.
- Laughland, A.S., Musser, W.N., Shortle, J.S., Musser, L.M., 1996. Construct validity of averting cost measures of environmental benefits. *Land Economics* 100–112.
- Lecocq, F., Hourcade, J.-C., 2003. Equitable provision of long-term public goods: The role of negotiation mandates. Available at SSRN 636599.
- Lee, S.-J., Chung, H.-K., 2012. Analyzing altruistic motivations in public library valuation using contingent valuation method. *Library & Information Science Research* 34, 72–78.
- Levrant, A.-M., Payen, D., Chollet, F., Coppinger, N., Madignier, M.-L., Benezit, J.-J., Simoni, M.-L., Laganier, R., n.d. Évaluation de la politique de l'eau 134.
- Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* 22 140, 55–55.
- List, J.A., 2011. The market for charitable giving. *Journal of Economic Perspectives* 25, 157–80.
- Loewenstein, G., 2000. Emotions in Economic Theory and Economic Behavior. *American Economic Review* 90, 426–432.
- Loewenstein, G., Thaler, R.H., 1989. Anomalies: Intertemporal Choice. *Journal of Economic Perspectives* 3, 181–193.
- Lopez, B., Ollivier, P., Togola, A., Baran, N., Ghestem, J.-P., 2015. Screening of French groundwater for regulated and emerging contaminants. *Science of the Total Environment* 518, 562–573.
- Louviere, J., Street, D., Carson, R., Ainslie, A., Deshazo, J.R., Cameron, T., Hensher, D., Kohn, R., Marley, T., 2002. Dissecting the Random Component of Utility. *Marketing Letters* 13, 177–193.
- Louviere, J.J., 1988. Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity. *Journal of Transport Economics and Policy* 22, 93–119.
- Louviere, J.J., Hensher, D.A., Swait, J.D., 2000. *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*. Cambridge University Press.
- Louviere, J.J., Hout, M., 1988. *Analyzing decision making: Metric conjoint analysis*. Sage.

- Lusk, J.L., 2003. Effects of Cheap Talk on Consumer Willingness-to-Pay for Golden Rice. *American Journal of Agricultural Economics* 85, 840–856.
- Lowry, E.D., 1973. Justification for regulation: the case for natural monopoly. *Public Utilities Fortnightly*, 8(November): 1–7.
- MacDonald, D.H., Barnes, M., Bennett, J., Morrison, M., Young, M.D., 2005. Using a Choice Modelling Approach for Customer Service Standards in Urban Water1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 41, 719–728
- MacDonald, D.H., Morrison, M.D., Barnes, M.B., 2010. Willingness to pay and willingness to accept compensation for changes in urban water customer service standards. *Water Resources Management* 24, 3145–3158.
- Maddala, G.S., 1986. *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge University Press.
- Magat, W.A., Huber, J., Viscusi, W.K., Bell, J., 2000. An Iterative Choice Approach to Valuing Clean Lakes, Rivers, and Streams. *Journal of Risk and Uncertainty* 21, 7–43.
- Mamade, A., Loureiro, D., Alegre, H., Covas, D., 2017. A comprehensive and well tested energy balance for water supply systems. *Urban Water Journal* 14, 853–861.
- Mankad, A., Tapsuwan, S., 2011. Review of socio-economic drivers of community acceptance and adoption of decentralised water systems. *Journal of Environmental Management* 92, 380–391.
- Mankad, A., Tapsuwan, S., Greenhill, M.P., Tucker, D., Malkin, S., n.d. Motivational Indicators of Decentralised Systems Use among Householders in South East Queensland 50.
- Manski, C.F., 1977. The structure of random utility models. *Theory and decision* 8, 229.
- March, H., Saurí, D., 2010. The suburbanization of water scarcity in the Barcelona metropolitan region: Sociodemographic and urban changes influencing domestic water consumption. *The Professional Geographer* 62, 32–45.
- Marlow, D.R., Beale, D.J., Burn, S., 2010. A pathway to a more sustainable water sector: sustainability-based asset management. *Water Science and Technology* 61, 1245–1255.
- Martins, R., Fortunato, A., 2007. Residential water demand under block rates – a Portuguese case study. *Water Policy* 9, 217–230.
- Masson, A., 1999. L'actualisation du futur. *Le Genre humain* 35, 197–244.
- Masson, A., Arrondel, L., 2006. Microéconomie des choix intemporels et intergénérationnels. *Annuaire de l'EHESS. Comptes rendus des cours et conférences* 561–563.
- McConnell, K.E., 1997. Does Altruism Undermine Existence Value? *Journal of Environmental Economics and Management* 32, 22–37.

- McConnell, K.E., 1997. Income and the demand for environmental quality. *Environment and Development Economics* 2, 383–399.
- McConnell, K.E., Rosado, M.A., 2000. Valuing discrete improvements in drinking water quality through revealed preferences. *Water Resources Research* 36, 1575–1582.
- McFadden, D., 1974. The measurement of urban travel demand. *Journal of public economics* 3, 303–328.
- McFadden, D., 1973. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour, in: *Frontiers in Econometrics*. Academic Press New York.
- McFadden, D., Train, K., 2000. Mixed MNL models for discrete response. *Journal of Applied Econometrics* 15, 447–470.
- McIntosh, E., Ryan, M., 2002. Using discrete choice experiments to derive welfare estimates for the provision of elective surgery: Implications of discontinuous preferences. *Journal of Economic Psychology* 23, 367–382.
- McMillan, J., 1979. The free-rider problem: a survey. *Economic Record* 55, 95–107.
- Metcalf, L., 1926. Effect of water rates and growth in population upon per capita consumption. *Journal (American Water Works Association)* 15, 1–21.
- Meyer, A., 2013. Estimating discount factors for public and private goods and testing competing discounting hypotheses. *J Risk Uncertain* 46, 133–173.
- Meyerhoff, J., Liebe, U., 2010. Determinants of protest responses in environmental valuation: A meta-study. *Ecological Economics, Special Section: Ecological Distribution Conflicts* 70, 366–374.
- Meyerhoff, J., Liebe, U., 2009. Status quo effect in choice experiments: Empirical evidence on attitudes and choice task complexity. *Land Economics* 85, 515–528.
- Mitchell, R.C., Carson, R.T., 2013. *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Rff Press.
- Montginoul, M., 2018. Structure tarifaire de l’Eau potable et de l’assainissement en France: état des lieux et évolution depuis la LEMA de 2006.
- Montginoul, M., 2013. La consommation d’eau en France : historique, tendances contemporaines, déterminants. *Sciences Eaux Territoires* 10, 68–73.
- Montginoul, M., 2007a. Analysing the diversity of water pricing structures: the case of France. *Water resources management* 21, 861–871.
- Montginoul, M., 2007b. Quelle structure tarifaire pour économiser l’eau. *Gérer et comprendre* 87, 35–47.
- Montginoul, M., 2006. Les eaux alternatives à l’eau du réseau d’eau potable pour les ménages : un état des lieux. *Ingénieries eau-agriculture-territoires* 49–62.

- Montginoul, M., Rinaudo, J.-D., 2013. Les substituts au réseau: arbitrages des consommateurs et conséquences pour le gestionnaire—Réflexion à partir de l'exemple des forages privés. *Sciences Eaux Territoires* 106–112.
- Montginoul, M., Rinaudo, J.-D., de Lajonquière, Y.L., Garin, P., Marchal, J.-P., 2005. Simulating the impact of water pricing on households behaviour: the temptation of using untreated water. *Water Policy* 7, 523–541.
- Montmarquette, C., Scott, I., 2007. Taux d'actualisation pour l'évaluation des investissements publics au Québec (No. 2007rp-02), CIRANO Project Reports, CIRANO Project Reports. CIRANO.
- Morenas A. et Prud'homme L., 2018. Rapport d'information par la mission d'information sur la ressource en eau (M.) [WWW Document]. Assemblée nationale.
- Morishima, M., 1959. The Problem of Intrinsic Complementarity and Separability of Goods. *Metroeconomica* 11, 188–202.
- Mourato, S., Atkinson, G., Ozdemiroglu, E., Newcombe, J., de Garis, Y., 2005. Does a Cleaner Thames Pass an Economic Appraisal? *Water International* 30, 174–183.
- Musgrave, R.A., 1959. *The Theory of Public Finance; A Study in Public Economy*. Kogakusha Co.
- Myerson, J., Green, L., 1995. Discounting of Delayed Rewards: Models of Individual Choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 64, 263–276.
- Myerson, R.B., 1999. Nash Equilibrium and the History of Economic Theory. *Journal of Economic Literature* 37, 1067–1082.
- Nam, P.K., Son, T.V.H., 2005. Household demand for improved water services in Ho Chi Minh City: A comparison of contingent valuation and choice modeling estimates. *Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA)*.
- Nauges, C., Reynaud, A., 2001. Estimation de la demande domestique d'eau potable en France. *Revue économique* 52, 167–185.
- Nauges, C., Thomas, A., 2000 a. Dynamique de la consommation d'eau potable des ménages : une étude sur un panel de communes françaises. *Économie & prévision* 143, 175–184.
- Nauges, C., Thomas, A., 2000b. Privately Operated Water Utilities, Municipal Price Negotiation, and Estimation of Residential Water Demand: The Case of France. *Land Economics* 76, 68–85.
- Nauges, C., Whittington, D., 2012. Estimation of water demand in developing countries. *World Bank Research Observer*.
- Nauges, C., Whittington, D., 2010. Estimation of water demand in developing countries: An overview. *The World Bank Research Observer* 25, 263–294.

- Nudurupati, S.S., Bititci, U.S., Kumar, V., Chan, F.T.S., 2011. State of the art literature review on performance measurement. *Computers & Industrial Engineering* 60, 279–290.
- Nunes, P.A.L.D., Schokkaert, E., 2003. Identifying the warm glow effect in contingent valuation. *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 231–245.
- Nyborg, K., 2003. The Impact of Public Policy on Social and Moral Norms: Some Examples. *Journal of Consumer Policy* 26, 259–277.
- Nyborg, K., 2000. Homo economicus and homo politicus: interpretation and aggregation of environmental values. *Journal of Economic Behavior & Organization* 42, 305–322.
- Oehlmann, M., Meyerhoff, J., Mariel, P., Weller, P., 2017. Uncovering context-induced status quo effects in choice experiments. *Journal of Environmental Economics and Management* 81, 59–73.
- Olmstead, S.M., 2010. The Economics of Water Quality. *Review of Environmental Economics and Policy* 4, 44–62.
- Olmstead, S.M., Michael Hanemann, W., Stavins, R.N., 2007. Water demand under alternative price structures. *Journal of Environmental Economics and Management* 54, 181–198.
- Olson, M., 1989. Collective Action, in: Eatwell, J., Milgate, M., Newman, P. (Eds.), *The Invisible Hand*, The New Palgrave. Palgrave Macmillan UK, London, pp. 61–69.
- Olson, M., 1965. Some Social and Political Implications of Economic Development. *World Politics* 17, 525–554.
- Ostfeld, A., 2012. *Water Supply System Analysis: Selected Topics*. BoD – Books on Demand.
- Ostrom, E., 2000. Collective action and the evolution of social norms. *Journal of economic perspectives* 14, 137–158.
- Pacifico, D., Yoo, H. il, 2013. Lclogit: A Stata Command for Fitting Latent-Class Conditional Logit Models via the Expectation-Maximization Algorithm. *The Stata Journal* 13, 625–639.
- Pattanayak, S.K., Yang, J.-C., Whittington, D., Bal Kumar, K.C., 2005. Coping with unreliable public water supplies: averting expenditures by households in Kathmandu, Nepal. *Water Resources Research* 41.
- Pearce, D., ??zdemiroglu, E., Great Britain, Department for Transport, L.G. and the R., 2002. *Economic valuation with stated preference techniques: Summary guide*. Dept. for Transport, Local Government and the Regions, London.
- Pedhazur, E.J., Pedhazur Schmelkin, L., 1991. Exploratory factor analysis. *Measurement, design and analysis: An integrated approach* 590–630.
- Pérard, E., 2009. Water supply: Public or Private? An approach based on cost of funds, transaction costs, efficiency and political costs. *Policy and Society* 27, 193–219.

- Pezon, C., 2000. Le service d'eau potable en France de 1850 à 1995. Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
- Pezon, C., Canneva, G., 2009. Petites communes et opérateurs privés: généalogie du modèle français de gestion des services d'eau potable. *Espaces et sociétés* 21–38.
- Phaneuf, D.J., 2013. Heterogeneity in Environmental Demand. *Annual Review of Resource Economics* 5, 227–244.
- Poe, G.L., Bishop, R.C., 1999. Valuing the incremental benefits of groundwater protection when exposure levels are known. *Environmental and Resource Economics* 13, 341–367.
- Point, P., 1993. Partage de la ressource en eau et demande d'alimentation en eau potable. *Revue économique* 44, 849–862.
- Popp, D., 2001. Altruism and the Demand for Environmental Quality. *Land Economics* 77, 339–349.
- Powe, N.A., Garrod, G.D., McMahon, P.L., Willis, K.G., 2004. Assessing customer preferences for water supply options using mixed methodology choice experiments. *Water Policy* 6, 427–441.
- Preacher, K.J., MacCallum, R.C., 2002a. Exploratory factor analysis in behavior genetics research: Factor recovery with small sample sizes. *Behavior genetics* 32, 153–161.
- Preacher, K.J., MacCallum, R.C., 2002b. Exploratory Factor Analysis in Behavior Genetics Research: Factor Recovery with Small Sample Sizes. *Behav Genet* 32, 153–161.
- Quinet, A., Baumstark, L., 2009. La valeur tutélaire du carbone: rapport au Premier ministre, Rapports et documents. la Documentation française, Paris.
- Rambonilaza, T., Brahic, E., 2016a. Non-market values of forest biodiversity and the impact of informing the general public: Insights from generalized multinomial logit estimations. *Environmental Science & Policy* 64, 93–100.
- Ramsey, F.P., 1928. A Mathematical Theory of Saving. *The Economic Journal* 38, 543–559.
- Randall, A., Hoehn, J.P., 1996. Embedding in Market Demand Systems. *Journal of Environmental Economics and Management* 30, 369–380.
- Rapport d'activité Les Canalisateurs, 2020 [WWW Document].
- Reghizzi, O.C., 2014. Providing a municipal infrastructure: how did Paris and Milan finance their water and sanitation infrastructure (1853-1925)? *Flux* 9798, 44–59.
- Reghizzi, O.C., n.d. Institutions, comptabilité et financement des services d'eau et d'assainissement en Italie et en France 17.
- Renaud, E., Charriere, S., 2013. Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable: Elaboration du descriptif détaillé des ouvrages de transport et de distribution d'eau.

- Renaud, E., Pillot, J., Vacelet, A., 2020. Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable. Guide pour l'élaboration du plan d'actions. Office Français de la Biodiversité.
- Renou, Y., 2012. Indicateurs de performance et gouvernamentalité des ressources en eau 23.
- Rinaudo, J.-D., Moreau, C., Garin, P., 2016. Social justice and groundwater allocation in agriculture: A French case study, in: *Integrated Groundwater Management*. Springer, Cham, pp. 273–293.
- Rodríguez, M.X.V., León, C.J., 2004. Altruism and the economic values of environmental and social policies. *Environmental and resource economics* 28, 233–249.
- Rogers, P.P., Llamas, M.R., Cortina, L.M., 2005. *Water Crisis: Myth or Reality?* CRC Press.
- Romano, G., Salvati, N., Guerrini, A., 2016. An empirical analysis of the determinants of water demand in Italy. *Journal of Cleaner Production* 130, 74–81.
- Romano, G., Salvati, N., Guerrini, A., 2014. Estimating the determinants of residential water demand in Italy. *Water* 6, 2929–2945.
- Rosenberger, R.S., Peterson, G.L., Clarke, A., Brown, T.C., 2003. Measuring dispositions for lexicographic preferences of environmental goods: integrating economics, psychology and ethics. *Ecological Economics* 44, 63–76.
- Rubin, P.H., 2007. Public goods and the evolution of altruism: The case of law. *Politics and the Life Sciences* 26, 26–32.
- Ruiz-Mier, F., van Ginneken, M., 2006. Consumer cooperatives: An alternative institutional model for delivery of urban water supply and sanitation services. World Bank Washington, DC.
- Rulleau, B., 2008. Services récréatifs en milieu naturel littoral et évaluation économique multi-attributs de la demande (These de doctorat). Bordeaux 4.
- Rulleau, B., Dehez, J., Point, P., 2010. Using a Multi-Attribute Approach to Value Outdoor Recreation: Evidence from French Public Forests. *Revue française d'économie* 175–211.
- Rulleau, B., Salles, D., Gilbert, D., Le Gat, Y., Renaud, E., Bernard, P., Gremmel, J., Giard, A., Assouan, E., de Grissac, B., 2020. Crafting futures together: scenarios for water infrastructure asset management in a context of global change. *Water Supply* 20, 3052–3067.
- Ruscio, J., Roche, B., 2011. Determining the Number of Factors to Retain in an Exploratory Factor Analysis Using Comparison Data of Known Factorial Structure. *Psychological assessment* 24, 282–92.
- Ryan, M., Wordsworth, S., 2000. Sensitivity of willingness to pay estimates to the level of attributes in discrete choice experiments. *Scottish Journal of Political Economy* 47, 504–524.
- Salles, D., 2013. 27. Concertation et environnement. *Le Développement durable à découvert* 194.
- Salles, D., 2009. Environnement : la gouvernance par la responsabilité ? *vertigo*.

- Salles, D., Bernard, V., Dehez, J., Régnacq, P., Rocle, N., Vaucelle, C., Le Treut, H., 2013. Enjeux sociétaux: vulnérabilité face au changement climatique: chapitre 3.
- Samuelson, L., 1995. Bounded rationality and game theory. *Quarterly Review of Economics and Finance* 36, 17–36.
- Samuelson, P.A., 1954. The Pure Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics* 36, 387–389.
- Samuelson, P.A., 1937. A Note on Measurement of Utility. *The Review of Economic Studies* 4, 155–161.
- Samuelson, W., Zeckhauser, R., 1988. Status quo bias in decision making. *J Risk Uncertainty* 1, 7–59
- Scarborough, H., 2011. Intergenerational equity and the social discount rate. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 55, 145–158.
- Scarpa, R., Gilbride, T.J., Campbell, D., Hensher, D.A., 2009. Modelling attribute non-attendance in choice experiments for rural landscape valuation. *European Review of Agricultural Economics* 36, 151–174.
- Scarpa, R., Zanolini, R., Bruschi, V., Naspetti, S., 2013. Inferred and Stated Attribute Non-attendance in Food Choice Experiments. *American Journal of Agricultural Economics* 95, 165–180.
- Schleich, J., Hillenbrand, T., 2009. Determinants of residential water demand in Germany. *Ecological economics* 68, 1756–1769.
- Schwartz, S.H., 1977. Normative Influences on Altruism¹¹This work was supported by NSF Grant SOC 72-05417. in: Berkowitz, L. (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*. Academic Press, pp. 221–279.
- Schwartz, S.H., 1970. Elicitation of moral obligation and self-sacrificing behavior: An experimental study of volunteering to be a bone marrow donor. *Journal of Personality and Social Psychology* 15, 283–293.
- Shen, J., 2009. Latent class model or mixed logit model? A comparison by transport mode choice data. *Applied Economics* 41, 2915–2924.
- Shen, J., Sakata, Y., Hashimoto, Y., 2006. A Comparison between Latent Class Model and Mixed Logit Model for Transport Mode Choice: Evidences from Two Datasets of Japan. Discussion Paper 19.
- Shiell, A., Rush, B., 2003. Can willingness to pay capture the value of altruism? An exploration of Sen's notion of commitment. *The Journal of Socio-Economics* 32, 647–660.
- Smets, H., 2004. La solidarité pour l'eau potable : aspects économiques. l'Harmattan Paris.

- Snowball, J.D., Willis, K.G., Jeurissen, C., 2008. Willingness to Pay for Water Service Improvements in Middle-income Urban Households in South Africa: A Stated Choice Analysis. *South African Journal of Economics* 76, 705–720.
- Speers, A., Burn, S., Hatton MacDonald, D., Young, M., Syme, G., 2003. Setting and evaluating customer service standards. *Water Supply* 3, 381–388.
- Stern, P.C., Dietz, T., 1994. The Value Basis of Environmental Concern. *Journal of Social Issues* 50, 65–84.
- Stigler, G.J., 1974. Free Riders and Collective Action: An Appendix to Theories of Economic Regulation. *The Bell Journal of Economics and Management Science* 5, 359–365.
- Strotz, R.H., 1959. The utility tree—a correction and further appraisal. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 482–488.
- Suh, J., Harrison, S., 2006. Pure Altruism, Consumer Behavior and Choice Modeling*. *Asian Economic Journal* 20, 173–190.
- Sjovold, F.; Conroy, P.; Algaard, E. (2008). Performance assessment of urban infrastructure services: the case of water supply, wastewater and solid waste (146 p)
- Swait, J., Louviere, J., 1993. The Role of the Scale Parameter in the Estimation and Comparison of Multinomial Logit Models. *Journal of Marketing Research* 30, 305–314.
- Tanellari, E., 2011. *Essays on the Economics of Drinking Water Quality and Infrastructure*.
- Thiene, M., Scarpa, R., Louviere, J.J., 2015. Addressing Preference Heterogeneity, Multiple Scales and Attribute Attendance with a Correlated Finite Mixing Model of Tap Water Choice. *Environ Resource Econ* 62, 637–656.
- Thomas, A., 2000. *Econométrie des variables qualitatives. Manuel et exercices corrigés*. Dunod.
- Thomas, J.F., Syme, G.J., 1988. Estimating residential price elasticity of demand for water: A contingent valuation approach. *Water Resources Research* 24, 1847–1857.
- Thurstone, L.L., 1927. Psychophysical Analysis. *The American Journal of Psychology* 38, 368–389.
- Train, K., 1998. Recreation Demand Models with Taste Differences over People. *Land Economics* 74, 230–239.
- Train, K., Weeks, M., 2005. Discrete Choice Models in Preference Space and Willingness-to-Pay Space, in: Scarpa, R., Alberini, A. (Eds.), *Applications of Simulation Methods in Environmental and Resource Economics, The Economics of Non-Market Goods and Resources*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1–16.
- Train, K.E., 2009. *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press.
- Traoré, N., Amara, N., Landry, R. (Eds.), 1999. Households' Response to Groundwater Quality Degradation Results from a Household Survey in Quebec. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales (CESR)*, 52.

- 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] La revue électronique en sciences de l'environnement 13.
- Tversky, A., Kahneman, D., 1992. Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and uncertainty* 5, 297–323.
- Ubfal, D., 2016. How general are time preferences? Eliciting good-specific discount rates. *Journal of Development Economics* 118, 150–170.
- Varian, H.R., 2004. *Microeconomic analysis*. 1992. New York, London: WW Norton & Company.
- Varian, H.R., Varian, H.R., 1992. *Microeconomic analysis*. Norton New York.
- Veronesi, M., Chawla, F., Maurer, M., Lienert, J., 2014. Climate change and the willingness to pay to reduce ecological and health risks from wastewater flooding in urban centers and the environment. *Ecological Economics* 98, 1–10.
- Viscusi, W.K., Huber, J., Bell, J., 2008. Estimating discount rates for environmental quality from utility-based choice experiments. *J Risk Uncertain* 37, 199–220.
- Vitell, S.J., 2003. Consumer Ethics Research: Review, Synthesis and Suggestions for the Future. *Journal of Business Ethics* 43, 33–47.
- Warren, C.R., Lumsden, C., O'Dowd, S., Birnie, R.V., 2005. 'Green On Green': Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland. *Journal of Environmental Planning and Management* 48, 853–875.
- Weisbrod, B.A., 1964. Collective-consumption services of individual-consumption goods. *The Quarterly Journal of Economics* 78, 471–477.
- Whelan, G., Crockett, J., n.d. *An Investigation of the Willingness to Pay to Reduce Rail Overcrowding* 16.
- Willis, K.G., Scarpa, R., Acutt, M., 2005. Assessing water company customer preferences and willingness to pay for service improvements: A stated choice analysis. *Water Resources Research* 41
- Willson, M.F., Comet, T.A., 1993. Food Choices by Northwestern Crows: Experiments with Captive, Free-Ranging and Hand-Raised Birds. *The Condor* 95, 596–615.
- Wittner, C., 2013. Estimation des besoins de renouvellement des réseaux d'eau et d'assainissement collectif.
- Wold, S., Geladi, P., Esbensen, K., Öhman, J., 1987. Multi-way principal components-and PLS-analysis. *Journal of chemometrics* 1, 41–56.

- Wolf, S., 2010. An intergenerational social contract for common resource usage: A reality-check for Harsanyi and Rawls (Working Paper No. 02–2010). The Constitutional Economics Network Working Papers.
- Wolsink, M., 2010. Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities. *Environmental Impact Assessment Review* 30, 302–311.
- Worthington, A.C., Hoffman, M., 2008. An empirical survey of residential water demand modelling. *Journal of Economic Surveys* 22, 842–871.
- Yoo, H.I., 2019. Iclgit2: An Enhanced Module to Estimate Latent Class Conditional Logit Models (SSRN Scholarly Paper No. ID 3484429). Social Science Research Network, Rochester, NY.
- Zhai, G., Fukuzono, T., Ikeda, S., 2007. Multi-attribute evaluation of flood management in Japan: a choice experiment approach. *Water and Environment Journal* 21, 265–274.
- Zwerina, K., Huber, J., Kuhfeld, W., 2000. A General Method for Constructing Efficient Choice Designs.

ANNEXES

Sommaire des annexes

A. ANNEXE DU CHAPITRE I

A.1. Résolution du modèle de référence	243
A.2. Résolution du modèle de référence avec hétérogénéité de préférences par rapport à l'infrastructure	245
A.3. Résolution du modèle non-coopératif entre usagers	247

B. ANNEXES DU CHAPITRE II

B.1. Illustration du principe du modèle logit conditionnel	249
B.2. Illustration du Principe du modèle logistique multinomial.....	249
B.3. Illustration du principe du modèle logit mixte.....	250
B.4. Tableau Récapitulatif des travaux concernant l'évaluation de la performance des SAEP.....	251
B.5. Département de la Gironde (Source : site web su département de la Gironde).....	259
B.6. Communes du département de la Gironde concernées par l'étude.....	259

C. ANNEXES DU CHAPITRE III

C.1. Tableau de corrélations entre les 7 propositions d'altruisme.....	260
C.2. Valeurs propres des 7 items servant à construire l'indicateur d'altruisme global.....	260
C.3. Coefficients et significativité des niveaux de référence (modèle logit conditionnel de base).....	261
C.4. Modèles logistiques mixtes avec la difficulté de l'exercice.....	261

D. ANNEXES DU CHAPITRE IV

D.1. Résumé des 14 items concernant les préférences temporelles.....	262
D.2. Courbe des valeurs propres.....	262
D.3. Tableaux de corrélation des 14 items de préférences temporelles.....	263
D.4. Modèles MIXL de base.....	264
D.5. Estimations du GMNL en faisant varier le gamma.....	265

E. AUTRES ANNEXES : Questionnaire d'étude.....	266
--	-----

A. ANNEXE DU CHAPITRE I

A.1. Résolution du modèle de référence

Le problème du planificateur social se présente de la manière suivante lorsqu'il ya un consensus total qui est que tout le monde participe au réseau collectif en voulant financer le renouvellement de l'infrastructure G étant donné leurs consommations en quantité d'eau du robinet w_i et des autres biens x_i , les revenus individuels y_i , le réseau initial en bon état G_0 et p le prix de l'eau :

$$G = G_0 + \sum_i g_i \quad (26)$$

où g_i représente la contribution individuelle à l'infrastructure de chaque usager, c_i le coût financier lié à cette contribution et $\sum_i g_i$ l'ensemble des contributions des membres du réseau.

La résolution de ce programme peut emprunter la condition d'équilibre Pareto-optimal de Bowen-Lindhal-Samuelson (BLS), étant donné les propriétés des fonctions d'utilités et de la fonction de production des deux biens publics infrastructure et eau potable. Cette condition stipule que la somme des utilités marginales du bien public doit être égale aux coût marginal de ce bien public ($\sum TMS = TMT = T$ avec T le rapport des prix).

$$Max_{w_i, G} \left[\sum_i U(x_i, w_i, G) \right] = x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \quad (27)$$

En utilisant la contrainte budgétaire nous pouvons substituer x_i par $y_i - pw_i - c_i g_i$

La fonction objectif devient :

$$Max_{w_i, G} \left[\sum_i U(x_i, w_i, G) \right] = \sum_i \left[(y_i - pw_i - c_i g_i) + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \right] \quad (28)$$

Nous pouvons donc écrire les conditions de premier ordre suivantes :

$$\begin{aligned} \sum_i \frac{\partial U_i}{\partial G} = 0 &\rightarrow (\sum_i ((1-\alpha)G^{-\alpha} w_i^\alpha) (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{-\gamma}) = c_i \\ \sum_i \frac{\partial U_i}{\partial w_i} = 0 &\rightarrow (\sum_i (\alpha G^{1-\alpha} w_i^{\alpha-1}) (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{-\gamma}) = p \end{aligned} \quad (29)$$

$$\text{BLS} \rightarrow \sum_i \frac{(1-\alpha)(w_i^{\alpha(1-\gamma)})}{\alpha G (w_i^{\alpha(1-\gamma)-1})} = \frac{c_i}{p} \text{ et } \sum_i w_i = \frac{c_i}{p} \frac{\alpha G}{1-\alpha}$$

On peut maintenant remplacer $\sum_i w_i$ par son expression dans la contrainte budgétaire saturée :

$$\sum_i y_i = p \left(\frac{\alpha G}{p(1-\alpha)} c_i \right) + \sum_i c_i g_i + \sum_i x_i \quad (30)$$

En utilisant la contrainte sociale $G = \sum_i g_i + G_0$ on peut substituer $\sum_i g_i$ par $(G - G_0)$. En supposant de plus un coût de contribution unique c pour tout le monde on aura :

$$\sum_i y_i - \sum_i x_i = \left(\frac{\alpha G}{1 - \alpha}\right)c + c(G - G_0) \quad (31)$$

La contribution globale à l'optimum est donnée par l'expression :

$$G^* - G_0 = \frac{(1 - \alpha)}{c} \left[\sum_i y_i - \sum_i x_i \right] - \alpha G_0 \quad (32)$$

De cette équation, on peut tirer le coût marginal forfaitaire de la contribution qui peut être demandé à chaque individu pour avoir G^* :

$$c^* = \frac{(\sum_i y_i - \sum_i x_i)}{\left(\frac{G^*}{(1 - \alpha)}\right) - G_0} \quad (33)$$

A.2. Résolution du modèle de référence avec hétérogénéité de préférences par rapport à l'infrastructure

En présence d'hétérogénéité entre usagers, le problème du planificateur social se présente comme suivant :

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i \pi_i u_i(x_i, w_i, G) \\ \text{S.C} \quad & \sum_i x_i + p \sum_i w_i + \sum_i c_i^g g_i + \sum_i c_i^a a_i \leq Y \\ & G = G_0 + \sum_i g_i - \sum_i a_i \end{aligned} \quad (34)$$

avec π_i un paramètre de préférence propre à chaque usager et $Y = \sum_i y_i$, l'ensemble des revenus de la communauté.

a_i représente l'externalité négative sur le bon état du réseau liée l'utilisation de techniques alternatives. c_i^a est le CPAM pour aller vers une technologie alternative et c_i^g le CPAM pour la GPIE.

Pour résoudre ce programme on peut poser le Lagrangien suivant :

$$\begin{aligned} L = & \sum_{i=1}^n \pi_i \left(x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \right) \\ + \lambda \left(& \sum_i y_i - \sum_i x_i - p \sum_{i=1}^n w_i - \sum_{i=1}^n c_i^g g_i - \sum_{i=1}^n c_i^a a_i \right) \end{aligned} \quad (35)$$

Les conditions de premier ordre donnent pour un individu représentatif k :

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial x_k} & \Rightarrow \pi_k - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial w_k} & \Rightarrow -\lambda p + \pi_k \sum_k (\alpha G^{1-\alpha} w_k^{\alpha-1}) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial g_k} & \Rightarrow -\lambda c_k^g + \pi_k \sum_k ((1-\alpha) G^{-\alpha} w_k^\alpha) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial a_k} & \Rightarrow -\lambda c_k^a - \pi_k \sum_k ((1-\alpha) G^{-\alpha} w_k^\alpha) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} & \Rightarrow Y - \sum_k x_k^* - p \sum_k w_k^* - \sum_k c_k^g g_k^* - \sum_k c_k^a a_k^* = 0 \end{aligned} \quad (36)$$

Les asterisques désignant les actions à l'optimum.

En utilisant la première condition de première ordre :

$$\frac{\partial L}{\partial x_k} \Rightarrow \pi_k - \lambda = 0 \rightarrow \pi_k = \lambda$$

On peut réécrire ce système d'équation de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial w_k} & \Rightarrow \left[\sum_k (\alpha G^{1-\alpha} w_k^{\alpha-1}) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} - p \right] w_k^* = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial g_k} & \Rightarrow \left[\sum_k ((1-\alpha) (G^{-\alpha} w_k^\alpha)) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} - c_k^g \right] g_k^* = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial a_k} & \Rightarrow \left[- \sum_k ((1-\alpha) (G^{-\alpha} w_k^\alpha)) (G^{1-\alpha} w_k^\alpha)^{-\gamma} - c_k^a \right] a_k^* = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} & \Rightarrow Y - \sum_k x_k^* - p \sum_k w_k^* - \sum_k c_k^g g_k^* - \sum_k c_k^a a_k^* = 0 \end{aligned} \quad (37)$$

Implications

1. Pour un individu k , lorsqu'il existe à l'optimum une action de contribution positive $g_k^* \geq 0$ alors ($a_k^* = 0$) et inversement car un a_k^* non nul entrainerait l'égalité $c_k^g = -c_k^a$, ce qui est absurde, les coûts (c_k^g, c_k^a) étant définis toujours positifs .

On peut alors obtenir la relation suivante d'après les conditions B-L-S :

$$\sum_k \frac{\frac{\partial U}{\partial g_k}}{\frac{\partial U}{\partial w_k}} = \sum_k \frac{(1-\alpha)(w_k^{\alpha(1-\gamma)})}{\alpha G (w_k^{\alpha(1-\gamma)-1})} = \frac{c^g}{p} \quad (38)$$

et

$$\sum_k w_k = \frac{c^g}{P} \frac{\alpha G}{1-\alpha} \quad (39)$$

En remplaçant w_k dans la contrainte budgétaire par son expression on obtient :

$$Y - \sum_k x_k^* - p \left(\frac{c^g}{P} \frac{\alpha G}{1-\alpha} \right) - \sum_k c^g g_k^* = 0 \quad (40)$$

En remplaçant ensuite dans cette expression $\sum_k g_k$ par $G - G_0$ d'après la contrainte sociale ($G = \sum_k g_k + G_0$), alors on obtient :

$$\sum_k y_k - \sum_k x_k = \left(\frac{\alpha G}{1-\alpha} \right) c^g + c^g (G - G_0) \quad (41)$$

On peut ainsi tirer de l'expression précédente la contribution des conservateurs en l'absence de techniques alternatives :

$$G^{\text{col}} - G_0 = \frac{(1-\alpha)}{c^{\text{col}}} \left[\sum_k y_k - \sum_k x_k \right] - \alpha G_0 \quad (42)$$

2. Pour permettre aux 2 systèmes de cohabiter (avoir un réseau collectif pour tous et ne pas interdire l'utilisation de technologies alternatives), les conservateurs doivent internaliser un coût qui aurait dû être à la charge des alternatifs.

Pour un individu conservateur k , on peut définir une fonction de transfert :

$$t_k = \Phi_k(a, c^a) \quad (43)$$

Cette fonction est continue, concave et dérivable deux fois. Φ_k est croissant avec les usages alternatifs (a) et décroissant avec le coût marginal des technologies alternatives (c^a).

La contribution globale des conservateurs en cohabitation des usages de techniques alternatives se présente comme suit:

$$G^{\text{col,alt}} - G_0 = \frac{(1-\alpha)}{(c^{\text{col}} + t)} \left[\sum_k y_k - \sum_k x_k \right] - \alpha G_0 \quad (44)$$

On peut ainsi déterminer le coût forfaitaire supplémentaire à demander aux conservateurs pour compenser l'externalité négative des alternatifs:

$$t = \frac{[\sum_k y_k - \sum_k x_k]}{\frac{G^{\text{col,alt}}}{(1-\alpha)} - G_0} - c^{\text{col}} \quad (45)$$

A.3. Résolution du modèle non-coopératif entre usagers

1. La décision des conservateurs : L'objectif de chaque usager est de maximiser son utilité sous sa contrainte budgétaire et sous la contrainte sociale.

$$\begin{aligned} \text{Max } U_i &= x_i + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_i^\alpha)^{1-\gamma} \\ \text{s.c } x_i + p w_i + c_i g_i &\leq y_i \\ G &= g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0 \end{aligned} \quad (46)$$

G_0 étant le niveau initial de l'infrastructure en bon état et $\sum_{-i} g_{-i}$ la contribution des autres individus. On peut alors réécrire la fonction d'utilité de la manière suivante :

$$U_i = x_i + \frac{1}{1-\gamma} \left((g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^\alpha \right)^{1-\gamma} \quad (47)$$

En utilisant le Lagrangien, on écrit la relation suivante:

$$\begin{aligned} L &= x_i + \frac{1}{1-\gamma} \left((g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^\alpha \right)^{1-\gamma} \\ &\quad + \lambda (y_i - x_i - p w_i - c_i g_i) \end{aligned} \quad (48)$$

On obtient des conditions de premier ordre le système suivant :

$$\begin{aligned} (1-\alpha)(g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{-\alpha} w_i^\alpha &= c_i \\ \alpha(g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^{\alpha-1} &= p \end{aligned} \quad (49)$$

Ainsi on en déduit que:

$$\frac{((1-\alpha)(g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{-\alpha} w_i^\alpha)}{\alpha(g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)^{1-\alpha} w_i^{\alpha-1}} = \frac{c_i}{p} \quad (50)$$

L'expression de la demande individuelle en eau du robinet peut être déduite de la précédente équation :

$$w_i = \frac{\alpha c_i (g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)}{p(1-\alpha)} \quad (51)$$

En utilisant la contrainte budgétaire saturée avec le remplacement de la demande du robinet par son expression, on obtient l'expression suivante :

$$x_i + \frac{\alpha c_i (g_i + \sum_{-i} g_{-i} + G_0)}{(1-\alpha)} + c_i g_i = y_i \quad (52)$$

La décision d'un conservateur s'exprime alors comme suit :

$$g_i(g_{-i}) = \frac{1-\alpha}{c_i} (y_i - x_i) - \alpha \left(\sum_{-i} g_{-i} + G_0 \right) \quad (53)$$

2. La décision des alternatifs : La décision d'un usager alternatif consiste à définir la quantité de bien marchand x_j , l'eau à consommer w_j , et la taille de l'infrastructure alternative à acquérir a_j .

Le programme de maximisation de l'usager alternatif s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \text{Max } U_j &= x_j + \frac{1}{1-\gamma} (G^{1-\alpha} w_j^\alpha)^{1-\gamma} \\ \text{s.c } x_j + p w_j + c_j^\alpha a_j &\leq y_j \\ G &= a_j + \sum_{-j} g_{-j} + G_0 \\ a_j &= -g_j \end{aligned} \quad (54)$$

En intégrant les contraintes dans la fonction d'utilité on obtient :

$$U_j = x_j + \frac{1}{1-\gamma} \left((a_j + \sum_{-j} g_{-j} + G_0)^{1-\alpha} w_j^\alpha \right)^{1-\gamma} \quad (55)$$

Le langrangien s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{aligned} L &= x_j + \frac{1}{1-\gamma} \left((a_j + \sum_{-j} g_{-j} + G_0)^{1-\alpha} w_j^\alpha \right)^{1-\gamma} \\ &\quad + \lambda (y_j - x_j - p w_j - c_j^\alpha a_j) \end{aligned} \quad (56)$$

On en déduit que :

$$w_j = \frac{\alpha c_j^\alpha (a_j + \sum_{-j} g_{-j} + G_0)}{p(1-\alpha)} \quad (57)$$

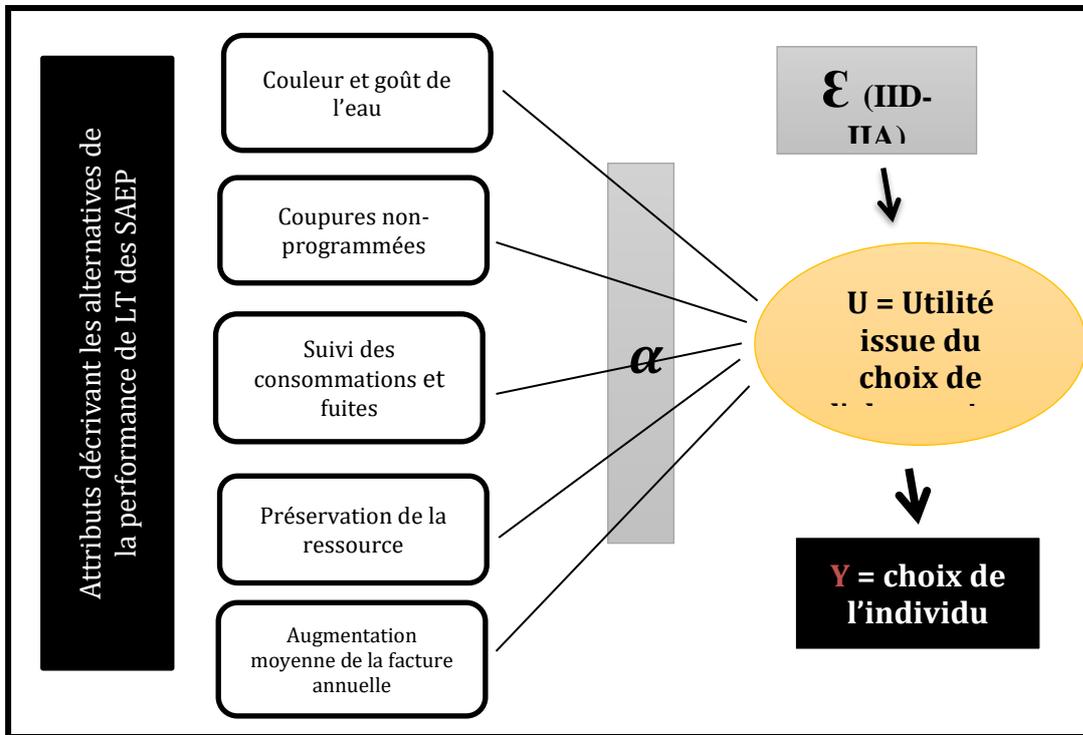
La part w_j d'eau consommée issue de l'infrastructure collective sera ici moins importante que pour le cas d'un conservateur car on sait que l'acquisition d'alternative de quantité a_j revient à générer une externalité négative de quantité équivalente g_j sur les infrastructures collectives.

En procédant comme précédemment on obtient la décision des alternatifs :

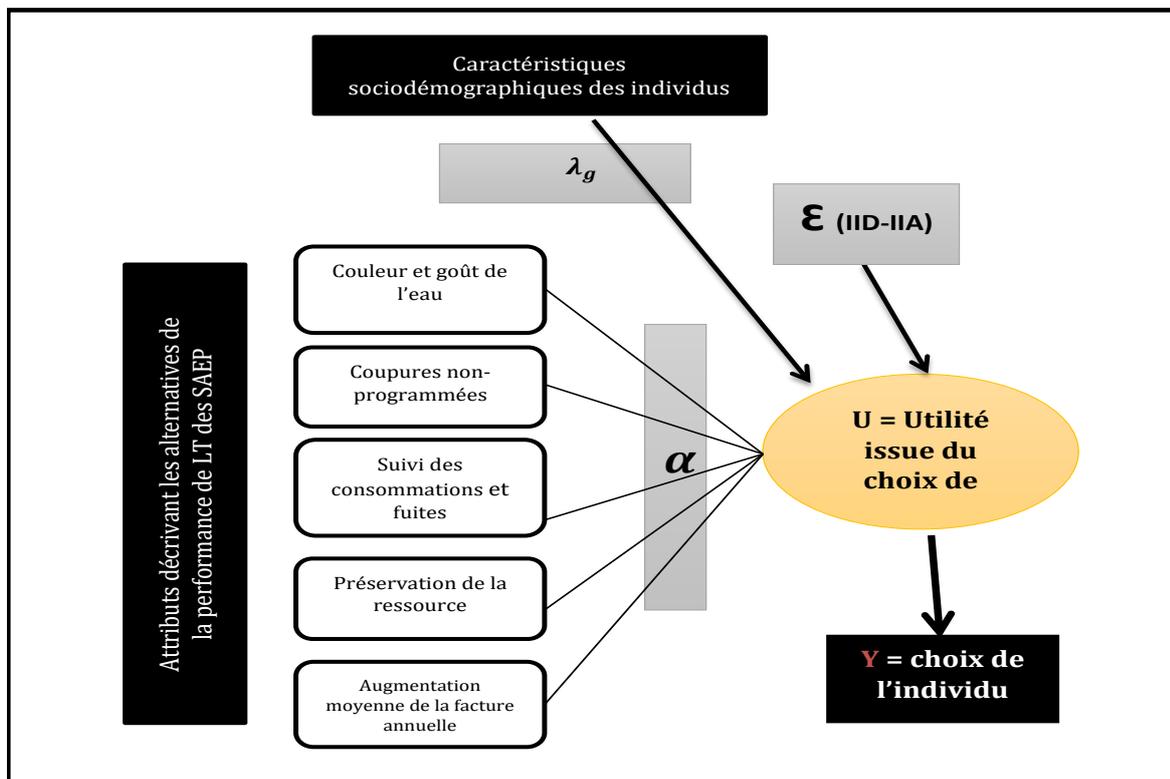
$$a_j(g_{-j}) = \frac{1-\alpha}{c_j^\alpha} (y_j - x_j) - \alpha \left(\sum_{-j} g_{-j} + G_0 \right) \quad (58)$$

B. ANNEXES DU CHAPITRE II

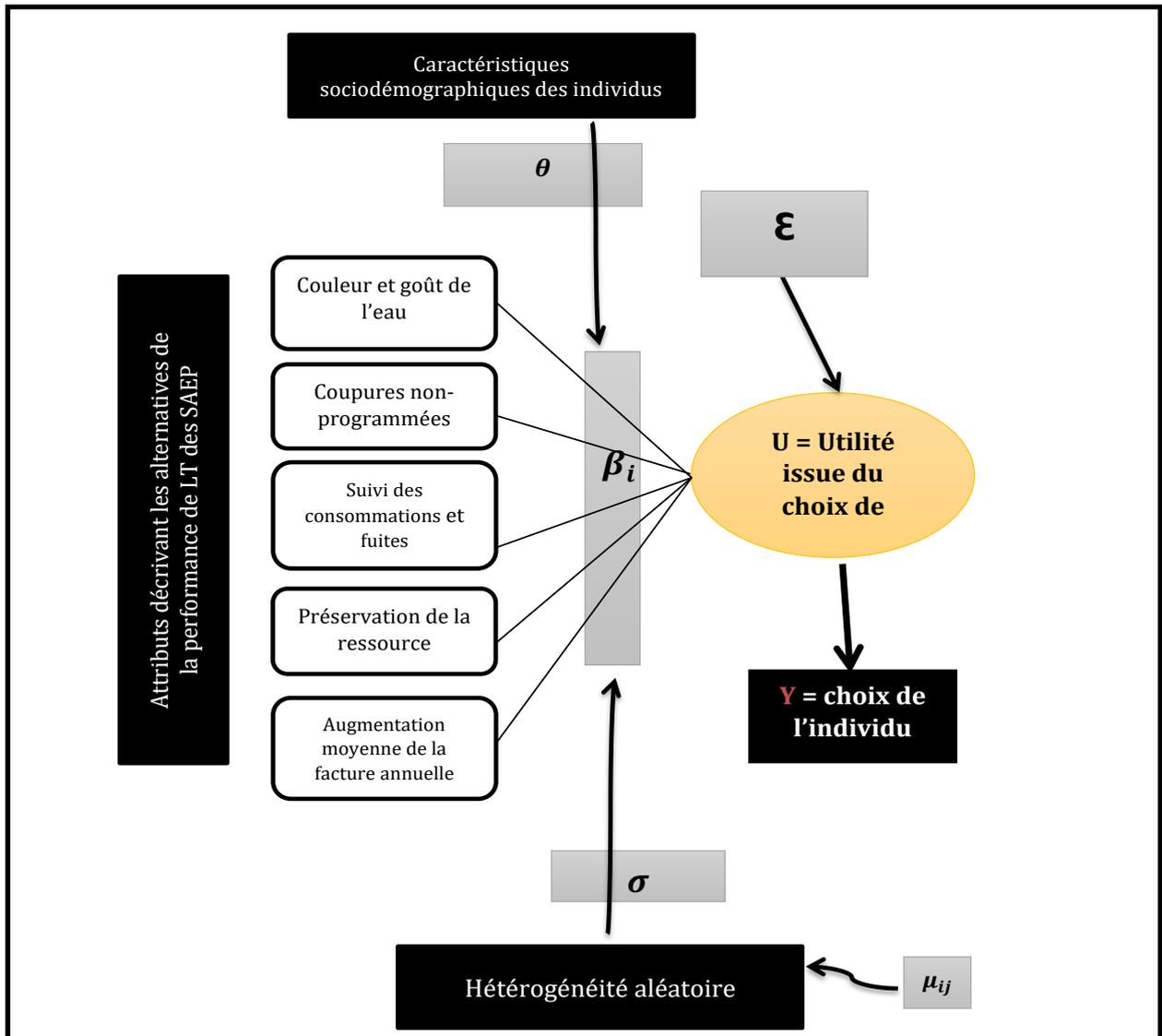
B.1. Illustration du principe du modèle logit conditionnel



B.2. Illustration du Principe du modèle logistique multinomial



B.3. Illustration du principe du modèle logit mixte



B.4. Tableau Récapitulatif des travaux concernant l'évaluation de la performance des SAEP

Auteurs (années)	Pays/Sites	Scénarios à évaluer	Scénario de référence	Année de l'enquête	Administration de l'enquête	Populations cibles/Zones	Taille de l'échantillon	Attributs monétaires non	Attributs monétaires	Modèle économétrique	Montant des CAP (en moyenne et en \$)
Brouwer et al. (2015)	Kenya/ Région de Nakuru	Amélioration du service d'eau à travers l'usage d'un filtre d'eau amélioré. Choix entre 2 types de filtrage pour avoir de l'eau potable	Le filtrage de référence est caractérisé par : un temps de 15 min pour filtrer 1L d'eau, une capacité de stockage d'1L d'eau et dont l'usage entraîne 4 diarrhées dans l'année pour un enfant.	2012	Interviews en face à face	Ménages/ Population urbaine et population rurale	300 (150 urbains et 150 ruraux)	<ul style="list-style-type: none"> • Intensité de filtrage (min/L) • Capacité de stockage (L) • Prévalence de la diarrhée (Nbre de fois/enfant/année) 	Prix d'un filtre d'eau	MCED & MEC Mixed Logit Model (MLM) pour le MCED	CAP (MEC) plus grande que CAP (MCED) : 18.91\$ > 11.72\$ CAP MCED (rural) > CAP MCED (urbain) : 11.66\$ > 9.41\$
Dauda et al. (2014)	Nigéria / Damaturu capitale de	2 options de gestion du service avec une amélioration de	Le service de référence est défini comme un service caractérisé par :	-	Interviews en face à face	Ménages/ zone urbaine	300	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau du robinet 	Augmentation de la facture	Comparaison des méthodol	CAP (CLM) :

	l'Etat de Yobe	la performance du service par rapport à une performance actuelle jugée non satisfaisante.	(i) une faible qualité de l'eau, (ii) une offre irrégulière de l'eau du robinet avec des interruptions journalières et (iii) une faible pression du robinet					<ul style="list-style-type: none"> • Interruption du service • Pression du robinet 	mensuelle du service d'eau	ogies MIXL et CLM	1.625\$/mois CAP (MIXL) : 5.17\$/mois
MacDonald et al. (2010)	Australie/ ville d'Adelaïde	2 types de scénarios : (i) 2 situations d'amélioration du service par rapport au service actuel (CAP) (ii) 2 situations de dégradation du service par rapport au service actuel (CAR)	(i) Pour le modèle CAP, le service de référence à dégrader est défini par une durée des interruptions limitée à 3h, aucune interruption sur 12 mois, l'adresse de courrier pour informer sur une interruption et la livraison d'une bouteille d'eau de 2L en cas d'interruption. (ii) Pour le modèle CAR, le service de référence à améliorer est défini par une durée des interruptions de 6h, plus de 2 interruptions dans l'année, une information par courrier sur les	-	Administration par courriers	Ménages/ zone urbaine	669 (332 CAP et 339 CAR)	<ul style="list-style-type: none"> • Durée des interruptions du service • Fréquence des interruptions du service • Communication sur les interruptions du service • Offre d'alternative aux interruptions du service 	(i) Augmentation de la facture annuelle d'eau (CAP) (ii) Rabais sur la prochaine facture d'eau (CAR)	Multinomial Probit Model (MPM)	CAP = 4.7\$ CAR = 15.99\$ CAR > CAP

			interruptions d'eau et aucune alternative proposée à l'utilisateur en cas d'interruption si celui ne le réclame pas.								
Kanyoka et al. (2008)	Afrique du sud / Municipalité de Maruleng dans la province du Limpopo	2 scénarios d'offre de service amélioré par rapport au service actuel	Le scénario de référence est caractérisé par : (i) une offre de quantité s'élevant à 3 conteneurs de 25l par jour et par ménage, (ii) l'eau du robinet est fournie seulement 2 fois dans la semaine, (iii) l'eau est de mauvaise qualité, (iv) la quantité d'eau est insuffisante pour les usages productifs et (v) la source d'eau peut être différents de l'eau du robinet.	-	Interviews conduits par des étudiants	Ménages/ zone rurale	169 avec 2 strates (62 % de l'échantillon ne sont pas reliés à un robinet et 38 % le sont)	<ul style="list-style-type: none"> Quantité de l'eau Fréquence d'offre d'eau Qualité de l'eau Usage à des fins productives Source d'eau 	Facture mensuelle	Condition al Logit Model (CLM) avec des estimations par strates	Les populations non reliées à l'eau du robinet ont un plus grand CAP pour l'amélioration du service : 0.9\$ > 0.35\$
Snowball et al. (2007)	Afrique du sud/ Grahamstown West	Scénarios à évaluer : une défaillance du service d'eau par rapport à une référence (hypothétique)	Le scénario de référence est décrit comme suivant : (i) pas de risque sur la qualité de l'eau (taux de bactérie faible), (ii) le nombre de plaintes liées à la coloration de	2006	Administration en 2 temps : (i) Questionnaire	Ménages/ zone urbaine	71 réponses sur 100 questionnaires	<ul style="list-style-type: none"> Taux de bactérie dans l'eau Coloration de l'eau (nombre 	La part de la facture annuelle à payer en supplément	(i) CLM qui assume un IID	CAP (sur la base du prix au kilolitre d'eau) pour le HEV

		donc un CAPdes usagers pour éviter cette défaillance.	l'eau fixé à 50 ménages par an, (iii) le nombre de plaintes lié à une pression faible du robinet aussi fixé à 50 ménages par an, (iv) les plaintes liées aux interruptions du service sont de 150 ménages par an, et le nombre de plaintes liées aux dysfonctionnements des compteurs est de 200 ménages par an.		naire remis et expliqué aux ménages par un intervieweur (ii) Questionnaire rempli et renvoyé par courrier par le répondant		A noter l'enquête a seulement ciblé les ménages à revenus supérieurs	de plaintes par an) <ul style="list-style-type: none"> • Pression de l'eau (nombre de plaintes par an) • Interruptions du service (nombre de plaintes par an) • Dysfonctionnements des compteurs d'eau (nombre de plaintes) 		(ii) le Heteroscedastic Extreme Value model (HEV) qui autorise la distribution des termes d'erreur à varier entre attributs	model : 0.13\$/kl
Willis et al. (2005)	Royaume-Uni/ Yorkshire	Amélioration de la performance du service d'eau à travers une amélioration de certains facteurs du service.	Niveaux de références de 14 attributs (voir colonne des attributs)	2003	-	Ménages et usagers non domestiques /zone urbaine et zone rurale	1000 individus résidentiels et 500 individus non résidentiels	Initialement au nombre de 14 les attributs ont été regroupés en 5 blocs : <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité de l'offre, Composition chimique et biologique de 	Augmentation de la facture annuelle	4 modèles économétriques : CLM,	CAP MNL: 0.73\$

							(industries, commerces, etc.)	<p>l'eau, évacuations internes des eaux usées, pollution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pression du robinet et Interruptions du service • Fuites, taux de plomb dans l'eau, coloration de l'eau • Evacuation externe des eaux usées, qualité écologique des rivières, externalités, • Eaux récréatives, qualité des eaux de baignade 		<p>Multinomial model (MNL),</p> <p>Nested models (NLM),</p> <p>Random Parameters Models (RPL)</p>	<p>CAP NLM: 0.85\$</p> <p>CAP RPL: 0.43\$</p>
--	--	--	--	--	--	--	-------------------------------	--	--	---	---

Hensher et al. (2005)	Australie/ Canberra	Amélioration de la performance du service d'eau à travers une meilleure gestion des interruptions : 2 scénarios de services améliorés par rapport au service actuel	Le scénario de référence sur la performance du service est décrit par : (i) une fréquence d'interruption du service d'une fois le mois, (ii) la durée des interruptions pouvant aller jusqu'à 24h (iii) Aucune notification n'est faite sur les interruptions (iv) et en cas d'interruptions l'interlocuteur de l'utilisateur n'est que la voix automatique du standard téléphonique du service	2002	Administration en 2 temps : Envoi du questionnaire par mail et interviews par téléphone	Ménages raccordés au réseau de distribution d'eau de la ville de Canberra (ActewAGL) / zone urbaine	211 réponses sur 240 individus ayant reçu le questionnaire	Attributs du service d'eau potable : <ul style="list-style-type: none"> • Fréquence d'interruption du service • Durée moyenne des interruptions • Moment de la journée qu'il y'a interruption • Notification sur les interruptions • Informations durant l'interruption 	Part de la facture annuelle du service d'eau (y compris l'assainissement) à payer en supplément	Mixed Logit Model	CAP estimés seulement pour 2 attributs du service : Fréquence d'interruption : 40.40\$ Durée d'interruption : 15.99\$
MacDonald et al. (2005)	Australie / Adelaide	Amélioration des standards du service : 2 scénarios de services améliorés par rapport à une situation de référence	Le service de référence à améliorer est défini par une (i) durée des interruptions de 6h, (ii) plus de 2 interruptions dans l'année, (iii) une information par courrier sur les interruptions d'eau et (iv) aucune alternative proposée à	-	Administration du questionnaire par voie postale (sous-	Ménages / zone urbaine	337 questionnaires complétés	<ul style="list-style-type: none"> • Durée des interruptions du service • Fréquence des interruptions du service • Communication sur les interruptions du service 	Augmentation de la facture annuelle du service d'eau	Multinomial Logit Model (MNL)	CAP estimés seulement pour 2 attributs du service :

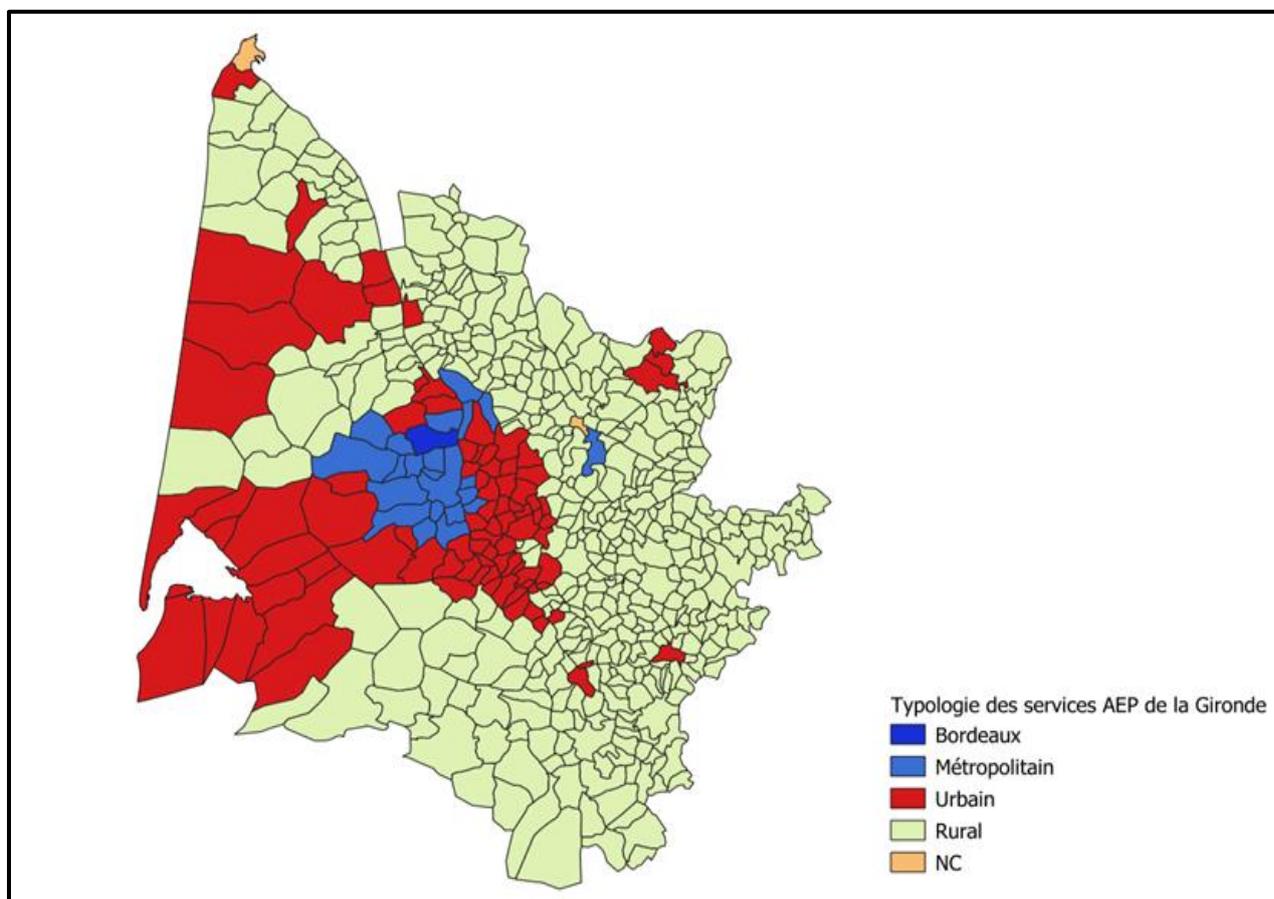
			l'utilisateur en cas d'interruption si celui ne le réclame pas.		traitance)			• Offre d'alternative aux interruptions du service		Introduction de l'hétérogénéité avec le Random Parameter Logit (RPL)	Fréquence d'interruption : 15.40\$ Durée d'interruption : 4.40\$
Nam et Son (2005)	Vietnam/Ho-Chi_Minh	On évalue le CAP des ménages de Ho Chi Minh non raccordés par un robinet à une connexion au réseau d'eau potable. Un seul scénario alternatif : le raccordement et l'augmentation de la pression au robinet.	La situation de référence est définie par une eau de mauvaise qualité (qui doit être bouillie et filtrée avant d'être consommée) et une pression faible des robinets existant dans le réseau d'eau potable.	-	Administration par Interviews des chefs de ménages en face à face	Ménages/zone urbaine	399 ménages n'ayant pas un robinet	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau • Pression du robinet 	Facture mensuelle du service d'eau	Multinomial Logit Model (MNL)	CAP est de 7.54\$ par mois

Haider et Rasid (2002)	Canada / Thunder Bay	Choix entre 3 options d'offre d'eau du robinet dont les performances varient selon la source de prélèvement. Il peut y avoir 3 sources : (i) Loch Lomond, (ii) Bare Point ou (ii) les deux à la fois	La situation de référence est décrite par (i) aucun changement pour la pression du robinet, (ii) aucun changement pour le goût de l'eau et (iii) une augmentation de la facture de 2.5 % sur les 10 prochaines années.	1998	Administration du questionnaire par interview en face à face	Ménages / zone urbaine	100	<ul style="list-style-type: none"> • Pression du robinet • Goût de l'eau du robinet 	Augmentation de la facture d'eau sur les 10 prochaines années	Multinomial Logit Model (MNL)	
-------------------------------	----------------------	--	--	------	--	------------------------	-----	---	---	-------------------------------	--

B.5. Département de la Gironde (Source : site web su département de la Gironde)



B.6. Les communes du département de la Gironde concernées par l'étude



C. ANNEXES DU CHAPITRE III

C.1. Tableau de corrélations entre les 7 propositions d'altruisme

	ALT_P~64	ALT_P~65	ALT_P~66	ALT_P~67	ALT_P~68	ALT_P~69	ALT_P~70
ALT_PROP_64	1.0000						
ALT_PROP_65	0.6958* 0.0000	1.0000					
ALT_PROP_66	0.4821* 0.0000	0.4623* 0.0000	1.0000				
ALT_PROP_67	0.3604* 0.0000	0.4326* 0.0000	0.5088* 0.0000	1.0000			
ALT_PROP_68	0.3340* 0.0000	0.4029* 0.0000	0.4456* 0.0000	0.5212* 0.0000	1.0000		
ALT_PROP_69	0.3250* 0.0000	0.4348* 0.0000	0.4367* 0.0000	0.4732* 0.0000	0.4868* 0.0000	1.0000	
ALT_PROP_70	0.2570* 0.0000	0.3499* 0.0000	0.2905* 0.0000	0.3088* 0.0000	0.3110* 0.0000	0.3698* 0.0000	1.0000

C.2. Valeurs propres des 7 items servant à construire l'indicateur d'altruisme global

Composantes	Valeurs propres
Composante 1	3,51
Composante 2	0,92
Composante 3	0,77
Composante 4	0,55
Composante 5	0,51
Composante 6	0,46
Composante 7	0,28

C.3. Coefficients et significativité des niveaux de référence (modèle logit conditionnel de base)

Attributs	Coefficients	Z-scores	P>(Z)
Gout et couleur	-0,60*** (0,061)	-9,90	0,000
Coupures	0,058 (0,060)	0,96	0,335
Suivi	0,023 (0,066)	0,34	0,730
Ressource	-0,42*** (0,063)	-6,78	0,000

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les t-stats.

C.4. Modèles logistiques mixte avec la difficulté de l'exercice

Choix effectif	A	B
Moyennes		
ASC3	-2,99*** (0,46)	-2,80*** (0,5)
Goût et couleur niveau 2	-0,30*** (0,076)	-0,32*** (0,079)
Goût et couleur niveau 3	1,32*** (0,12)	1,35*** (0,12)
Coupures niveau 2	0,031 (0,079)	0,022 (0,079)
Coupures niveau 3	- 0,19** (0,085)	-0,18** (0,086)
Suivi niveau 2	0,020 (0,093)	0,022 (0,093)
Suivi niveau 3	0,011 (0,083)	0,016 (0,085)
Ressource niveau 2	0,07 (0,08)	0,073 (0,081)
Ressource niveau 3	0,49*** (0,09)	0,47*** (0,085)
Prix	-0,042*** (0,008)	-0,047*** (0,006)
HIGH*PRIX	0,0082* (0,005)	0,010** (0,005)
ASC3*TRESDIFF	0,73 (0,74)	
ASC3*DIFCHOIX		-0,41 (0,53)
Ecart-types		
ASC3	3,94*** (0,45)	3,53*** (0,42)
Goût et couleur niveau 2	-0,10 (0,15)	0,07 (0,23)
Goût et couleur niveau 3	0,83*** (0,14)	0,81*** (0,13)
Coupures niveau 2	-0,13 (0,14)	0,22* (0,12)
Coupures niveau 3	-0,26* (0,13)	-0,39*** (0,13)
Suivi niveau 2	-0,35** (0,15)	-0,35** (0,15)
Suivi niveau 3	0,068 (0,16)	-0,29** (0,13)
Ressource niveau 2	0,047 (0,16)	-0,12 (0,17)
Ressource niveau 3	0,51*** (0,13)	0,41*** (0,13)
Prix	0,038*** (0,026)	0,046*** (0,007)
Nombre d'observations	4500	4500
Log-vraisemblance	-1071,31	-1071,23
Pseudo R²	0,19	0,19
AIC	2186,61	2186,58
BIC	2327,67	2327,64

Note : *** significatif à 1 %, ** à 5 % et * à 10 %. Les valeurs entre parenthèses représentent les t-stat.

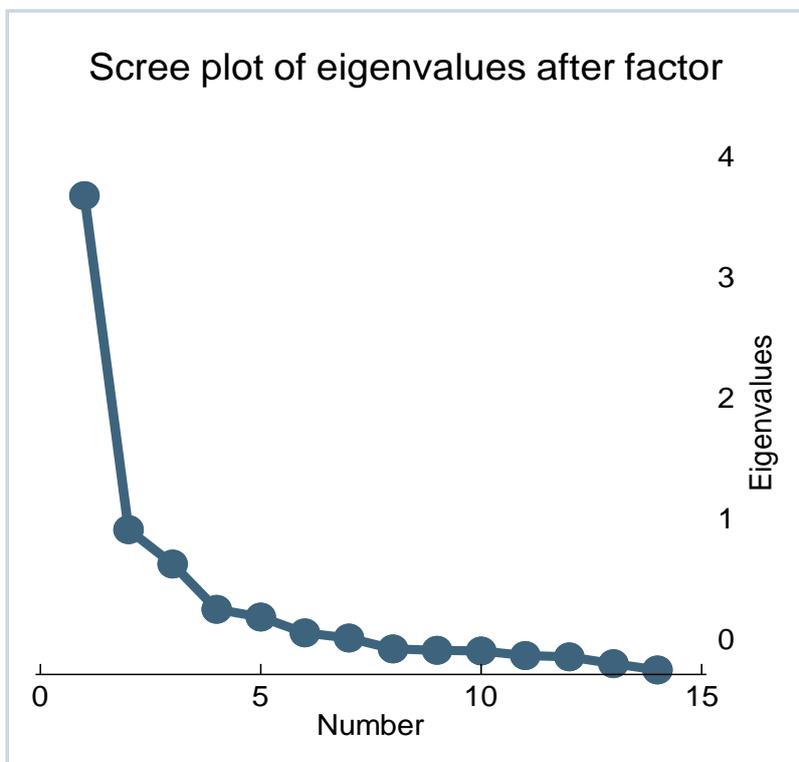
D. ANNEXES DU CHAPITRE IV

D.1. Résumé des 14 items concernant les préférences temporelles

Estimation sample factor		Number of obs = 600		
Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
ALT_PRIX_~RA	3.155	1.061219	1	5
ALT_PRIX_S~E	2.821667	1.161369	1	5
ALT_PROP_64	3.79	.8146611	1	5
ALT_PROP_65	3.816667	.8351955	1	5
ALT_PROP_66	4.151667	.7743793	1	5
ALT_PROP_67	3.605	.8945998	1	5
ALT_PROP_68	3.575	.9862367	1	5
ALT_PROP_69	3.41	1.029725	1	5
ALT_PROP_70	3.511667	.8838359	1	5
IMP_PROP_71	2.738333	1.26195	1	5
IMP_PROP_72	3.043333	1.212672	1	5
IMP_PROP_73	2.981667	1.128474	1	5
IMP_PROP_74	3.388333	.9776452	1	5
IMP_PROP_75	2.315	1.114081	1	5

(Factor analysis correlation matrix)

D.2. Courbe des valeurs propres



D.3. Tableaux de corrélation des 14 items de préférences temporelles

	ALT_P~RA	ALT_PR~E	ALT_P~64	ALT_P~65	ALT_P~66	ALT_P~67	ALT_P~68	
ALT_PRIX_~RA	1.0000							
ALT_PRIX_S~E	0.5304* 0.0000	1.0000						
ALT_PROP_64	0.1362* 0.0008	0.2144* 0.0000	1.0000					
ALT_PROP_65	0.1376* 0.0007	0.2227* 0.0000	0.7947* 0.0000	1.0000				
ALT_PROP_66	0.0770 0.0595	0.1341* 0.0010	0.5587* 0.0000	0.5542* 0.0000	1.0000			
ALT_PROP_67	0.1912* 0.0000	0.2679* 0.0000	0.5159* 0.0000	0.5285* 0.0000	0.5132* 0.0000	1.0000		
ALT_PROP_68	0.1651* 0.0000	0.2063* 0.0000	0.4809* 0.0000	0.4869* 0.0000	0.4605* 0.0000	0.5038* 0.0000	1.0000	
ALT_PROP_69	0.1694* 0.0000	0.2329* 0.0000	0.4730* 0.0000	0.4758* 0.0000	0.4118* 0.0000	0.4244* 0.0000	0.5220* 0.0000	
ALT_PROP_70	0.1574* 0.0001	0.2289* 0.0000	0.4787* 0.0000	0.4665* 0.0000	0.3962* 0.0000	0.4313* 0.0000	0.4242* 0.0000	
IMP_PROP_71	0.1438* 0.0004	0.1071* 0.0087	-0.0194 0.6347	-0.0123 0.7631	-0.0328 0.4228	0.0355 0.3858	0.0004 0.9928	
IMP_PROP_72	-0.0805* 0.0488	-0.0692 0.0904	-0.0313 0.4437	-0.0284 0.4874	-0.0657 0.1080	-0.0873* 0.0325	0.0015 0.9714	
IMP_PROP_73	0.0205 0.6163	0.0586 0.1514	0.0176 0.6671	0.0265 0.5164	-0.0751 0.0659	0.0027 0.9467	-0.0070 0.8639	
IMP_PROP_74	0.1768* 0.0000	0.0684 0.0939	0.0921* 0.0241	0.1201* 0.0032	0.0500 0.2216	0.0573 0.1608	0.1126* 0.0058	
IMP_PROP_75	0.0504 0.2175	0.1028* 0.0117	-0.0447 0.2741	-0.0024 0.9528	-0.0671 0.1007	-0.0140 0.7326	0.0339 0.4069	
		ALT_P~69	ALT_P~70	IMP_P~71	IMP_P~72	IMP_P~73	IMP_P~74	IMP_P~75
ALT_PROP_69	1.0000							
ALT_PROP_70	0.4441* 0.0000	1.0000						
IMP_PROP_71	-0.0111 0.7864	0.0274 0.5023	1.0000					
IMP_PROP_72	-0.0704 0.0849	-0.0207 0.6125	0.1787* 0.0000	1.0000				
IMP_PROP_73	-0.0165 0.6866	-0.0759 0.0630	0.1103* 0.0068	0.1580* 0.0001	1.0000			
IMP_PROP_74	0.0787 0.0540	0.0865* 0.0341	0.0257 0.5303	0.1139* 0.0052	-0.0813* 0.0465	1.0000		
IMP_PROP_75	0.0255 0.5333	-0.0198 0.6276	0.2024* 0.0000	0.2852* 0.0000	0.1679* 0.0000	0.1021* 0.0123	1.0000	

D.4. Modèles MIXL de base

Choix effectif	VERSION 10 ans	VERSION 50 ans	VERSION POOLED
ASC3	-1,86*** (0,47)	-4,004*** (0,61)	-3,11*** (0,45)
Goût et couleur niveau 2	-0,30** (0,09)	-0,27*** (0,07)	-0,27*** (0,05)
Goût et couleur niveau 3	1,45*** (0,16)	1,49*** (0,12)	1,37*** (0,09)
Coupures niveau 2	0,22** (0,1)	-0,006 (0,08)	0,10* (0,06)
Coupures niveau 3	-0,34*** (0,13)	-0,19* (0,09)	-0,23*** (0,06)
Suivi niveau 2	0,02 (0,11)	0,13** (0,08)	-0,05 (0,07)
Suivi niveau 3	0,13 (0,11)	0,17** (0,08)	0,14** (0,06)
Ressource niveau 2	0,02 (0,09)	0,002 (0,08)	-0,008 (0,06)
Ressource niveau 3	0,86*** (0,13)	0,66*** (0,09)	0,69*** (0,06)
Prix	-)	-	-
AGE*ASC3	-0,02 (0,49)	0,32 (0,61)	0,24 (0,35)
LOW-INFRA*ASC3	-0,25 (0,60)	0,18 (0,75)	0,13 (0,43)
LOW-INFRA*PRIX	-0,013 (0,007)	-0,001 (0,006)	0,006 (0,004)
HIGH*PRIX	-0,02 (0,006)	0,01* (0,005)	0,004 (0,003)
ALTRUISMPA*ASC3	-1,11 (0,81)	-0,68 (0,73)	-1,74** (0,74)
ALTRUISME*ASC3	-0,93 (0,73)	1,91** (0,88)	1,07 (0,97)
IMPATIENCE*ASC3	0,69 (0,71)	0,29 (0,88)	0,68* (0,39)
ASC3	2,70*** (0,38)	2,95*** (0,38)	3,70*** (0,46)
Goût et couleur niveau 2	0,13 (0,17)	0,16 (0,14)	0,10 (0,09)
Goût et couleur niveau 3	1,007*** (0,18)	0,92*** (0,12)	0,87*** (0,11)
Coupures niveau 2	0,36** (0,18)	0,14 (0,21)	0,19 (0,12)
Coupures niveau 3	0,08 (0,66)	0,36*** (0,13)	0,21* (0,11)
Suivi niveau 2	0,57** (0,23)	0,31** (0,14)	0,21 (0,14)
Suivi niveau 3	0,40** (0,18)	0,002 (0,16)	0,13 (0,12)
Ressource niveau 2	0,20 (0,19)	0,13 (0,25)	0,25** (0,12)
Ressource niveau 3	0,62* (0,33)	0,11 (0,23)	0,29** (0,13)
Prix	-	-	-
Nombre d'observations	4500	4500	9000
Log-vraisemblance	-1027,39	-1008,13	-2066,23
AIC	2108,80	2070,23	4186,46
BIC	2281,90	2243,38	4378,29

D.5. Estimations du GMNL en faisant varier le gamma

Variable dépendante : Choix effectif (Choix_Eff)	POOLED (gamma = 1)	POOLED (gamma = 0, 5)	POOLED (gamma = 0)	POOLED (gamma libre)
Moyennes				
ASC3	-3,18*** (0,39)	-2,85*** (0,38)	-3,40*** (0,47)	-3,09*** (0,37)
Goût et couleur niveau 2	-0,35*** (0,08)	-0,45*** (0,10)	-0,30*** (0,07)	-0,27*** (0,06)
Goût et couleur niveau 3	1,79*** (0,16)	2,11*** (0,24)	1,73*** (0,18)	1,53*** (0,11)
Coupures niveau 2	0,10 (0,08)	0,12 (0,09)	0,09 (0,07)	0,07 (0,06)
Coupures niveau 3	-0,27*** (0,08)	-0,32*** (0,09)	-0,26*** (0,07)	-0,25*** (0,06)
Suivi niveau 2	-0,25** (0,11)	-0,29** (0,12)	-0,14 (0,09)	-0,13* (0,08)
Suivi niveau 3	0,22** (0,08)	0,27*** (0,10)	0,19*** (0,08)	0,18*** (0,06)
Ressource niveau 2	- 0,05 (0,08)	0,03 (0,09)	0,002 (0,07)	0,02 (0,06)
Ressource niveau 3	0,94*** (0,10)	1,11*** (0,14)	0,93*** (0,12)	0,80*** (0,08)
Prix	-0,03*** (0,004)	-0,03*** (0,005)	-1,04*** (0,005)	-1,03*** (0,005)
ASC3*FACTEUR1	1,33* (0,78)	0,60 (0,73)	1,25 (0,78)	0,87 (0,67)
ASC3*FACTEUR2	-2,53*** (0,83)	- 2,02*** (0,74)	-2,10*** (0,78)	-1,75*** (0,62)
ASC3*FACTEUR3	1,48*** (0,49)	0,64 (0,55)	1,37** (0,58)	1,01** (0,45)
HIGH*PRIX	0,002** (0,004)	-0,004 (0,004)	0,003 (0,004)	0,004 (0,004)
LOW-INFRA*PRIX	-0,02*** (0,005)	-0,015*** (0,005)	-0,014** (0,006)	-0,01*** (0,005)
Ecart-types				
ASC3	4,03*** (0,037)	3,71*** (0,32)	4,04*** (0,42)	3,77*** (0,35)
Goût et couleur niveau 2	0,15 (0,12)	0,15 (0,13)	0,20 (0,16)	0,18 (0,11)
Goût et couleur niveau 3	0,97*** (0,12)	1,02*** (0,13)	1,18*** (0,16)	1,02*** (0,11)
Coupures niveau 2	0,26** (0,12)	0,11 (0,14)	0,08 (0,17)	0,09 (0,12)
Coupures niveau 3	0,20 (0,14)	0,38** (0,15)	0,04 (0,23)	0,28** (0,15)
Suivi niveau 2	0,53*** (0,13)	0,52*** (0,13)	0,42** (0,19)	0,43*** (0,12)
Suivi niveau 3	0,26* (0,14)	0,21 (0,16)	0,12 (0,17)	0,07 (0,13)
Ressource niveau 2	0,22 (0,15)	0,05 (0,30)	0,18 (0,16)	0,13 (0,15)
Ressource niveau 3	0,57*** (0,11)	0,51*** (0,13)	0,59*** (0,11)	0,57*** (0,11)
Prix	0,03*** (0,003)	0,04*** (0,004)	0,04*** (0,005)	0,04*** (0,005)
μ (Paramètre d'échelle)	0,54*** (0,10)	-0,81*** (0,12)	0,51*** (0,14)	0,0007 (0,006)
Nombre d'observations	9000	9000	9000	9000
Log-vraisemblance	-2032,74	-2032,18	-2035,30	-2034,91
AIC	4117,47	2016,35	4122,59	4123,82
BIC	4302,2	4301,08	4307,31	4315,65

E. AUTRES ANNEXES

Questionnaire d'étude

Questionnaire Eau

Rappel méthodologie

- Périmètre : Département de la Gironde
- Echantillon : 900 enquêtes découpées en 3 cellules
 - o Cellule 1 : bloc scénario Version 1
 - o Cellule 2 : bloc scénario Version 2
 - o Cellule 3 : bloc scénario Version 3
- Par ailleurs, sur différentes questions, les interviewés seront interrogés **de manière aléatoire** sur une perspective à
 - o 10 ans
 - o 30 ans
 - o 50 ans

Questionnaire

Bonjour,

Le questionnaire qui suit porte sur le thème de l'eau potable.

Il vise à mieux comprendre vos usages de l'eau et les compromis que vous seriez prêt à faire à l'avenir pour le maintien d'un service d'eau de qualité dans un contexte de changement climatique.

Le questionnaire est relativement long mais vos réponses aideront les chercheurs à formuler les meilleures hypothèses pour les futurs services de gestion de l'eau potable.

Merci par avance pour vos réponses.

Q. 1. Dans quelle commune résidez-vous ? _____

Q. 2. Depuis combien d'années habitez-vous dans cette commune ? ___

Q. 3. Pensez-vous que dans 10/30 ans vous y habiterez toujours ?

➔ [Prog : On ne pose pas cette question pour les 50 ans]

C'est très improbable	C'est improbable	C'est probable	C'est très probable	Ne sait pas
<input type="radio"/>				

Q. 4. D'où provient l'eau du robinet distribuée dans votre commune ?

- Des nappes souterraines, après traitement
- Des rivières et des lacs, après traitement
- Du traitement et du stockage de l'eau de pluie
- Du traitement et du recyclage des eaux usées
- Du dessalement de l'eau de mer
- Ne sait pas

Q. 5. Qui gère cette distribution ?

- La région
- Le département
- La commune ou la communauté de communes
- Un opérateur privé
- Autre : _____
- Ne sait pas

Q. 6. Selon vous, les services d'alimentation en eau potable devraient être... ?

- Assurés directement par les collectivités locales (commune, département, région)
- Délégués à un organisme public
- Délégués à une entreprise privée
- Autre : _____
- Ne sait pas

Q. 7. Quels sont les trois critères les plus importants pour un service d'eau potable performant ?
(Maximum trois réponses possibles)

- Le taux de renouvellement des canalisations et branchements
- L'information aux abonnés
- La maîtrise du prix de l'eau
- La qualité sanitaire de l'eau distribuée
- La limitation du nombre de coupures d'eau non prévues à l'avance
- La limitation des fuites d'eau dans les canalisations et branchements
- La protection de la ressource en eau

- Le raccourcissement du délai d'ouverture des branchements pour les nouveaux abonnés
- La solidarité aux abonnés les plus démunis
- Autre : _____
- Ne sait pas

Q. 8. Selon vous, renouveler les infrastructures d'eau potable (canalisations, branchements, pompes, etc...) est important pour... (Maximum trois réponses possibles)

- Éviter les coupures d'eau
- Transmettre des infrastructures en bon état aux générations futures
- Éviter les baisses de pression de l'eau
- Garantir la qualité de l'eau du robinet
- Réduire les pertes en eau liées aux fuites et protéger la ressource
- Maîtriser les coûts d'exploitation et d'investissements et donc le prix de l'eau
- Autre : _____
- Ne sait pas

Q. 9. Globalement, le service d'eau potable qui vous est actuellement fourni est :

Pas du tout performant	Plutôt pas performant	Ni l'un ni l'autre	Plutôt performant	Très performant	Ne sait pas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Plus précisément, quel est votre degré de satisfaction concernant :

	Très insatisfait.e	Plutôt insatisfait.e	Ni satisfait.e ni insatisfait.e	Plutôt satisfait.e	Très satisfait.e	Ne sait pas
Q. 10. ... la qualité sanitaire de l'eau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 11. ... le goût de l'eau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 12. ... la couleur de l'eau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 13. ... la pression de l'eau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 14. ... les coupures d'eau non programmées à l'avance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 15. ... le prix de l'eau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 16. ... les informations délivrées sur le service	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ?

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
Q. 17. Je pense que la question du renouvellement des infrastructures d'eau potable est un enjeu sociétal majeur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 18. Bien que les travaux de réparation des fuites soient à l'origine d'importantes émissions de gaz à effets de serre, je pense qu'il faut réduire au maximum les pertes en eau dans les réseaux d'eau potable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 19. Je suis prêt.e à réduire ma consommation d'eau du robinet aujourd'hui pour bénéficier dans 10/30/50 ans d'une eau potable nécessitant moins de traitement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 20. Je suis prêt.e à réduire ma consommation d'eau du robinet aujourd'hui afin de laisser des ressources en eau en qualité et quantité suffisantes pour les générations futures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 21. Je fais attention à ma consommation d'eau potable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Prog : Si Tout à fait ou Plutôt d'accord avec l'affirmation « Je fais attention à ma consommation d'eau potable »]

Q. 22. Pour quelle raison principale faites-vous attention à votre consommation d'eau ?

- Car vous êtes content.e de le faire
- Afin que tous (agriculteurs, industriels, ménages) puissent avoir l'eau dont ils ont besoin
- Afin de réduire votre facture d'eau
- Afin de préserver la ressource en eau pour les générations futures
- Car votre famille, vos amis ou vos voisins le font
- Car vous pensez que tout le monde devrait le faire
- Autre : _____

VOTRE SERVICE D'EAU DANS LE FUTUR

Q. 23. Dans **10/30/50 ans, vous pensez que le service d'eau potable de votre commune sera globalement :**

Bien moins performant	Moins performant	Ni moins ni plus performant	Plus performant	Bien plus performant	Ne sait pas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 24. Et dans **10/30/50** ans, vous pensez que l'état des infrastructures d'alimentation en eau potable (canalisations, branchements, pompes...) sera :

- Bien pire
- Pire
- Identique
- Meilleur
- Bien meilleur
- Ne sait pas

PRESENTATION DU PRINCIPE DES SCENARIOS

Page 1

Les collectivités publiques envisagent de faire évoluer leur gestion des infrastructures d'eau potable (canalisations, branchements, pompes...). Il y a deux raisons principales à cela :

1. Pour remédier à leur mauvais état
 - ➔ Souvent synonyme de coupures d'eau non prévisibles chez les habitants, pertes en eau potable, risques de dégradation de la qualité de l'eau, etc
 - ➔ Des conséquences qui devraient encore augmenter dans le futur
2. Pour faire face aux effets du changement climatique
 - ➔ Qui peut faire diminuer la qualité et la quantité des eaux disponibles dans la nature pour s'approvisionner en eau potable

Page 2

Pour maintenir un service d'eau performant sur le long terme, votre commune devra donc faire des choix parmi les axes suivants :

- Maintenir la qualité organoleptique de l'eau (goût et couleur)
 - ➔ Aujourd'hui, l'eau du robinet est claire et agréable à boire, quelle que soit sa température, mais elle pourrait dans les **10/30/50** prochaines années avoir mauvais goût dès lors qu'elle est chauffée, voire laisser des traces sur le linge en raison de sa couleur.
- Essayer de limiter les coupures d'eau non programmées
 - ➔ Aujourd'hui, les coupures de plus de 12 h non prévues au moins 24 h à l'avance arrivent en moyenne une fois tous les 5 ans. Elles pourraient dans les **10/30/50** prochaines années être plus fréquentes et survenir une fois tous les 2 ans voire une fois par an.
- Maîtriser la consommation et les fuites d'eau chez les habitants
 - ➔ Aujourd'hui, le compteur d'eau est relevé une fois par an, ce qui ne permet pas de suivre des consommations. La généralisation des compteurs intelligents pourrait permettre dans les **10/30/50** prochaines années d'avoir un suivi journalier voire d'un suivi en temps quasi-réel de la consommation du foyer et de mettre en place des alertes sur les fuites et donc

d'éviter les gaspillages

- Préserver les ressources naturelles en eau
 - ➔ Aujourd'hui, la grande majorité de l'eau utilisée pour l'eau potable en Gironde provient des nappes souterraines. Il pourrait être nécessaire dans les 10/30/50 prochaines années d'avoir recours à des eaux de surface voire de créer des doubles-réseaux : l'eau souterraine pour les usages alimentaires et l'eau de surface pour les autres usages (arrosage du jardin, lavage de la voiture...).

Ces choix engendrent des augmentations du prix de l'eau qui sont variables.

Page 3

Dans les 5 pages qui suivent, nous allons vous présenter 3 options présentant les choix possibles de gestion du service d'eau de votre commune dans les 10/30/50 prochaines années.

Pour chaque page, vous devrez choisir l'option que vous préférez.

L'option C correspond à un maintien de la gestion actuelle. Son coût correspond donc à l'augmentation moyenne de la facture d'eau sur les 10 dernières années en Gironde (5 €).

Tout ce qui n'est pas mentionné dans les options restera identique à ce qu'il est aujourd'hui (pression et qualité sanitaire de l'eau distribuée par exemple).

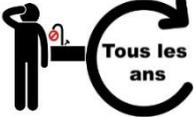
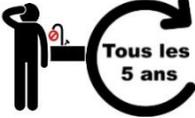
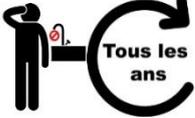
Attention :

- ➔ dans ce genre d'enquête, vous pouvez avoir tendance à surestimer ce que vous êtes vraiment prêt à payer. Il faut donc vous projeter dans la situation, considérer que le paiement est bien réel et penser que l'argent que vous dépenseriez en choisissant une option est de l'argent dont vous ne disposeriez plus pour vos autres dépenses.

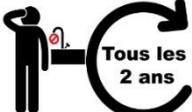
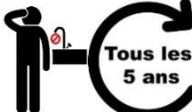
Enfin, soyez attentif, chaque page est différente des autres.

Pour mémoire, la part « eau potable » de la facture d'eau coûte en moyenne 230 € par ménage en Gironde.

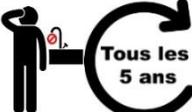
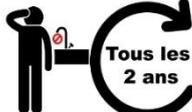
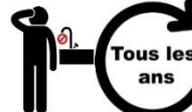
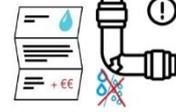
Q. 25. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : pas de goût Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues			
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi quasi-instantané</p> 	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation forte</p> 	<p>Préservation faible</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture			
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

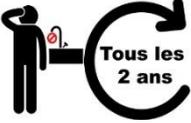
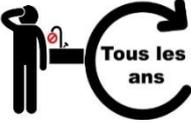
Q. 26. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : pas de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces  
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 2 ans	 Tous les 5 ans	 Tous les ans
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi quasi-instantané 	Suivi annuel 	Suivi annuel 
Préservation des eaux souterraines	Préservation moyenne 	Préservation forte 	Préservation faible 
Augmentation moyenne de la facture	 + 85€	 + 25€	 + 5€
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

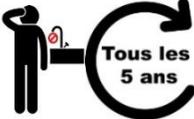
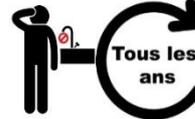
Q. 27. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : pas de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces  
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 5 ans	 Tous les 2 ans	 Tous les ans
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi journalier 	Suivi quasi-instantané 	Suivi annuel 
Préservation des eaux souterraines	Préservation forte 	Préservation faible 	Préservation faible 
Augmentation moyenne de la facture	 + 85€	 + 25€	 + 5€
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 28. Quelle est l'option que vous préférez ?

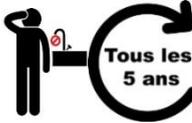
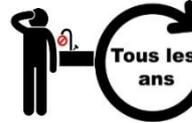
	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : risque de mauvais goût  Linge : risque de traces 	Eau chauffée : pas de goût  Linge : pas de traces 	Eau chauffée : risque de mauvais goût  Linge : risque de traces 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 2 ans	 Tous les 5 ans	 Tous les ans
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi journalier 	Suivi quasi-instantané 	Suivi annuel 
Préservation des eaux souterraines	Préservation faible 	Préservation moyenne 	Préservation faible 
Augmentation moyenne de la facture	 + 65€	 + 25€	 + 5€
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 29. Quelle est l'option que vous préférez ?

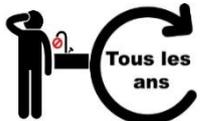
	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : risque de mauvais goût  Linge : risque de traces 	Eau chauffée : risque de mauvais goût  Linge : pas de traces 	Eau chauffée : risque de mauvais goût  Linge : risque de traces 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 5 ans	 Tous les 2 ans	 Tous les ans
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi quasi-instantané 	Suivi journalier 	Suivi annuel 
Préservation des eaux souterraines	Préservation faible 	Préservation forte 	Préservation faible 
Augmentation moyenne de la facture	 + 65€	 + 45€	 + 5€
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** Fin de la version 1 ***

Q. 26a. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : pas de goût Linge : pas de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : pas de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces  
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 2 ans	 Tous les 5 ans	 Tous les ans
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi annuel 	Suivi quasi-instantané 	Suivi annuel 
Préservation des eaux souterraines	Préservation forte 	Préservation moyenne 	Préservation faible 
Augmentation moyenne de la facture	 + 45€	 + 65€	 + 5€
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 27a. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : pas de goût</p> <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p> <p>Linge : risque de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p> <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 <p>Tous les ans</p>	 <p>Tous les 2 ans</p>	 <p>Tous les ans</p>
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation faible</p> 	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture	 <p>+ 25€</p>	 <p>+ 85€</p>	 <p>+ 5€</p>
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

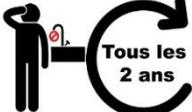
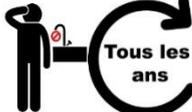
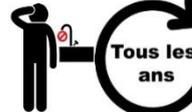
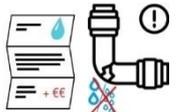
Q. 28a. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : pas de goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 <p>Tous les ans</p>	 <p>Tous les 2 ans</p>	 <p>Tous les ans</p>
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation faible</p> 	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture	 <p>+ 45€</p>	 <p>+ 65€</p>	 <p>+ 5€</p>
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 29a. Quelle est l'option que vous préférez ?

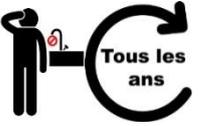
	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 	<p>Eau chauffée : pas de goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 <p>Tous les ans</p>	 <p>Tous les 5 ans</p>	 <p>Tous les ans</p>
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation forte</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture	 <p>+ 85€</p>	 <p>+ 105€</p>	 <p>+ 5€</p>
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 30a. Quelle est l'option que vous préférez ?

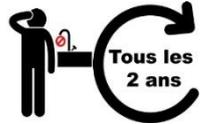
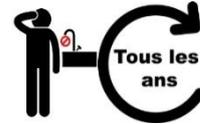
	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 <p>Tous les 2 ans</p>	 <p>Tous les ans</p>	 <p>Tous les ans</p>
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi quasi-instantané</p> 	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation forte</p> 	<p>Préservation faible</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture	 <p>+105€</p>	 <p>+105€</p>	 <p>+ 5€</p>
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** Fin de la version 2 ***

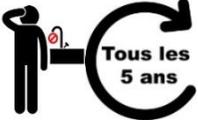
Q. 26b. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : pas de goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 <p>Tous les 5 ans</p>	 <p>Tous les ans</p>	 <p>Tous les ans</p>
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi quasi-instantané</p> 	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation forte</p> 	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture	 <p>+105€</p>	 <p>+ 85€</p>	 <p>+ 5€</p>
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

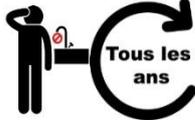
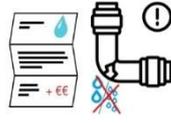
Q. 27b. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 	<p>Eau chauffée : pas de goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues			
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi quasi-instantané</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation faible</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture			
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

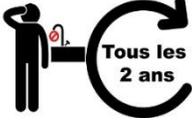
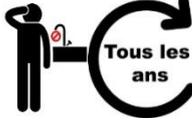
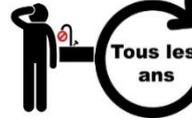
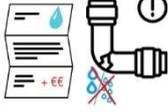
Q. 28b. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	Eau chauffée : pas de goût Linge : pas de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : pas de traces  	Eau chauffée : risque de mauvais goût Linge : risque de traces  
Fréquence des coupures d'eau non prévues	 Tous les 5 ans	 Tous les ans	 Tous les ans
Suivi de la consommation et des fuites	Suivi annuel 	Suivi quasi-instantané 	Suivi annuel 
Préservation des eaux souterraines	Préservation faible 	Préservation forte 	Préservation faible 
Augmentation moyenne de la facture	 + 65€	 + 45€	 + 5€
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 29b. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : pas de goût</p> <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p> <p>Linge : risque de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p> <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues			
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation faible</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture			
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 30b. Quelle est l'option que vous préférez ?

	Option A	Option B	Option C
Couleur et goût de l'eau	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : pas de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 	<p>Eau chauffée : risque de mauvais goût</p>  <p>Linge : risque de traces</p> 
Fréquence des coupures d'eau non prévues			
Suivi de la consommation et des fuites	<p>Suivi annuel</p> 	<p>Suivi journalier</p> 	<p>Suivi annuel</p> 
Préservation des eaux souterraines	<p>Préservation moyenne</p> 	<p>Préservation forte</p> 	<p>Préservation faible</p> 
Augmentation moyenne de la facture			
Votre choix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*** Fin de la version 3 ***

Q. 30. Comment avez-vous trouvé les choix entre les options ?

Très difficiles	Difficiles	Ni faciles ni difficiles	Faciles	Très faciles	Ne sait pas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 31. Quel critère a été le plus important pour faire votre choix parmi les options ? (Merci de classer par ordre d'importance, 1 étant le plus important)

La couleur et goût de l'eau.....	--
La fréquence des coupures d'eau non prévues.....	--
Le suivi de la consommation et des fuites.....	--
La pression sur la ressource en eau.....	--
L'augmentation moyenne de la facture.....	--
Aucun critère en particulier.....	--

Concernant la façon dont vous avez procédé pour choisir, êtes-vous d'accord avec les affirmations suivantes ?

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
POUR CEUX QUI ONT SYSTEMATIQUEMENT CHOISI L'OPTION C						
Q. 32. J'aurais aimé choisir des options plus chères mais je ne peux pas me le permettre financièrement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 33. Je ne veux pas payer pour ce type de gestion des services d'eau car je ne me sens pas concerné.e dans mon logement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 34. Je ne veux pas payer car je ne me sens pas concerné.e dans ma commune	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 35. Je ne veux pas payer car je pense que l'argent sera utilisé à autre chose	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 36. Je ne crois pas que les problèmes évoqués se produiront dans les 10/30/50 prochaines années	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 37. Je paye déjà suffisamment de choses via ma facture d'eau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
POUR LES AUTRES						
Q. 33a. J'ai toujours choisi l'option qui me proposait le meilleur rapport qualité-prix	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 34a. Je peux me permettre financièrement de payer pour ces scénarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 35a. Je souhaite que moi et ma famille puissions continuer à bénéficier d'un service d'eau de qualité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 36a. Il est normal de payer aujourd'hui pour pouvoir bénéficier d'un service d'eau de qualité dans le futur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 37a. C'est un devoir que nous avons de maintenir la qualité du service d'eau pour le bénéfice de tous aujourd'hui	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Q. 38a. C'est un devoir que nous avons de maintenir la qualité du service d'eau pour les générations futures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 38. Pensez-vous que les mesures proposées permettront aux réseaux d'eau de fournir un service performant dans les 10/30/50 prochaines années ?

Non, pas du tout	Non, plutôt pas	Ni l'un ni l'autre	Oui, plutôt	Oui, tout à fait	Ne sait pas
<input type="radio"/>					

Q. 39. Pensez-vous que le service d'eau de votre commune ait effectivement la capacité de les mettre en œuvre ?

Non, pas du tout	Non, plutôt pas	Ni l'un ni l'autre	Oui, plutôt	Oui, tout à fait	Ne sait pas
<input type="radio"/>					

LE PRIX DE L'EAU

Q. 40. Avez-vous déjà entendu parler du Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) ?

- Oui, vous savez de quoi il s'agit et avez déjà consulté ce rapport
- Oui, vous savez de quoi il s'agit mais n'avez jamais consulté ce rapport
- Oui, mais vous ne savez pas de quoi il s'agit
- Non

Q. 41. Connaissez-vous le montant de votre facture d'eau ?

- Oui, précisément
- Oui, vaguement
- Non, pas du tout

Q. 42. Selon vous, le prix de l'eau potable dépend avant tout des coûts liés :

- Au captage et au pompage de la ressource
- Au traitement et au contrôle de la qualité de l'eau
- À la distribution de l'eau potable
- Aux taxes et redevances additionnelles de la facture
- Autre : _____
- Ne sait pas

Selon vous, le prix du m³ d'eau du robinet devrait être :

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas ..	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
Q. 43. ... progressif, c'est-à-dire augmenter par paliers en fonction de la consommation	<input type="radio"/>					
Q. 44. ... moins élevé pour les plus démunis	<input type="radio"/>					

Q. 45. ... identique partout en France, comme le kWh d'électricité	<input type="radio"/>					
Q. 46. ... identique partout en France même si cela signifie qu'il augmenterait dans votre commune	<input type="radio"/>					

Q. 47. Seriez-vous d'accord pour payer votre eau du robinet plus chère afin d'augmenter le renouvellement et l'entretien des infrastructures d'eau dans les zones aux contraintes particulières (rurales, insulaires...) ?

Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q. 48. Et seriez-vous d'accord pour payer votre eau du robinet plus chère afin de faire baisser le prix de l'eau pour les plus démunis ?

Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Une maison individuelle sans jardin
- Une maison individuelle avec jardin
- Une maison individuelle avec jardin et piscine privée
- Un appartement sans balcon/terrasse
- Un appartement avec balcon/terrasse

Q. 57. Êtes-vous :

- Propriétaire
- Locataire
- Logé(e) gratuitement
- Autre : _____

SELON LA REPONSE DONNEE A Q. 57

D'où provient l'eau que vous utilisez à votre domicile pour : *(Plusieurs réponses possibles)*

	Robinet	Puits ou forage	Récupération des eaux de pluie	Recyclage des eaux usées
Q. 58. ... arroser les plantes sur votre balcon ou votre terrasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q. 59. ... arroser votre jardin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q. 60. ... remplir votre piscine privée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q. 61. ... laver votre voiture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q. 62. Quelles sont les ressources mensuelles nettes moyennes de votre ménage (en euros) ? Y compris les allocations familiales, pensions et autres revenus

- Moins de 1 000 €
- De 1 000 à 1 999 €
- De 2 000 à 2 999 €
- De 3 000 à 3 999 €
- De 4 000 à 5 999 €
- De 6 000 à 8 999 €
- De 9 000 à 14 999 €
- 15 000 € ou plus

Q. 63. Au cours des six derniers mois, avez-vous : *(Plusieurs réponses possibles)*

- ... fait des dons en argent ou en nature à des œuvres caritatives
- ... donné de l'argent à quelqu'un qui faisait la manche

- ... consacré du temps à des activités bénévoles
- ... aidé gratuitement un membre de votre famille
- ... aidé gratuitement un.e voisin.e ou un.e ami.e
- ... aidé gratuitement un.e inconnu.e

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ?

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas ..	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas
Q. 64. J'accorde de l'importance au bien-être des autres et fais régulièrement des choses dans ce sens	<input type="radio"/>					
Q. 65. Je pense qu'il est important d'aider les autres à s'épanouir et j'aime le faire régulièrement	<input type="radio"/>					
Q. 66. Je suis capable d'aider quelqu'un en difficulté sans attendre quelque chose en retour	<input type="radio"/>					
Q. 67. Je peux aider quelqu'un en difficulté même si cela doit me coûter en temps et en argent	<input type="radio"/>					
Q. 68. J'aide régulièrement autrui loin du regard des autres et sans que cela se sache	<input type="radio"/>					
Q. 69. J'aide aussi volontiers quelqu'un que je ne connais pas qu'un membre de ma famille ou un.e ami.e	<input type="radio"/>					
Q. 70. Je suis altruiste	<input type="radio"/>					

Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec les propositions suivantes ?

	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord ni pas ..	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Ne sait pas	Pas concerné.e
Q. 71. Pour un déplacement de trois heures par la route, je prends l'autoroute, quel que soit le prix du péage, si cela me permet de gagner une demi-heure	<input type="radio"/>						
Q. 72. Lorsque je dois faire la queue pour des formalités administratives, je suis plutôt du genre à m'impatiser	<input type="radio"/>						
Q. 73. Si j'ai le choix, je préfère subir un traitement médical douloureux rapidement plutôt que d'attendre (la date n'a aucune incidence sur le résultat)	<input type="radio"/>						
Q. 74. Si on me dit que dans un an il existera un nouveau traitement qui diminuera en partie la douleur, alors je préfère attendre	<input type="radio"/>						
Q. 75. Pour effectuer une démarche administrative pénible et qui prend du temps, je préfère attendre le dernier moment, quitte à y passer plus de temps	<input type="radio"/>						

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Q. 76. Si vous avez des commentaires sur cette enquête, vous pouvez vous exprimer ici :

Merci d'avoir complété ce questionnaire.

LISTES DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse de composantes principales

ACTEW : Australian Capital Territory Electricity and Water

AFE : Analyse factorielle exploratoire

AIC : Akaike information criterium

BIC : Bayes information criterium

BLS : Bowen-Lindhal-Samuelson

CAIC : Consistent Akaike information criterium

CAP : Consentements à payer

CAPM : Consentement à payer moyen

CGDD : Commission général du développement durable

CIEAU : Centre d'information sur l'eau

CLM : Conditional logit model

CNE : Comité nationale de l'eau

DCE : Directive cadre européenne sur l'eau

EPCI : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale

FNDAE : Fonds national de développement des adductions d'eau potable

GIEC : Groupe International d'Etude sur le Climat

GMNL : Generalized multinomial logit

GPI : Gestion patrimoniale des infrastructures

GPIE : Gestion patrimoniale des infrastructures d'eau

HMNL : Hybrid multinomial logit

IIA : Indépendance des alternatives non pertinentes

IID : Indépendants et identiquement distribués

ILC : Indice linéaire de consommation

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

IWA : International water association

LCM : Latent class model

MCO : Moindres carrés ordinaires

MEC : Méthode d'évaluation contingente

MECD : Méthode des expériences de choix discrets

MIXL : Mixed logit model

MLM : Multinomial logit model

ODD : Objectif de développement durable

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONEMA : Office nationale de l'eau et des milieux aquatiques

RBI : Réseau à bonnes infrastructures

RFI : Réseau à faibles infrastructures

RPQS : Rapport sur le prix et la qualité du service

RUT : Random utility theory

SAEP : Services d'alimentation en Eau potable

SAGE : Schéma d'aménagement et de gestion des eaux

SISPEA : Système d'information sur les services publics d'eau et d'assainissement

SIVOM : Syndicat intercommunal à vocation multiple

SIVU : Syndicat intercommunal à vocation unique

SMEGREG : Syndicat mixte d'étude et de gestion de la ressource en eau du département de la Gironde

TMS : Taux marginal de substitution

TMT : Taux marginal de transformation

UC : Unité de consommation

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Chapitre I

Figure I.2.3 : Forme extensive du jeu bayésien.....	57
---	----

Chapitre II

Encadré II.1.1 : Formulation de la nouvelle théorie de la demande de Lancaster (1966).....	69
Figure II.1.3 : Aperçu des modèles logistiques	73
Figure II.3.1.2 : Changement climatique estimé en France (1900-2006)	88
Figure II.3.1.3 : Taux d'immigration en France en 2016 (source : données INSEE, 2016)	89
Tableau II.3.2.1.1 : Attributs et niveaux de la performance de long terme des SAEP.....	94
Encadré II.3.2.1.4 : Explication et description de l'exercice de choix.....	98
Figure II.3.2.1.4 : Exemple d'une série de choix	99
Figures II.4.3.A : Organisme de gestion des SAEP	110
Figures II.4.3.B : Performance et infrastructures futures	111
Tableau II.4.5.A : Motivations des économies d'eau.....	113
Tableau II.4.5.B : Propositions sur l'altruisme global	115
Tableau II.4.5.C : Propositions sur l'impatience	116
Figure II.4.6.A : Motivations liées au choix systématique du statuquo	117

Chapitre III

Tableau III.1.1 : Statistiques socioéconomiques des répondants	128
Figure III.1.2 : Origine de l'eau potable et gestion souhaitée des SAEP	129
Tableau III.1.3.2 : Variable score de l'altruisme global	133
Tableau III.1.4.1.A : Répartition des choix effectués	133
Tableau III.1.4.1.B : Choix du statuquo	133
Figure III.1.4.1.A : Motivations liées au choix systématique du statuquo.....	134
Figure III.1.4.1.B : Motivations liées au choix systématique des alternatives.....	135
Tableau III.1.4.2 : Difficulté de choix selon les répondants	136
Tableau III.2.1 : Codage des attributs de la performance de long terme des SAEP	138
Tableau III.2.2.1 : Le modèle logistique conditionnel simple	140

Tableau III.2.2.2.A : Variables individuelles testées	143
Tableau III.2.4.1 : Nombre optimal de classes.....	151
Tableau III.2.4.2 : Modèles à classes latentes avec 2 classes.....	153
Tableau III.3.1.1 : Caractéristiques socioéconomiques selon les classes de préférences	157
Tableau III.3.1.2 : Comportements altruistes selon les classes de préférences.....	158
Tableau III.3.1.3 : Choix du statuquo.....	159
Tableau III.3.6 : Consentements par classe de préférences.....	166

Chapitre IV

Tableau IV.1.2 : Caractéristiques socioéconomiques des deux sous-échantillons	179
Figure IV.1.3 : Appréciation de la performance future et de l'état futur de l'infrastructure .	181
Tableau IV.2.2.A : Test Kaiser-Meyer-Olkin	184
Tableau IV.2.2.B : Valeurs propres des facteurs.....	185
Tableau IV.2.2.D : Matrice de pondération factorielle	187
Encadré IV.3.2 : Adaptation du test de Swait et Louviere (1993)	191
Tableau IV.4.1.A : Répartition des choix effectués	192
Tableau IV.4.1.B : Difficulté de choix selon les répondants	193
Tableau IV.4.2 : Variables et descriptions	196
Tableau IV.4.3.A : Modèles GMNL estimés pour l'adaptation du test de Swait-Louviere...	198
Tableau IV.4.3.B : Test d'homogénéité de préférences entre le sous-échantillon (10 ans) et le sous-échantillon (50 ans).....	199
Tableau IV.4.4 : Modèles GMNL augmenté.....	203