



HAL
open science

Facteurs incitant les agents économiques à changer ou lisser leur consommation énergétique

Josias Mahouna Kpoviessi

► **To cite this version:**

Josias Mahouna Kpoviessi. Facteurs incitant les agents économiques à changer ou lisser leur consommation énergétique. Economies et finances. Université de Lille, 2021. Français. NNT : 2021LILUA002 . tel-03356156

HAL Id: tel-03356156

<https://theses.hal.science/tel-03356156>

Submitted on 27 Sep 2021

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 titre de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE
En SCIENCES ÉCONOMIQUES

Facteurs incitant les agents économiques à changer ou lisser leur consommation énergétique.

Par Josias Mahouna KPOVIESSI

Sous la direction de :

Mme Véronique FLAMBARD

M. Nicolas VAILLANT

Soutenue le 7 janvier 2020 devant le jury composé de :

Mme Ankinee KIRAKOZIAN	Université de Lorraine	Présidente du jury
Mme Véronique FLAMBARD	Université Catholique de Lille	Co-directrice de thèse
M. Nicolas VAILLANT	Université Catholique de Lille	Co-directeur de thèse

Après avis des rapporteurs :

Mme Béatrice BOULU-RESHEF	Université d'Orléans
Mme Nathalie LAZARIC	Directrice CNRS

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier la Métropole Européenne de Lille (MEL) qui m'a donné l'opportunité de pouvoir réaliser cette thèse grâce à son financement. Recevez toute ma gratitude car ce financement m'a apporté stabilité et m'a permis de réaliser ce travail en toute sérénité.

Mes remerciements vont également au professeur Véronique FLAMBARD, co-directrice et au professeur Nicolas VAILLANT, co-directeur de cette thèse pour leur précieux encadrement durant ces années de recherche. Sans votre soutien, votre disponibilité, votre appui, vos conseils, je n'aurais pas surmonté tout seul toutes les difficultés rencontrées lors de ce parcours de thèse.

De même, je remercie toutes les équipes de la Faculté de Gestion, Économie & Science (*FGES*) qui m'ont accueilli et qui m'ont permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

J'adresse mes sincères remerciements au conseil scientifique de l'Université Catholique de Lille et la *FGES* pour le financement de l'expérimentation du chapitre 3. Votre financement m'a permis d'aller au bout de ce travail de thèse.

Bien sûr, atteindre les objectifs de cette thèse n'aurait pas été possible sans l'accompagnement de l'équipe de l'Anthropo-Lab. J'ai trouvé auprès de vous une aide précieuse. Je vous en remercie.

J'exprime également ma reconnaissance à tous les participants aux comités de suivi de thèse notamment Benoît BOUREL et à Benoît ROBYNS. Vos précieux conseils, vos réponses à mes questions, le temps que vous m'avez accordé ont été d'une grande utilité à la réalisation de ce travail de thèse.

Je veux également remercier Débora ma femme et Siloé ma fille pour leur soutien indéfectible. Vous avez toujours compris l'importance de cette thèse pour moi et vous n'avez jamais cessé de me soutenir malgré les difficultés rencontrées.

Je remercie enfin mes parents, mes sœurs et mon frère pour m'avoir toujours tiré vers le haut par leurs encouragements et leur inestimable contribution à cette thèse.

Facteurs incitant les agents économiques à changer ou
lisser leur consommation énergétique.

Josias Kpoviessi

15 janvier 2021

Résumé

La transition énergétique ne pourra pas se faire sans une meilleure compréhension des comportements de consommation d'énergie des individus. C'est l'objet de cette thèse. Le premier chapitre décrit les caractéristiques, les enjeux et l'efficacité de politiques de contrôle de la demande d'énergie. Le second chapitre s'intéresse aux incitations financières pour favoriser la réduction de consommation d'énergie. A partir d'expériences en laboratoire, nos résultats montrent que les incitations financières (présentées comme une prime dans cette thèse) servent de points de repères aux sujets dans leur consommation d'énergie. Elles incitent les individus les moins sobres à tendre vers une sobriété énergétique mais au contraire évincent partiellement les motivations intrinsèques des plus sobres. Le dernier chapitre étudie l'impact de la forme des communications. Elle peut soit mettre l'accent sur les externalités négatives soit insister sur les externalités positives créées par la consommation et inciter à la prévention. Nous étudions l'impact de ce framing, avec une expérience de jeu de bien public linéaire non répété avec décisions simultanées en prenant en compte aussi l'effet du risque sur les décisions. Nos résultats montrent que les participants ont davantage coopéré en univers risqué qu'en univers certain, et encore plus avec le framing qui insiste sur les pertes. L'incertitude modifie de manière favorable les comportements extrêmes, surtout chez les femmes.

Abstract

Understanding energy behaviour is necessary for the success of the energy transition. This is the object of this thesis. The first chapter describes the characteristics, challenges and the effects and effectiveness of different instruments to manage the demand side. The second chapter focuses on financial incentives to encourage the reduction of energy consumption. Based on a laboratory experiment, our results show that financial incentives (presented as a bonus in this thesis) serve as benchmarks to guide energy consumption. They encourage the least sober individuals to tend towards energy sobriety but, on the contrary, they partially crowd out the intrinsic motivations of the most sober. The final chapter investigates how to communicate. Indeed, attention can be drawn to the negative externalities and also to the positive externalities generated by consumption. We study the effect of this framing with a single shot linear public good experiment with simultaneous decisions, with and without risk. The participants cooperate more in a stochastic

environment than in a deterministic one, and even more so when the emphasis is on losses. This can be explained by the fact that uncertainty favourably shifts extreme behaviours. Women in particular are the ones for whom the changes in behaviour are most marked.

Table des matières

Introduction générale	8
1 Gestion de la demande d'énergie : panorama des modèles d'analyse de la consommation d'énergie	16
1.1 Introduction	17
1.2 Énergie : un bien à caractéristiques particulières	17
1.2.1 Efficacité énergétique des équipements	18
1.2.2 La sobriété énergétique	19
1.3 Modèles de demande de consommation énergétique	20
1.3.1 Modèles à fondation ingénieurs-économistes	20
1.3.2 Modèles à fondement économique	25
1.3.3 Demande de consommation et élasticités-prix de la demande de l'énergie	25
1.4 Gestion de la demande d'énergie : rôle de l'économie comportementale . . .	30
2 Incitations financières et effort de conservation d'énergie : Une analyse expérimentale	35
2.1 Introduction	36
2.2 Théories des incitations	38
2.2.1 Les incitations en économie : la théorie d'agence	38
2.2.2 La théorie des incitations en psychologie sociale	39
2.3 Motivations internes et incitations externes	41
2.3.1 Le rôle de la motivation interne	43
2.3.2 Le rôle de l'asymétrie d'information	46
2.3.3 Le rôle du regard des autres	46

2.3.4	L'importance du prix juste	49
2.4	Récompenses financières : une analyse expérimentale, le cadre général . . .	51
2.4.1	Hypothèses	51
2.4.2	Éléments de contexte	52
2.4.3	Le principe général de l'expérimentation	53
2.4.4	Déroulement de l'expérience	54
2.4.5	Instructions Générales	56
2.5	Résultats de l'expérience	59
2.6	Conclusions et recommandations	70
3	Production vs Appropriation : analyse de l'impact de l'incertitude en-	
	vironnementale et stratégique sur la coopération	72
3.1	Introduction	73
3.2	Littérature : framing dans les dilemmes sociaux	74
3.2.1	La théorie des perspectives	74
3.2.2	Framing ou manipulation des perspectives	77
3.2.3	Littérature : incertitude dans les dilemmes sociaux	79
3.3	Déroulement et instructions de l'expérimentation	84
3.3.1	Jeux de production (Traitements T1 et T2)	84
3.3.2	Jeux d'appropriation (Traitements T3 et T4)	86
3.4	Analyse descriptive de l'expérience	87
3.4.1	Analyse économétrique de l'expérience	95
3.5	Conclusion	100
	Conclusion générale	103
	Annexe	107

Table des figures

1	Demandes de consommation primaire d'énergie	9
2	Répartition des puissances appelées en de janvier, à 10h, 12h et 19h	11
3	Profil journalier de consommation d'un jour ouvré d'extrême pointe, par usages/secteurs	12
1.1	Catégories de modèle de simulation de la consommation d'énergie des ménages	20
1.2	"Bottom-up" et "top-down" en 3D	24
2.1	Mécanismes d'éviction de la motivation intrinsèque en information asymétrique	47
2.2	Période de 50 ampoules à éteindre	54
2.3	Fonction théorique des gains en fonction du nombre de périodes validées avec et sans prime	55
2.4	Fonction théorique des gains du groupe avec prime en fonction du nombre de périodes validées	57
2.5	Box plot du nombre de périodes validées avec et sans prime	59
2.6	Distribution du nombre de périodes validées (efforts réalisés) avec et prime	60
2.7	Droite de budget avant et après prime	62
2.8	Différents effets de la prime	63
2.9	Mécanisme de réduction de la consommation d'énergie induit par la prime	64
2.10	Effet pervers de la prime : mécanisme	65
2.11	Répartition des individus avec et sans prime en fonction du nombre de périodes validées	67
2.12	Pourcentage de participants ayant validés les périodes en fonction des seuils de la prime	68

2.13	Temps moyen passé pour valider une période en fonction des seuils	69
3.1	Fonction d'utilité selon la théorie des perspectives	75
3.2	Fonction d'utilité en présence d'amour du risque	76
3.3	Fonction d'utilité en présence de l'aversion au risque	76
3.4	Distribution contribution au compte public par traitement	89
3.5	Distribution des contributions au bien commun en nombre de boules (sur 50)	90
3.6	Analyse des comportements extrêmes	91
3.7	Contribution au compte public par sexe	92
3.8	Analyse choix "plus sûr"/"moins sûr" par décision	94
3.9	Répartition choix risqués par sexe	95
3.10	Coopération en fonction du traitement	96
3.11	Fonction théorique des gains du groupe avec prime en fonction du nombre de périodes validées	113

Liste des tableaux

1.1	Avantages et limites des modèles "top-down" et "bottom-up"	23
2.1	Test sur la forme des distribution	61
3.1	Distribution contribution au compte public par traitement	88
3.2	Niveau de coopération au bien commun par traitement	88
3.3	Analyse d'impact du risque	93
3.4	Régression tobit et MCO Source :Auteur, Sortie Stata	99
3.5	Liste des dispositions européennes et législatives encadrant le marché de l'électricité	108

Introduction générale

Les défis de la réduction de consommation d'énergie : une revue de littérature

L'accès à l'énergie est un prérequis pour la croissance économique et le bien-être des individus. Il existe une corrélation positive forte entre la consommation énergétique et la croissance économique ([Ebohon, 1996], [Rosenberg, 1998], [Ferguson et al., 2000]). L'augmentation de la production et de la consommation d'énergie a été encouragée, conduisant à une explosion de son utilisation dans la plupart des pays industrialisés. En France, la production d'énergie primaire passe de 44 Mtep en 1973 à 138 Mtep en 2018, alors que la demande de consommation est de 249 Mtep en 2018 (données non corrigées des variations climatiques), le reste étant assuré par de l'importation d'énergie¹. Malgré une légère baisse de la consommation finale à climat constant de 0,8%, les demandes de consommation primaire d'énergie nucléaire et renouvelables progressent de +2,1% et de +3,6% respectivement (voir la figure 1).

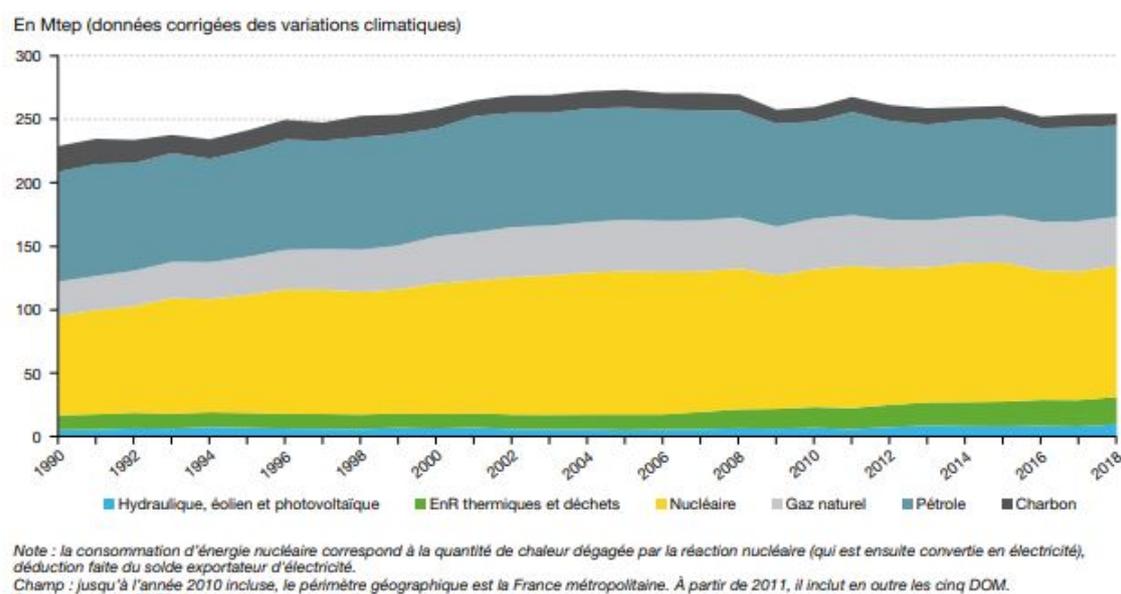


FIGURE 1 – Demandes de consommation primaire d'énergie
Source : SDES, d'après les sources par énergie, [Baudry et al., 2019]

1. <https://agirpouurlatransition.ademe.fr/particuliers/lenergie-france>

Le secteur résidentiel-tertiaire occupe désormais un poids prédominant dans la consommation finale d'énergie. En effet, sa part dans la consommation finale à usage énergétique passe de 43% en 1990 à 46% en 2017. A l'inverse, celle du secteur de l'industrie a diminué en passant de 24% à 19% [Baudry et al., 2019].

Par ailleurs, la consommation de l'électricité dans le résidentiel est en hausse de 0,9% et atteint un niveau de 14 Mtep en 2018 faisant de cette énergie, la plus utilisée dans le résidentiel.

Dès lors, non seulement la question de la couverture de la demande se pose, mais celle de l'indépendance en matière énergétique vis-à-vis du reste du monde et plus particulièrement vis-à-vis du Moyen-Orient également.

Cependant, les pics de consommation observés constituent un problème majeur à une réponse efficace à la couverture des demandes de consommation d'énergie électrique dans le résidentiel. La figure 2 montre qu'en période de pointe, le secteur résidentiel-tertiaire appelle une puissance de 72% .

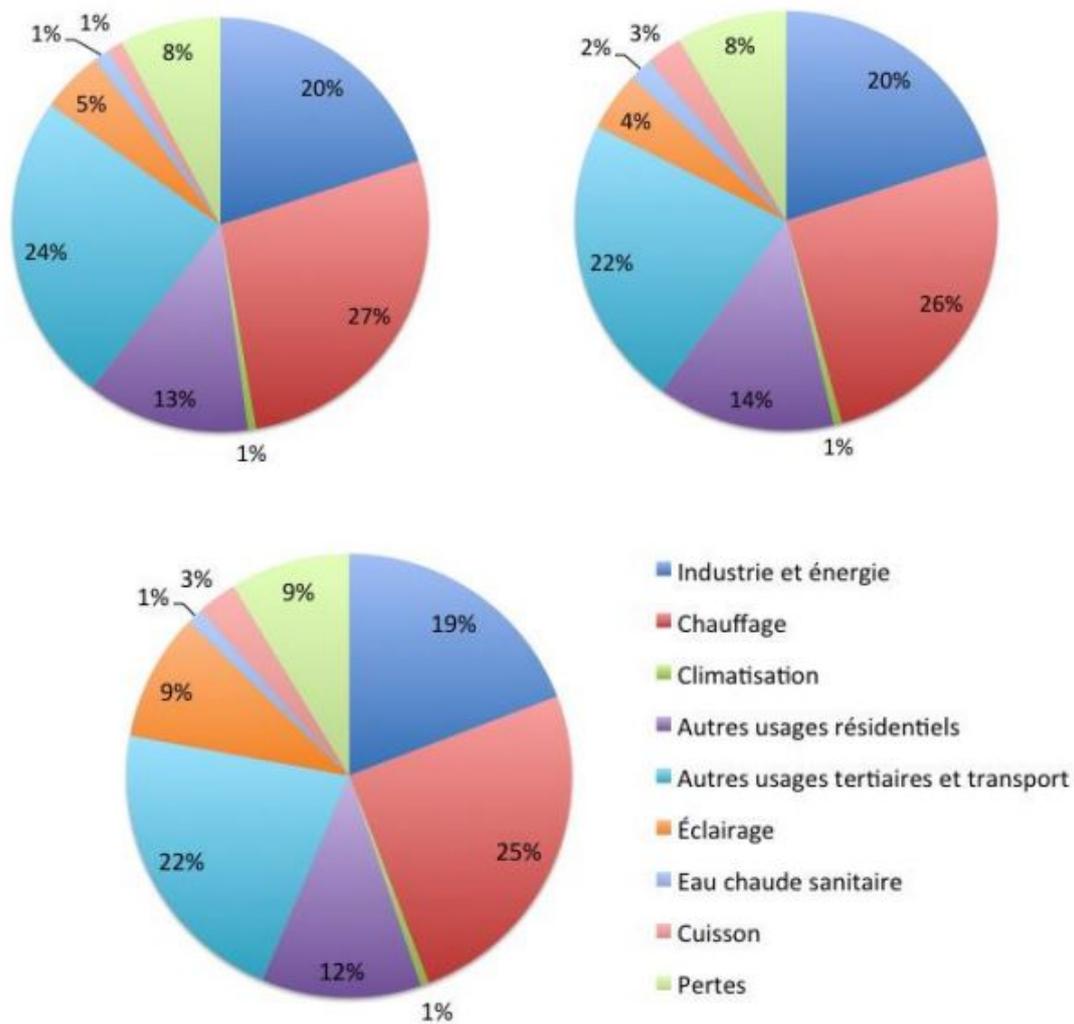


FIGURE 2 – Répartition des puissances appelées en France de janvier, à 10h, 12h et 19h
 Source : RTE, [Bulletin prévisionnel, 2017]

Par ailleurs, le chauffage électrique représente en France 25% à 40% de la puissance électrique appelée lors des pointes de consommation (voir figure 3)². Ceci montre que le système électrique français présente une extrême sensibilité à la température extérieure. Bien que la consommation d'électricité pour le chauffage des ménages français ait diminué depuis 1990 de 33%, la quantité totale d'énergie consommée à cause de l'utilisation des technologies telles que les smartphones, les tablettes, les smartTV a dans le même temps considérablement augmenté de 40% [Belaïd et al., 2019]. Cette situation est préoccupante car la satisfaction de la demande de consommation d'énergie électrique grandissante et variable (avec des pics importants) nécessite de lourds investissements et dégrade par la

2. <http://www.observatoireclimat-hautsdefrance.org/Les-ressources/Ressources-documentaires/Bilan-previsionnel-de-l-equilibre-offre-demande-d-electricite-en-France-Edition-2019>

même occasion l'environnement. Les actions de maîtrise des demandes de consommation doivent donc être menées en priorité dans les secteurs du résidentiel et du tertiaire (poste de chauffage, éclairage, électroménagers) pour assurer une sécurité du système électrique et pour lutter contre le réchauffement climatique.

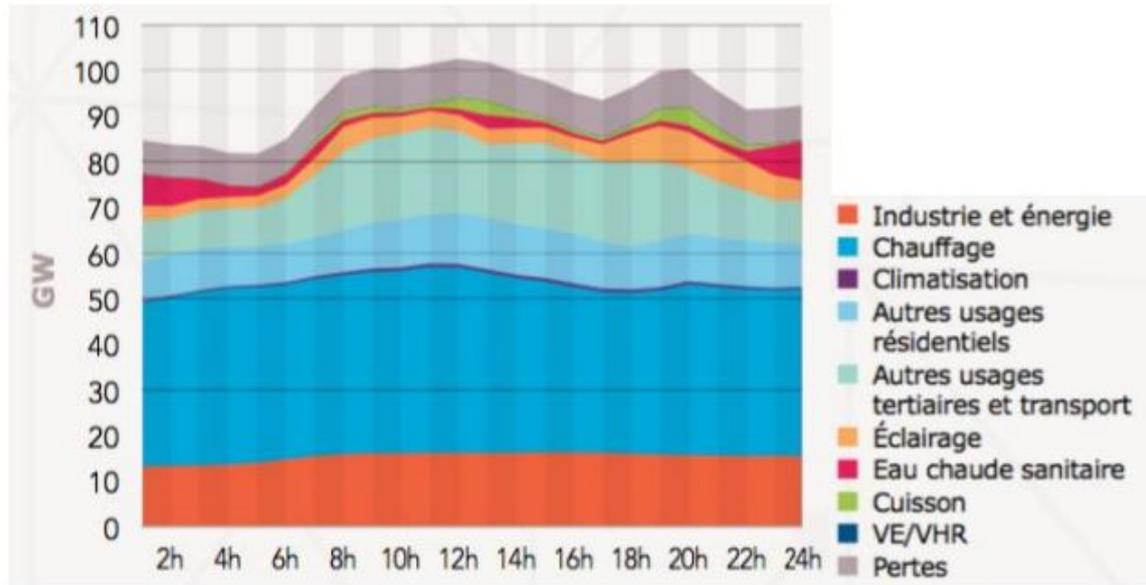


FIGURE 3 – Profil journalier de consommation d'un jour ouvré d'extrême pointe, par usages/secteurs
Source : RTE, [Bulletin prévisionnel, 2019]

Le pic de consommation d'électricité en France varie grandement avec les conditions climatiques et avec la synchronisation des comportements de consommation. Pour Thomas Veyrenc, Directeur de la stratégie et de la prospective de RTE, « *Le réseau a besoin de plus de souplesse et le pilotage de la demande de consommation doit apporter cette souplesse* ». En effet, rares sont les technologies de production qui ont le potentiel de répondre à la volatilité de la consommation et quand elles existent, elles sont coûteuses, peu rentables et très émettrices de CO_2 [Frachet, 2013]. Aussi, il est plus facile de piloter la demande pour qu'elle s'ajuste à l'offre disponible et permette de sécuriser et de maintenir l'équilibre du réseau électrique. Au-delà de ce pilotage, la réduction de la demande est souhaitable pour préserver l'environnement.

En France, les citoyens commencent à attendre des pouvoirs publics des actions concrètes pour protéger l'environnement. Pendant plusieurs décennies, la population a donné l'impression de ne pas se sentir très concernée par l'impact de sa consommation sur l'environnement. Aujourd'hui, avec la déforestation massive, la disparition de certaines espèces

animales et végétales, les épisodes de canicule de plus en plus rapprochées, la cause environnementale semble gagner du terrain. Le résultat des élections municipales de mars 2020 semble en tout cas le suggérer tout comme la volonté de construire la transition. A l'initiative du président de la république, cent cinquante citoyens tirés au sort ont formé une convention dite citoyenne pour le climat et ont fait des propositions pour permettre de réduire d'au moins 40% nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 par rapport à 1990.

Il apparaît aussi nécessaire aujourd'hui, dans un souci de préservation de nos ressources et de l'environnement, de favoriser la sobriété énergétique. Cette dernière consiste à réduire volontairement la consommation d'énergie en changeant les modes de vie, les comportements et en multipliant les éco-gestes.

En plus de contribuer à la protection de l'environnement, une réduction de la consommation d'énergie permet d'apporter souplesse et diminution des investissements de capacité sur le réseau. Elle permet de pallier aux chutes ponctuelles de production des énergies renouvelables dues aux aléas météorologiques, en accompagnement du stockage d'énergie qui reste insuffisamment développé.

Selon l'association Négawatt, la transition énergétique s'appuie enfin surtout sur l'efficacité énergétique qui se définit comme le ratio entre l'énergie consommée et celle produite.

L'arsenal législatif français qui a été mis en place pour accompagner la transition est résumé en annexe 1. L'ensemble de ces mesures vise à réduire les consommations d'énergies, à privilégier les énergies bas-carbone, à mobiliser les leviers technologiques d'efficacité énergétique et à sensibiliser aux comportements éco-responsables.

Les programmes de pilotage et d'incitation à la réduction de la consommation d'énergie s'appuient sur des facteurs technologiques d'une part, et socio-économiques et comportementaux d'autre part.

La thèse porte sur l'étude des comportements en matière de consommation d'énergie et les leviers d'action pour les influencer.

Depuis plus de 60 ans, l'économie expérimentale grâce à des expérimentations contrôlées en laboratoire permet d'étudier un nombre important de phénomènes économiques

et sociales. Elle permet également d'analyser les comportements de consommation des individus. Ces expériences arrivent à mettre en évidence un niveau de coopération significatif dans les jeux de bien public et de bien commun non répété avec un dilemme social alors que la théorie de la rationalité prédit une non-coopération pour des individus rationnels (voir [Chaudhuri, 2011], [Ledyard, 1995a]). En effet, les expérimentations en laboratoire ont proposé des modèles de jeux qui permettent d'expliquer les mécanismes qui conduisent à une coopération significative des individus sans que ces derniers ne soit pour autant des agents non rationnels. Les préférences sociales peuvent expliquer la coopération observée dans les jeux de bien public, et de bien commun avec un dilemme sociale [Fischbacher et al., 2012], [Fischbacher and Gächter, 2010]. Ainsi, la méthode expérimentale permet de prendre en compte d'autres types de motivations telles que l'altruisme ou la réciprocité, le regard des autres, la bienveillance afin d'expliquer les décisions des agents économiques grâce aux expériences contrôlées en laboratoire. Les données qui proviennent de ces expériences permettent d'anticiper sur les comportements de consommation. C'est donc ce qui justifie le choix de la méthodologie expérimentale dans cette thèse.

Elle est organisée en trois grands chapitres.

Dans le premier chapitre, les caractéristiques de la consommation d'énergie sont définies et analysées. Un panorama des travaux réalisés sur la demande d'énergie est dressé, aussi bien en termes de modélisation, que d'études empiriques portant sur des expérimentations pilotes ou de terrain. Ce chapitre montre tout le potentiel qu'offre le pilotage de la demande d'énergie.

Un second chapitre traite des incitations financières à la sobriété énergétique. Une revue de la littérature met en évidence l'existence de motivations intrinsèques et extrinsèques aux comportements pro-environnementaux. Les incitations financières sont des signaux qui renforcent les deuxièmes mais peuvent amoindrir les premières. Elles permettent aussi d'attirer l'attention sur des objectifs de consommation. Enfin, elles modifient le prix de l'effort de sobriété et créent un effet revenu, qui combinés déterminent les choix d'effort de sobriété, à l'instar des modèles qui étudient l'impact des primes pour les heures supplémentaires sur l'offre de travail. A l'aide d'un protocole soigneusement étudié, une expérience en laboratoire permet d'analyser l'effet des incitations financières sur l'effort

de conservation d'énergie. Pour matérialiser l'effet social externe positif généré par l'effort d'économie d'énergie, un pourcentage des gains générés est reversé à une association. Ce chapitre montre que les effets des incitations financières sur les sujets les plus engagés est différent de celui des moins impliqués. Selon la proportion des uns et des autres, l'efficacité de la mesure sera donc différente.

Le dernier chapitre aborde l'importance du framing pour la consommation d'énergie. Dans les campagnes de sensibilisation, la sobriété énergétique peut être promue pour produire une externalité positive (participer à la transition énergétique, protéger l'environnement) ou comme se restreindre d'exercer une externalité négative. L'un met l'accent sur les ressources gagnées, l'autre sur les pertes moins importantes de ressources. Si les consommateurs se comportent comme le prévoient les modèles d'espérance d'utilité, les deux présentations sont équivalentes. En revanche, le modèle des perspectives montre que les agents sont sensibles à ces nuances. Une expérience en laboratoire permet de mettre en avant des différences significatives de comportement.

Chapitre 1

Gestion de la demande d'énergie : panorama des modèles d'analyse de la consommation d'énergie

1.1 Introduction

La sobriété énergétique constitue sans aucun doute un levier indispensable dans la réussite de la transition énergétique. Présenté depuis 2015 dans la loi sur la transition vers une croissance verte à son article 1, la sobriété énergétique se présente comme un comportement de priorisation des usages énergétiques essentiels individuels ou collectifs dans le but de réduire la demande de consommation en énergie en fonction de l'offre disponible. Elle se base donc sur le changement des habitudes de consommation des individus.

Comme développé dans le chapitre introductif, le virage de la sobriété énergétique reste encore à prendre. Malgré le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ces dernières années, les consommations d'énergie dans le secteur résidentiel-tertiaire ne cessent de progresser. Le changement profond des comportements dans ce secteur pour une consommation sobre de l'énergie constitue donc aujourd'hui un levier à mettre en place.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux différents programmes mise en œuvre jusqu'à présent pour atteindre la sobriété énergétique. Dans la section 1.2, nous décrivons les caractéristiques de la demande d'énergie qui n'est pas consommée pour elle-même mais pour les services qu'elle permet d'acquérir. Les enjeux du contrôle de la demande sont multiples, économiques, environnementaux, sociaux et les perspectives adoptées peuvent être microéconomiques comme macroéconomiques. Dans la section 1.3, nous présentons les différents modèles ainsi que les déterminants de la consommation énergétique. La section 1.4 présente les limites de la théorie de choix rationnel ainsi que le rôle de l'économie comportementale dans la gestion de la demande de consommation d'énergie. Que ce soit avec des modèles théoriques, ou des expérimentations menées, le chapitre résume les effets et l'efficacité de différents instruments.

1.2 Énergie : un bien à caractéristiques particulières

Selon la théorie du consommateur, les individus tirent leur bien-être de la consommation des différents biens acquis en fonction de leur budget. Formellement, l'utilité du consommateur peut être modélisée comme :

$$U = f(q_1, q_2, \dots, q_h, \dots, q_n) \quad (1.1)$$

avec q_h la quantité du bien h consommée, n variant entre 1 et n .

L'énergie permet de consommer plusieurs services tels que : le chauffage, la cuisson, l'éclairage. L'énergie ne peut donc pas être considérée comme un bien de consommation finale mais plutôt comme un bien utilisé en combinaison avec une technologie de consommation pour produire des services énergétiques désirés par les consommateurs. Par exemple, nous combinons l'électricité et les plaques à induction pour cuisiner, l'électricité et la télévision pour voir un film ou jouer à un jeu vidéo...

[Lancaster, 1966] est le premier à avoir mis en évidence que ce sont les services rendus par un bien qui créent l'utilité plutôt que la consommation d'énergie en elle-même. Par exemple, les individus utilisent de l'électricité pour faire leur lessive. L'utilité, dans cet exemple, provient de la satisfaction de l'individu d'avoir des vêtements propres et non de la quantité d'énergie utilisée.

En considérant le cas de l'énergie, le consommateur détermine donc un ensemble de services que l'énergie lui permet de consommer en fonction des prix de l'énergie, des ressources disponibles, de la technologie utilisée pour produire le service consommé et du prix de cette technologie. Dans cette logique, l'activité de consommation peut donc être perçue comme une transformation des biens en services, en association avec des technologies de consommation.

Deux facteurs influencent la courbe de demande d'énergie :

- L'efficacité énergétique des équipements
- La sobriété énergétique (le choix de la quantité consommée)

1.2.1 Efficacité énergétique des équipements

[Gillingham et al., 2009] définissent l'efficacité énergétique comme le service fourni par une unité d'énergie. Par exemple, lorsqu'une télévision est énergétiquement efficace, nous pouvons voir un même film avec la même qualité de service mais avec une plus petite quantité d'énergie.

1.2.2 La sobriété énergétique

Ce second facteur, la sobriété, représente la décision individuelle et volontaire de réduction des consommations d'énergie. C'est un choix de changement de comportement pour aller vers des pratiques éco-responsables. Cette décision relève des préférences subjectives des individus. [Gillingham et al., 2009] définissent la conservation d'énergie comme la réduction du montant total de l'énergie utilisé pour produire les services.

La sobriété énergétique diffère de l'efficacité énergétique car cette dernière fait principalement référence à l'amélioration des facteurs techniques pour permettre la réduction de la consommation d'énergie.

Cette distinction entre l'efficacité énergétique des équipements et la sobriété énergétique est importante pour trois raisons [Gillingham et al., 2009, Ferrara and Serret, 2008] :

- Premièrement, elle permet de comprendre les circonstances dans lesquelles une amélioration de la performance énergétique des technologies peut conduire à une augmentation de la demande des services énergétiques [Ferrara and Serret, 2008].
- Deuxièmement, elle montre qu'il y a une différence entre la dynamique de consommation de court terme et celle du long terme. A court terme, les technologies de consommation sont fixes. Les consommateurs peuvent ainsi être contraints par leur système de chauffage, par exemple, avec peu de possibilités d'échapper à une hausse de prix. La réponse à court terme est donc parfois significativement plus petite que la réponse induite par un changement de prix à long terme.
- Troisièmement, les concepts d'efficacité énergétique et de choix individuels permettent de distinguer l'efficacité énergétique de l'efficacité économique. L'efficacité énergétique est un concept purement physique alors que l'efficacité économique représente une maximisation des bénéfices nets de l'individu et de la société. Pour [Gillingham et al., 2009], l'efficacité économique n'induit généralement pas une efficacité énergétique. Il importe de vérifier les conditions sous lesquelles les choix sont (économiquement) efficaces pour un niveau d'efficacité énergétique donné. Cette efficacité économique dépend des conditions de marché (prix de l'énergie, informations disponibles, prix et qualité des équipements...) et des comportements individuels de consommation (maximisation ou non du bien-être personnel). [Belaïd et al., 2020] analysent cette efficacité économique en s'intéressant séparé-

ment aux effets de l'efficacité énergétique et des prix de l'énergie sur la demande des services énergétiques. Ils concluent que l'effet rebond pour la consommation d'électricité en France atteint des moyennes très élevées comprises entre 38% et 86%.

La recherche conjointe de cette efficacité énergétique et économique a conduit à la construction d'une série de modèles sur la dynamique de la consommation d'énergie. Nous présenterons les grands courants pour mieux replacer dans la littérature nos contributions.

1.3 Modèles de demande de consommation énergétique

Selon [Keirstead, 2006], quatre disciplines ont mené l'essentiel des recherches sur la consommation domestique de l'énergie : les sciences économiques, les sciences de l'ingénieur, la psychologie et la sociologie.

1.3.1 Modèles à fondation ingénieurs-économistes

[Swan and Ugursal, 2009] identifient deux approches pour modéliser la consommation d'énergie du secteur résidentiel : les modèles de types "top-down" et ceux de type "bottom-up" (Figure 1.1).

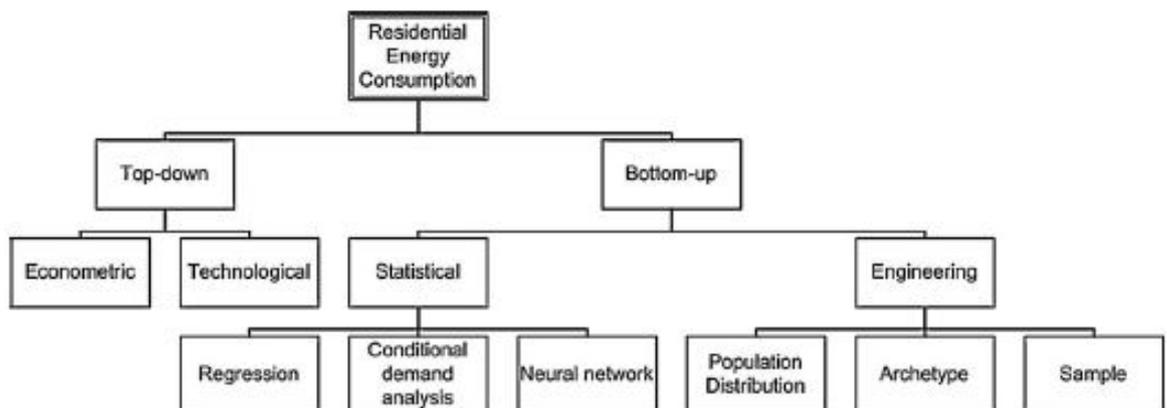


FIGURE 1.1 – Catégories de modèle de simulation de la consommation d'énergie des ménages. Source : [Swan and Ugursal, 2009]

Selon [Kavgic et al., 2010] les modèles doivent idéalement être en mesure :

- d'estimer la consommation d'énergie du secteur résidentiel en fonction des catégories sociales des usagers, des types de logements et des postes d'utilisation finale d'énergie.
- d'identifier l'impact des techniques de réduction des émissions du *CO2* sur la qualité de l'environnement intérieur.

A. Modèles de type "top-down"

Ces modèles fonctionnent comme des modèles d'équilibre général visant de façon générale à utiliser l'historique des données sur la consommation d'énergie ou les émissions de *CO2* au niveau national [Kavgic et al., 2010, Belaid and Garcia, 2016].

Il existe deux catégories de modèle de type "top-down" (Figure 1.1) : les modèles "top-down économétrique" et les modèles "top-down technologique" ([Swan and Ugursal, 2009], [Kavgic et al., 2010]).

Les modèles "top-down économétriques" reposent fondamentalement sur les données de consommation de l'énergie qu'ils mettent en relation avec des variables telles que le revenu, les prix de l'énergie, des indicateurs macroéconomiques (produit intérieur brut, chômage, inflation) et des conditions climatiques. Ils manquent souvent de détails sur les options technologiques actuelles et futures [Kavgic et al., 2010].

Les modèles "top-down technologiques" prennent en compte le progrès technologique et le taux d'équipement.

Ces deux types de modèles présentent une faiblesse majeure. Ils sont limités dans leur volonté de révéler les spécificités des consommateurs et des bâtiments. Ceci ne permet pas au modèle d'identifier les secteurs où la consommation d'énergie pourrait être réduite [Swan and Ugursal, 2009].

B. Modèles de type "bottom-up"

L'approche "bottom-up" part des consommations individuelles d'énergie des ménages pour représenter une région ou une nation en fonction du poids représentatif de l'échantillon modélisé. Les données comprennent des informations sur les caractéristiques du

logement telles que l'isolation, la superficie de l'appartement, les équipements et appareils électroménagers, les heures d'occupation, les conditions climatiques extérieures et intérieures. Tous ces détails constituent la force de ces modèles. Ils ont la capacité de déterminer un profil de consommation d'énergie pour chaque utilisation finale, ce qui permet d'identifier des postes d'amélioration [Swan and Ugursal, 2009, Belaid and Garcia, 2016].

TABLE 1.1 – Avantages et limites des modèles "top-down" et "bottom-up"

	Top-down	Bottom-up : approche basée sur les caractéristiques physiques du bâtiment	Bottom-up : approche statistique
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> — Se focalise sur les inter-actions entre le secteur énergétique et l'économie en générale — Permet de modéliser la relation entre plusieurs variables économiques et la demande de l'énergie — Évite une description détaillée des technologies — Capable de modéliser l'impact de différentes politiques et scénarios de réduction d'émission de CO2 et de demande d'énergie — Utilise des données économiques agrégées 	<ul style="list-style-type: none"> — Prend en compte les effets macroéconomiques et socio-économiques — Capable de déterminer la consommation finale d'un poste spécifique de consommation d'énergie — Facile à développer et à utiliser — Ne nécessite pas de données détaillées (uniquement les données de facturation et les informations simples sur les enquêtes) 	<ul style="list-style-type: none"> — Fait une description détaillée des technologies présentes et futures — Utilise des données qui sont mesurables physiquement — Permet aux politiques énergétiques d'être plus efficacement ciblées sur la consommation — Permet d'évaluer et de quantifier l'impact des différentes combinaisons de technologies sur l'énergie livrée — Permet l'estimation des mesures de combinaisons technologiques les moins coûteuses pour répondre à une demande donnée
Limites	<ul style="list-style-type: none"> — Se base sur les interactions passées d'économie énergétique pour projeter les tendances futures — Manque de détail sur le niveau de technologie — Peu approprié pour l'évaluation des politiques spécifiques de réduction de la demande d'énergie — Suppose généralement que les marchés sont efficaces — Permet de mesurer l'impact du comportement humain sur la consommation grâce à une analyse numérique de données 	<ul style="list-style-type: none"> — Ne fournit pas beaucoup de données et de flexibilités — Possède une capacité limitée d'évaluer les mesures de réduction de consommation d'énergie — Se base sur les données historiques de consommation — Nécessite un grand échantillon — Permet de mesurer l'impact du comportement humain sur la consommation grâce à une analyse numérique de données 	<ul style="list-style-type: none"> — Très pauvre description des inter-actions de marchés — Néglige la relation entre l'utilisation d'énergie et l'activité macroéconomique — Nécessite une grande quantité de données techniques — Ne détermine pas le comportement humain dans le modèle mais par des hypothèses externes — L'impact du comportement humain sur la consommation grâce à une analyse numérique de données

[Hourcade et al., 2006] résumant graphiquement (figure 1.2) les forces et faiblesses des estimations issues de ces modèles. La faible prise en compte de la technologie par les modèles "top-down" tend à suggérer que les efforts visant à effectuer une substitution entre les différentes formes d'énergie pour des raisons politiques ou environnementales, seraient relativement coûteux (le potentiel économique d'une amélioration technologique est limité et justifié par la faiblesse des élasticités-prix de la demande). Ces modèles ont donc souvent produit des estimations à coût élevé pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à l'énergie [Hourcade et al., 2006].

Les modèles "bottom-up" de leur côté fonctionnent bien avec une bonne prise en compte de la technologie, mais une moins bonne prise en compte des aspects microéconomique et macroéconomique (risque face aux technologies spécifiques, préférences, effet rebond résultant de l'amélioration de la performance des technologies).

Les deux approches n'intègrent pas suffisamment les réponses comportementales que les individus apportent aux améliorations techniques.

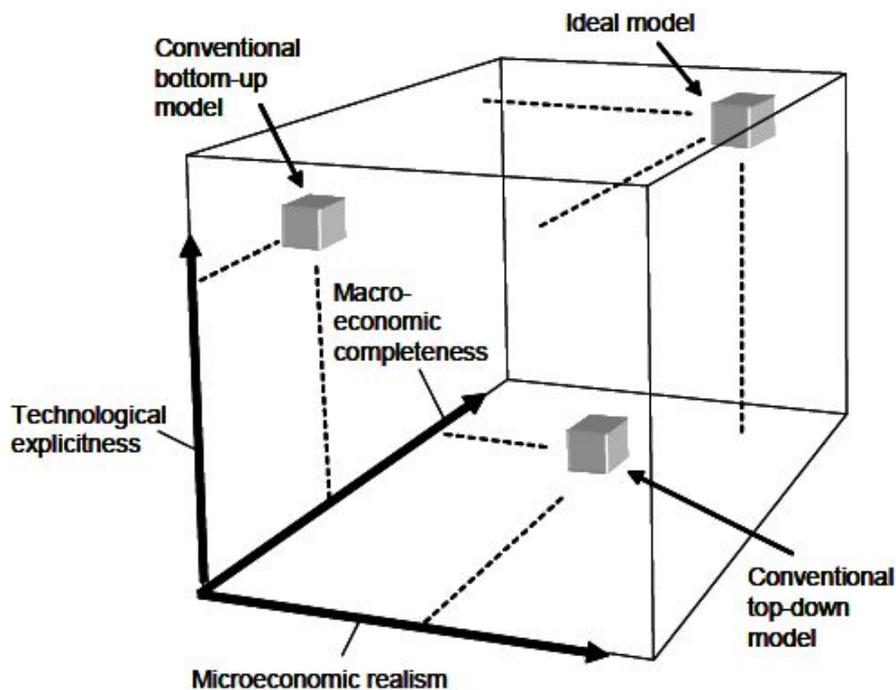


FIGURE 1.2 - "Bottom-up" et "top-down" en 3D. Source : [Hourcade et al., 2006]

Notre ambition n'est pas de contribuer à la compréhension de l'efficacité économique et de faire une synthèse des travaux existants dans ce domaine, en dérivant un modèle idéal qui intégrerait le réalisme microéconomique, les technologies disponibles et les caractéristiques macroéconomiques. Notre objectif est plutôt de contribuer aux recherches sur la sobriété énergétique. Notre travail s'inscrira dans l'économie comportementale. Nous chercherons comment inciter les consommateurs à plus de sobriété économique à travers des incitations monétaires et non-monétaires. Nous poursuivons notre panorama des modèles existants avant de développer nos questions de recherche et notre méthodologie.

1.3.2 Modèles à fondement économique

La théorie néoclassique suppose que le consommateur maximise son utilité sous contrainte budgétaire.

La consommation d'énergie est influencée non seulement par le coût de l'énergie, les conditions climatiques mais également par les préférences des individus pour les services énergétiques disponibles, les prix relatifs des technologies de productions, les revenus... [Bhattacharyya and Timilsina, 2009]. Le stock de technologie de consommation ne peut pas changer de façon immédiate à coût terme.

1.3.3 Demande de consommation et élasticités-prix de la demande de l'énergie

Quelle est la sensibilité de la consommation d'un bien par rapport au changement du prix de ce bien ? Ou par rapport au changement de revenu des individus ? L'élasticité prix ou revenu répond à cette question. Elle mesure la variation en pourcentage de la consommation suite à une variation de 1% du prix de marché de l'énergie. Lorsque la structure de changement de la consommation dépend des élasticités de consommation par rapport au prix, on parle de l' "*effet de substitution*". Quand la sensibilité de la consommation dépend de la variation du pouvoir d'achat, on parle d' "*effet revenu*".

Les ajustements de la consommation s'observent dans la pratique, soit à court terme, soit à long terme. Les variations de la consommation suite à un changement technologique nécessitent un temps plus long pour être effectives. On peut calculer les élasticités-prix

de long terme en utilisant des séries temporelles ou calculer les élasticités-prix de court terme grâce aux données en coupe. L'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE), dans ses études sur la demande de consommation d'énergie a estimé les élasticités-prix de court et de long terme de la demande des différentes sources d'énergie [Clerc and Marcus, 2009].

Avec un modèle intertemporel, la consommation du bien i a la date t est modélisée comme :

$$\log(C_{it}) = \sigma \cdot \log(\alpha_i) - \sigma \log\left(\frac{P_{it}}{P_t}\right) + \log(C_t) \quad (1)$$

L'élasticité de la consommation du bien i par rapport au changement du prix relatif $\left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)$ est $-\sigma$. L'équation (1) permet de déduire les consommations domestiques d'énergie pour un niveau de consommation total donné.

Par ailleurs, les consommateurs peuvent arbitrer entre plusieurs sources d'énergie en fonction des prix et du budget. Ainsi, [Clerc and Marcus, 2009] proposent un second modèle qui permet cet arbitrage :

$$\log(C_{et}) = \sigma_E \cdot \log(\alpha_e) - \sigma_E \log\left(\frac{P_{et}}{P_{E,t}}\right) + \log(C_{E,t}) \quad (2)$$

Où $e = 1 \dots E$ représentent les sources d'énergie possibles, $P_{E,t}$ l'indice de prix de la consommation consacrée à l'énergie domestique et $C_{E,t}$ la consommation énergétique domestique totale.

Après estimation sur une série temporelle, [Clerc and Marcus, 2009] obtiennent une élasticité-prix pour l'énergie domestique de $-0,06$ pour le court terme et de $-0,17$ pour le long terme.

La consommation de l'énergie domestique est donc très peu sensible aux variations de prix relatifs. Ces résultats viennent confirmer des travaux menés plus tôt par [Graham and Glaister, 2002]; [Goodwin et al., 2004].

Cependant, ces modèles estimés à partir des données temporelles agrégées ne permettent pas de prendre en compte les informations sur les équipements disponibles.

Pour y remédier, il faut estimer comme dans [Parti and Parti, 1980], la demande de consommation d'énergie des individus conditionnellement aux équipements disponibles. Ces modèles sont qualifiés de modèles d'*analyse de demande conditionnelle*.

La conclusion reste inchangée. La demande de consommation d'énergie est très peu sensible aux prix et aux revenus à court terme. Les élasticités-prix de court terme varient entre $-0,4$ et $0,2$ ([Haas and Schipper, 1998]; [Espey and Espey, 2004]; [Dahl, 1993]).

Les récentes estimations de [Csereklyei, 2020] montrent que pour le secteur résidentiel des états de l'union européenne, l'élasticité-prix de la consommation électrique à long-terme varie en $-0,53$ et $-0,56$. A court terme, cette élasticité est estimée entre $-0,07$ et $-0,08$. Ces résultats confortent l'idée d'une élasticité-prix de la demande électrique inélastique malgré la possibilité d'opter pour des équipements plus efficaces.

L'inélasticité de la demande d'énergie par rapport au prix est causée par le manque d'informations et par la présence des tarifs fixe régulés. Le niveau de ces tarifs fixes empêche toute apparition d'une élasticité de la demande.

En effet, défini comme un instrument pouvant inciter les individus à réduire ou à lisser leur consommation d'énergie en fonction de l'offre disponible, les tarifications dynamiques représentent pour les acteurs du système énergétique un bon moyen pour maîtriser les demandes de consommation d'électricité et pour faire apparaître une élasticité-prix de la demande d'énergie. Elles permettent aux consommateurs de payer un tarif qui reflète les contraintes du marché. Elles permettront aux consommateurs de détail d'interagir avec le reste du système et de mieux contrôler leurs consommations et de s'adapter à l'offre d'électricité disponible [Chao, 2011]. Les programmes de tarification dynamique visent ainsi à agir sur les comportements de consommation des individus par le moyen des variations de prix d'électricité. La place occupée par les consommateurs finaux dans l'atteinte des objectifs de sobriété fixés par la commission européenne n'est plus marginale. Les différents types de tarifications dynamiques ainsi que les canaux de transmission des politiques d'incitations sont présentés en annexe.

Malgré que les tarifications dynamiques et l'augmentation de l'efficacité énergétique aient permis une réduction des consommations d'énergie, Nous observons toujours une utilisation très peu sobre de l'énergie. Ainsi les gains de performance énergétique permis

par ces tarifications et les progrès technologiques sont annulés de 38% à 86% à cause des comportements individuels de consommation.

De nouvelles incitations au moyen des facteurs économiques et comportementaux sont donc nécessaires pour accompagner les tarifications dynamiques et les progrès technologiques afin de changer le comportement des usagers. C'est sur ces facteurs économiques et comportementaux que se porte ce projet de recherche.

Les économistes identifient plusieurs facteurs qui constituent des barrières à l'investissement dans la sobriété énergétique.

D'un côté, les études qui estiment le potentiel des équipements performants sous-estiment généralement les coûts liés à l'investissement dans les équipements performants et surestiment les bénéfices qui y sont attachés [Joskow, 1994]. Il existe des coûts cachés de l'investissement dans l'efficacité énergétique. Pour [Metcalf and Hassett, 1999], ces coûts cachés peuvent être reflétés par la faiblesse des bénéfices réels par rapport aux bénéfices théoriques estimés par les ingénieurs. D'un autre côté, [Hausman and Joskow, 1982] avancent qu'une faible conservation de l'énergie peut être liée à une hétérogénéité des ménages. En effet, pour calculer la valeur ajoutée nette des investissements, les économistes et les ingénieurs considèrent une situation de consommation de référence qui ne reflète pas les choix de l'ensemble des ménages. Cette situation fausse le niveau des bénéfices attendus des investissements et constitue une explication au défaut d'investissement observé.

D'un autre côté, [Kooimey and Sanstad, 1994] soutiennent que le défaut d'investissement pour la conservation de l'énergie est lié à une défaillance du marché d'énergie. Ils affirment que les prix de l'énergie ne reflètent pas la vraie valeur du coût marginal social de la consommation d'énergie. Cette non-efficacité des prix s'observe soit via les externalités environnementales, ou via les tarifications au coût moyen, en vertu de la réglementation des services publics [Gillingham et al., 2009]. Les externalités environnementales associées à la pollution de l'environnement, l'utilisation de l'énergie ne sont pas internalisées par les consommateurs d'énergie.

Par ailleurs, [Gillingham et al., 2009] estiment que la tarification au coût moyen du prix de l'énergie peut entraîner une sur-consommation ou une sous-consommation de

l'énergie comparativement à l'optimum économique. En effet, si les consommateurs font face à des coûts moyens supérieurs aux coûts marginaux, en raison des coûts fixes amortis, ils observent un prix supérieur au prix d'équilibre.

De plus, l'un des facteurs énumérés pour expliquer le "*paradoxe énergétique*" est le problème d'asymétrie d'information [Howarth and Sanstad, 1995]. En effet, les consommateurs manquent d'information sur la disponibilité des équipements économes et aussi sur le vrai potentiel de réduction d'énergie qui peut être obtenu grâce à ces équipements. [Howarth and Sanstad, 1995] expliquent que les vendeurs d'équipements économes qui doivent informer les acheteurs des bénéfices qui émanent de l'achat des équipements sont incapables de transférer parfaitement cette information, si l'efficacité énergétique n'est pas observable.

Plusieurs autres facteurs peuvent expliquer le manque d'investissement dans la conservation d'énergie. Selon les behavioristes, les individus ont des comportements défailants lors de leur choix de consommation. Selon ([Tversky and Kahneman, 1974], [Kahneman and Tversky, 2013]), les individus sont dans nombre de cas des agents à rationalité limitée.

Pour [Sen, 1993], les valeurs internes à un individu qualifiées de « vue morale », peuvent s'intercaler entre les préférences individuelles et les actions effectivement entreprises. De ce fait, l'analyse des comportements de choix des individus selon lui ne se résume plus à une simple maximisation des choix possibles. Ainsi, [Maresca et al., 2009] affirment que : *"L'analyse des comportements reste donc un point aveugle, et l'approche rationaliste des comportements, fondées sur les outils conceptuels de l'analyse économique, parce qu'elle reste centrée sur l'individu comme fondement de l'évolution des dynamiques de consommation (même lorsqu'elle tient compte du cadre éthique de formation des préférences), laisse de côté les structures techniques et sociales susceptibles de conditionner le comportement des ménages."*

Sur la base de ce concept du "*paradoxe d'efficacité énergétique*" plusieurs travaux, notamment menés en économie comportementale, expliquent pourquoi on observe un défaut d'investissement dans la sobriété énergétique, malgré l'existence d'un bénéfice théorique positif.

1.4 Gestion de la demande d'énergie : rôle de l'économie comportementale

La théorie néo-classique suppose la rationalité des individus dans la prise de décision. Cependant, plusieurs expériences mettent en évidence que les choix des individus ne sont pas toujours rationnels [Camerer et al., 2011]. Ces expériences montrent que les préférences des individus sont influencées par le poids cognitif de la collecte et du traitement de l'information [Simon, 1959, Simon, 1986]. Ces travaux mettent ainsi donc l'accent sur la rationalité limitée des agents économiques. Bien que les individus possèdent des préférences définies, organisées et stables, il n'en demeure moins que leurs choix sont également influencés par le contexte (jugement, besoin, l'information disponible, contrainte temporelle et sociale ...) dans lequel leur décision doit être prise.

Pour [Kahneman and Tversky, 2013], les changements de bien-être et des préférences sont évalués comme une déviation d'un certain point de référence. Ainsi, les individus ont tendance à se conformer à ce point de référence, choisi par défaut pour eux. En effet selon [Thaler, 1980], les individus attachent une valeur supplémentaire aux biens qu'ils détiennent déjà ou aux services qu'ils reçoivent déjà. Étant attaché à ce point de référence, les individus se contentent de leur consommation actuelle, tant que celle-ci ne risque pas de diminuer. Pour [Kahneman and Tversky, 2013], les individus sont averses au risque lorsqu'ils font face aux gains et ont au contraire un appétit pour le risque lorsqu'ils font face aux pertes. L'évaluation des pertes est l'image miroir de l'évaluation des gains. Ce phénomène est appelé "*effet de réflexion*". Ainsi, pour une anticipation de gain et de perte équivalentes, le changement du bien-être est plus important lorsque les individus font face à une anticipation de perte que lorsqu'ils anticipent des gains. Pour [Shogren and Taylor, 2008], cette situation entraîne des anomalies dans le comportement des individus tel que le sous-investissement dans la sobriété énergétique.

[Friedman and Hausker, 1988] présentent un modèle théorique de rationalité limitée dans lequel les individus n'ont pas la possibilité d'optimiser leur consommation d'énergie en réponse à un système tarifaire d'électricité à plusieurs niveaux. Ce modèle prédit que les consommateurs vont surconsommer de l'énergie si la structure tarifaire est croissante et sous consommer si elle est décroissante. Une structure tarifaire croissante est

définie comme étant un système de prix dans lequel le prix des Kwh d'énergie consommés augmente avec la quantité d'énergie demandée par l'utilisateur.

En effet, la prise de décision est fortement liée à la rationalité limitée et prend en compte une variété de stratégies de choix qui diffèrent de la maximisation de l'utilité et qui permettent de réduire le poids cognitif de la prise de décision. Ce processus de décision revient à chercher de façon séquentielle des informations sur des alternatives jusqu'à ce qu'un seuil d'utilité soit atteint [Simon, 1982].

[Kempton and Montgomery, 1982] testent de façon empirique ce processus de décision pour déterminer la consommation d'énergie des individus. Cette technique conduit de façon systématique à un sous-investissement dans la conservation de l'énergie et dans l'acquisition des équipements économes. Ces différents travaux tentent à valider l'hypothèse de "*rationalité limitée*".

L'hypothèse de la rationalité selon laquelle les individus maximisent toujours leur gain individuel est remise en cause, la non-coopération prédit également dans les jeux de bien public et de bien commun non répétés avec des dilemmes sociaux est également rejeté.

La mise en place de certains leviers d'actions peut permettre de remédier à ces défaillances de comportement et promouvoir la sobriété énergétique.

En effet, la façon dont les décisions de consommation sont présentées aux individus est déterminante pour la réussite de la transition énergétique [Gillingham and Palmer, 2014]. Le conditionnement des consommateurs ou le framing peut donc considérablement influencer les choix des individus en retenant leur attention sur les informations qui sont présentées. De plus, si un complément d'informations donné aux consommateurs peut aider les individus à prendre des décisions sobres alors améliorer l'accès à l'information peut être un levier pour favoriser la sobriété de la consommation d'énergie. Par ailleurs, si l'inefficacité des informations est prouvée, l'utilisation des nudges pour la sobriété dans la consommation peut constituer également un bon levier.

Les expériences de notre thèse s'inscrivent dans ce champs d'étude des comportements de consommation énergétique des individus. Dans les chapitres suivants, nous mettrons en place des expériences contrôlées en laboratoire sur les leviers pouvant aider à contourner les

défaillances de comportementales et ainsi aider à maîtriser les demandes de consommation d'énergie.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les caractéristiques de la demande d'énergie qui n'est pas désirée pour elle-même mais plutôt pour les services qu'elle rend. Elle est désirée pour des fins de chauffage, de cuisson, d'éclairage, En effet, l'énergie ne peut donc pas être considérée comme un bien de consommation finale, mais plutôt comme un bien utilisé en combinaison avec une technologie de consommation pour produire des services énergétiques désirés par le consommateur. Nous avons également dans ce chapitre passé en revue plusieurs modèles de gestion de la demande de consommation d'énergie issues de différents champs de recherche (économistes, ingénieurs, sciences sociales). L'analyse de chacun de ces modèles montre que le secteur du résidentiel-tertiaire fait face à un problème de "*paradoxe d'efficacité énergétique*". L'existence d'un coût caché de l'investissement dans l'efficacité énergétique et l'asymétrie d'information peuvent expliquer ce paradoxe. Cependant, nous mettons également en avant d'autres freins à l'investissement dans la sobriété énergétique. En effet, la rationalité limitée des individus, l'hétérogénéité des individus, les préférences dépendantes des points de référence, les structures sociales, etc... peuvent conduire à une défaillance dans les décisions de consommation d'énergie des individus [Gillingham and Palmer, 2014].

Enfin, les littératures présentées nous ont permis de mettre en évidence dans ce chapitre les leviers d'actions capable d'inciter les individus à la sobriété. Le framing, les nudges, l'incertitude l'envoi d'informations supplémentaires (les variations de prix en temps réel : incitation financière, les externalités créées par les modes de consommation, les normes sociales,...) sont autant de leviers potentiellement efficaces pour favoriser la gestion des demande de consommation énergétique.

Les prochains chapitres de cette thèse tentent de mettre en évidence les conditions dans lesquelles les leviers tels que les incitations financières, le framing et le risque peuvent

inciter les usagers à la sobriété énergétique.

Chapitre 2

Incitations financières et effort de conservation d'énergie : Une analyse expérimentale

2.1 Introduction

Les tarifications dynamiques développées au chapitre précédent visent à rendre la demande plus flexible pour que la demande s'adapte à l'offre d'électricité disponible. Les prix doivent refléter les conditions de production de l'offre. L'hiver et aux heures de pointe, les prix doivent être plus élevés que l'été ou aux heures creuses. Le compteur intelligent peut transmettre en temps réel les prix de gros de l'énergie et permettre aux clients de s'adapter et de réaliser des économies. C'est du moins vrai en théorie. Les associations de protection des consommateurs objectent que ce système dynamique pourrait fragiliser encore davantage les plus fragiles (ménages âgés, handicapés, malades, contraints de passer beaucoup de temps chez eux) et les plus précaires (les ménages qui ont du mal à payer leur facture, et subiraient de plein fouet un hiver rigoureux avec des prix qui s'envolent).

Cependant la maîtrise de la consommation d'énergie reste un enjeu sociétal important, pour assurer l'équilibre du réseau, réduire l'épuisement des ressources et les émissions de CO₂. Aussi plutôt que de renoncer à piloter la demande, ce constat amène plutôt à proposer en complément une redistribution forfaitaire (fonction des caractéristiques socio-démo-économiques mais indépendante de la consommation) pour ne pas accroître la précarité énergétique.

Dans ce chapitre, nous n'allons pas jusqu'à la tarification dynamique, mais explorons comment inciter avec un système de bonus à maîtriser la consommation d'énergie en deçà d'un niveau « raisonnable ». Un certain nombre d'économie d'énergie sont réalisables avec des écogestes simples (arrêter les appareils en veille) ou consommer de manière plus raisonnée (diminuer la durée d'utilisation de nos nombreux appareils électriques). L'introduction d'un tel bonus, au-delà des informations fournies sur les consommations souhaitables, récompense la sobriété économique en diminuant le prix du *kWh* de la consommation électrique. Ce n'est pas à strictement parlé une tarification progressive des prix de l'électricité (où les prix du *KWh* seraient faibles pour les consommations de base et augmenteraient au fur et à mesure que la consommation augmente au-delà de ce seuil), mais bien une tarification à seuil incitant à la sobriété sur le même modèle.

L'assemblée nationale avait examiné un projet de loi visant la mise en place d'une tarification progressive avec l'attribution de bonus et de malus calculés à partir d'une

consommation « raisonnable » de référence évaluée en fonction des caractéristiques du ménage, de la situation géographique et du mode de chauffage. Mais le sénat avait rejeté le texte sans l'examiner sur le fond. L'opposition avait qualifié cette proposition d'usine à gaz et les opposants s'inquiétaient des impacts sur la précarité énergétique, bien que certaines mesures d'accompagnement étaient proposées pour que les factures diminuent en moyenne pour les ménages.

Ce type de mesure envoie pourtant un signal prix clair et pourrait servir de contrepoids à la pression sociale poussant à toujours consommer davantage de services numériques et à s'octroyer un confort supérieur à ce qui est strictement nécessaire (chauffage pour rester en tee-shirt l'hiver ou climatisation l'été par exemple). Elle renforcerait les campagnes de sensibilisation visant à promouvoir les gestes simples comme éteindre la lumière en quittant une pièce, abaisser la température de la pièce et ajuster l'utilisation du lave-vaisselle ou d'autres types d'équipement [Becker et al., 1981]. Une place plus importante est d'ailleurs aujourd'hui accordée à l'analyse des comportements et à la mise en place de mesures (campagne d'information, nudges, signaux) pour les orienter ([Allcott, 2011]; [Allcott, 2016]; [Hahn and Metcalfe, 2016]). Nous nous proposons de contribuer à la compréhension des facteurs incitatifs financiers avec des primes (mais pas de malus qui est mal accepté socialement) à l'aide de l'économie expérimentale. La sobriété économique se conquiert avec des gestes simples et répétitifs dans la durée. Pour prendre en compte le rôle de ces efforts quotidiens, l'expérience s'inspire des modèles dits de tâches à effort réel.

Le chapitre s'articule en neuf sections comme suit. Les premières sections sont consacrées à une revue de littérature et les derniers à l'expérience. Plus précisément, la section 2.2 présente deux grands courants de la théorie des incitations (approche en économie et en psychologie sociale). La section 2.3 définit les concepts de motivation intrinsèque et extrinsèque et analyse les conditions de succès des incitations mises en place. Le modèle de [Frey et al., 1998] est dérivé et met en évidence que les incitations ont des effets différents selon les niveaux des motivations internes et externes. La section 2.4 présente le protocole de l'expérience et son déroulement. La section 2.5 analyse les résultats et la section 2.6 conclut.

2.2 Théories des incitations

La question des effets des incitations financières sur le comportement des individus est traitée par les économistes et les chercheurs des autres sciences sociales. L'idée centrale qui domine la réflexion économique est que l'effort s'intensifie avec la rémunération financière. Les incitations monétaires sont perçues comme favorisant une meilleure réalisation des tâches ([Zimmerman, 2000] ; [Atkinson, 2001]). Ces réflexions ont émergé avec la question de la délégation de tâche et sa rémunération. Inciter à réduire la consommation d'énergie, à voter ou à réaliser d'autres gestes pro-sociaux à faibles impacts individuels, mais à fort effet collectif font partie des applications possibles.

Dans des situations d'informations imparfaites, l'agent dispose d'informations que le principal ne possède pas, par exemple sur son coût d'opportunité, sa compétence ou sur ses motivations internes à réaliser la tâche. Les objectifs, les attentes, les préférences... entre l'agent et le principal peuvent alors différer. La "théorie de l'agence" offre un cadre théorique d'analyse en économie ([Laffont and Martimort, 2009], [Hill and Jones, 1992], [Lambert, 2001]).

2.2.1 Les incitations en économie : la théorie d'agence

Conformément à cette théorie, le principal peut amener l'agent à exécuter la tâche qui lui est déléguée en établissant des incitations appropriées [Hill and Jones, 1992]. [Marschak, 1955] dans les années 50, soutenait déjà que les incitations prenaient en pratique la forme de primes offertes aux agents ou de punition. L'incitation proposée par le principal, en changeant la perception du coût de la tâche favorise un changement de comportement de l'agent [Benabou and Tirole, 2003]. Les primes ou subventions, les sanctions ou les taxes amènent les agents économiques à tenir compte des externalités engendrées par leur choix. Une incitation optimale implique une rémunération de la performance en fonction du niveau d'effort [Kunz and Pfaff, 2002]. L'agent arbitre entre le coût de son action et son utilité espérée (monétaire ou non telle que le prestige).

Même dans le cas d'une motivation interne pré-existante, [Steers, 1996] soutient que les incitations financières complètent les motivations internes.

Les autres sciences sociales reconnaissent aussi le pouvoir incitatif des récompenses

([Jenkins Jr, 1986], [Opsahl and Dunnette, 1966]).

2.2.2 La théorie des incitations en psychologie sociale

Cinq axes de travaux peuvent être distingués selon [Jenkins Jr et al., 1998].

2.2.2.1 La théorie de l'anticipation comportementale

La théorie de l'anticipation comportementale connue sous le nom anglo-saxon expectancy theory suggère que les incitations extrinsèques (taxes, primes, prix...) incitent les individus à fournir plus d'effort [Lawler, 1973]. L'effort augmente si le résultat visé est atteignable et si les récompenses financières sont assez élevées. [Vroom, 1995] en définissant la motivation comme une force qui pousse une personne à réaliser une tâche particulière, établit que la performance est influencée par deux facteurs :

- L'attente que l'action (l'effort) est récompensée (effort-outcome expectancy).
- L'attractivité du niveau de la rémunération.

Selon [Bonner and Sprinkle, 2002] , la motivation créée par ces deux facteurs induit à consentir le niveau d'effort nécessaire pour atteindre l'objectif fixé.

2.2.2.2 La théorie du renforcement

La théorie du renforcement soutient que lorsque l'agent est rémunéré en fonction de sa performance, son effort s'accroît ([Skinner, 1931] ; [Komaki et al., 1996]). La critique formulée contre cette théorie est qu'elle ne prend pas en compte l'existence des motivations intrinsèques ce qui conduit à se focaliser uniquement sur les tâches.

2.2.2.3 La théorie de la fixation d'objectif

La théorie de la fixation d'objectif (goal-setting theory) montre que les incitations financières favorisent l'acceptation des objectifs difficiles à atteindre par les travailleurs tout en améliorant leurs performances [Locke and Laslett, 1988]. Ils démontrent que fixer un objectif simple, mesurable, accessible, réalisable et défini dans le temps représente une source de motivation pour les individus. Ainsi, la mise en place des programmes d'incitations financières amène les individus à réaliser des tâches dans le but d'atteindre des objectifs bien définis. De plus, [Locke and Latham, 1990] soutiennent que les objectifs

privés sont les premiers déterminants et les précurseurs immédiats de l'effort. Cette littérature indique que les objectifs spécifiques et bien ciblés des individus conduisent à un plus grand effort comparativement aux objectifs vagues ou inexistantes. [Locke et al., 1981] proposent trois mécanismes par lesquels les incitations financières affectent l'effort. Premièrement, elles permettent aux individus de se fixer des objectifs lorsqu'ils n'en n'ont pas. Deuxièmement, les incitations monétaires pourraient amener les gens à se fixer des objectifs plus ambitieux qu'ils ne le feraient autrement ; ces objectifs conduisent à des efforts plus importants. [Abeler et al., 2011] montrent que la fourniture de l'effort dépend de la définition des objectifs : les efforts sont plus intenses si les attentes de performance sont élevées que si elles sont faibles. Enfin, les incitations monétaires peuvent donner lieu à un engagement plus élevé (et donc à un effort plus grand) que les schémas d'incitations non monétaires.

2.2.2.4 La théorie de l'évaluation cognitive

La théorie de l'évaluation cognitive, encore appelée auto-efficacité, proposée par [Bandura and Cervone, 1986, Bandura, 1991, Bandura, 1997] présente un mécanisme cognitif d'autorégulation lié à l'effort. En s'inspirant à la fois de la théorie de l'anticipation comportementale et de la théorie de fixation d'objectif, cette théorie explique davantage les facteurs cognitifs qui affectent l'effort. Elle donne par conséquent une explication plus fine des mécanismes. Le principal déterminant de l'effort est la croyance que les individus ont en leur capacité d'atteindre ou non un niveau spécifique de performance. [Bandura, 1997] présente la relation générale entre les incitations monétaires et l'auto-efficacité de la façon suivante.

Les incitations monétaires conduisent à une augmentation de l'intérêt que les individus portent aux tâches et par conséquent, elles accroissent l'effort qu'ils fournissent. Ainsi, l'auteur conclut qu'une amélioration de l'auto-efficacité favorisée par la mise en place des incitations financières peut être observée par le biais d'une augmentation du niveau de l'effort.

2.2.2.5 La théorie de l'équité

La théorie de l'équité avance l'idée selon laquelle les individus sont motivés à effectuer une tâche s'ils jugent que leur effort est rémunéré à sa juste valeur.

Très tôt en psychologie sociale, les théories de l'évaluation cognitive questionnent l'effet positif des incitations sur le niveau d'effort exercé par les individus ([Deci, 1971], [Deci and Ryan, 1985a]). En effet, les motivations internes à elles seules sont généralement assez puissantes pour inciter les individus à effectuer un effort constant même en l'absence d'incitations financières. De plus, ils avancent que même si un niveau élevé d'incitations financières pourrait conduire les individus à effectuer un effort plus important, cela n'induirait pas forcément une amélioration de leurs performances, surtout dans le cas où il serait nécessaire de faire des choix spontanément rationnels ([Camerer et al., 1999], [Bonner et al., 2000]).

Nous concluons cette discussion avec les limites de ces théories. La théorie de l'agence peine à expliquer les cas où les tâches sont coûteuses et ne rapportent pas un bénéfice personnel élevé à l'agent. Par exemple, comment expliquer avec une analyse comparant les coûts et les bénéfices pourquoi les gens consacrent du temps à aller voter sachant que la probabilité pour que leur action influence le résultat final des élections est véritablement faible. Il en est de même pour les économies d'énergie ou le tri des déchets. La psychologie sociale que nous avons vu ensuite propose d'autres pistes : les valeurs, les motivations internes de chacun influenceraient fortement nos décisions et nos actes. Elle reconnaît en outre que les incitations externes peuvent modifier le sens donné aux actions ([Frey et al., 1996], [Frey, 1999]).

2.3 Motivations internes et incitations externes

[Deci, 1971] a été le premier à démontrer que les récompenses monétaires peuvent évincer les motivations internes des individus à exécuter une tâche. Dans son analyse de nature expérimentale, les sujets étaient invités à effectuer une activité à tâche réelle (reproduire en utilisant les pièces de puzzle, diverses formes qui avaient été dessinées sur un papier). Deux groupes avaient été formés : un groupe de contrôle et un groupe traité. Le temps nécessaire pour reproduire chaque forme était enregistré. Au cours de la première session, le groupe de contrôle ainsi que le groupe traité n'ont pas été payé. Au cours de la seconde session, les sujets du groupe traité ont reçu une rémunération de 1 dollar pour chaque tâche exécutée alors que les sujets du groupe de contrôle n'ont reçu aucun paiement. Lors de la troisième session, aucun des deux groupes n'a été rémunéré. L'exposition

des individus aux incitations monétaires extrinsèques évince les motivations intrinsèques. La motivation est donc duale : intrinsèque et extrinsèque ([Deci, 1971], [Deci, 1972]).

— **Définition de la motivation intrinsèque :**

([Deci, 1971] p. 105) donne la définition suivante de la première : "On dit qu'une personne est intrinsèquement motivée pour exécuter une tâche lorsqu'elle ne perçoit pas de rémunération apparente, hormis le plaisir tiré de la réalisation de la tâche".

[Pelletier and Vallerand, 1993] définissent quant à eux les motivations intrinsèques comme la force intérieure qui amène à effectuer une activité de son propre gré et par intérêt pour la tâche.

— **Définition des incitations extrinsèques :**

Les incitations extrinsèques représentent le niveau d'engagement avec lequel les individus vont réaliser un surcroît de travail, conditionné par les incitations. Ces dernières regroupent tout ce qui est extérieur aux individus (salaire, prime, taxes).

— **Effet d'éviction des motivations internes par des incitations externes :**

[Titmus, 1971], à propos de la décision de donner de son sang, a montré que payer les individus serait contreproductif et détruirait les valeurs sociales qui ont une très grande importance dans la conduite et les choix de vie des individus. Des récompenses monétaires pourraient les décourager partiellement voire totalement de donner leur sang. Par ailleurs, [Lepper and Greene, 1978] ont mis en évidence que les récompenses financières ont des conséquences négatives sur les motivations intrinsèques. Ils évoquent ainsi un "coût caché de la récompense". Les incitations monétaires focalisent l'individu sur les récompenses externes (primes, prix, revenu) que procurent la réalisation des tâches réelles. Elles diminuent les motivations intrinsèques et ainsi pourraient conduire à une baisse du niveau d'effort ([Deci et al., 1981] ; [Deci and Ryan, 1985b]).

[Bonner et al., 2000] recensent 131 expériences dans plusieurs disciplines, examinant comment le type de tâche et les schémas d'incitations interagissent et affectent la per-

formance des individus. Les incitations financières ne conduisent à une augmentation de l'effort et à une amélioration de la performance que dans la moitié des études analysées. De plus, [Prendergast, 1999], [Richard A. Guzzo, 1985] ont effectué une méta-analyse des études expérimentales de terrain consacrées à différents schémas de motivations, y compris des incitations financières. Ils arrivent à la conclusion que ces incitations monétaires ont des effets très variés et que leur effet moyen n'est pas significativement différent de zéro. Ces études empiriques montrent un effet ambigu des motivations financières sur l'effort et la performance ([Ashton, 1990]; [Libby and Lipe, 1992]).

En général, la population se dit favorable à la cause environnementale. Mais les sondages montrent que l'intention de contribuer à un bien public ne conduit pas nécessairement à une réelle contribution à ce bien public. Par exemple, 75% des sondés en Europe ([Eurobarometer, 2008] déclarent être prêts à acheter des produits respectueux de l'environnement mais seuls 17% d'entre eux l'ont réellement fait au cours du mois précédant l'enquête. Pour réduire cet écart, entre l'intention (motivation interne) et l'acte lui-même, la théorie de l'agence propose d'utiliser des incitations extrinsèques pour motiver les agents à passer à l'acte. Comme nous avons commencé à le voir, les motivations ne sont pas simplement additives mais interagissent l'une avec l'autre.

Dans un modèle théorique simple qui permet une prise en compte de l'interaction possible entre l'effet relatif des prix et l'effet des motivations internes, [Frey et al., 1998] démontrent que sous des conditions spécifiques, les incitations externes peuvent évincer les motivations internes des individus à exécuter certaines tâches.

2.3.1 Le rôle de la motivation interne

[Frey et al., 1998] utilisent un modèle principal-agent pour analyser l'impact des récompenses externes sur le comportement des individus. Typiquement, le principal propose une récompense E à l'agent afin d'améliorer sa performance P dans la réalisation des tâches. Ils opposent deux cas extrêmes : les individus répondant uniquement à un type d'incitations, extrinsèques ou intrinsèques.

- Un agent représentatif choisit sa performance en comparant les bénéfices et les coûts qui émanent de l'activité. La variation marginale du bénéfice B ainsi que du coût par rapport à la performance P sont toutes deux positives. Formellement :

$$\partial B / \partial P \equiv B_p \succ 0$$

et

$$\partial C / \partial P \equiv C_p \succ 0$$

- Les récompenses externes E du principal influencent les bénéfices B et les coûts C des individus. Précisément, la fonction de bénéfice B est à rendement décroissant alors que celle de coût est à rendement croissant :

$$B = B(P, E); B_{PP} \prec 0$$

et

$$C = C(P, E); C_{PP} \succ 0$$

- Un agent rationnel choisit le niveau optimal de performance P^* qui égalise son bénéfice marginal et son coût marginal :

$$B_P = C_P$$

Cette condition permet à l'agent de maximiser son bénéfice net ($B - P$).

Par ailleurs, la condition d'égalité du bénéfice marginal et du coût marginal de l'agent indique que lorsque le principal change le niveau de la récompense externe E , le niveau de performance optimal choisi par l'agent varie selon l'équation suivante :

$$B_{PE} + B_{PP} \cdot \frac{dP^*}{dE} = C_{PE} + C_{PP} \cdot \frac{dP^*}{dE}$$

En arrangeant cette équation, on obtient l'expression suivante :

$$\frac{dP^*}{dE} = \frac{B_{PE} - C_{PE}}{C_{PP} - B_{PP}} \stackrel{\leq}{\succ} 0$$

Le dénominateur de cette expression est toujours positif : $C_{PP} - B_{PP} \succ 0$. Le signe

de $\frac{dP^*}{dE}$ dépend donc de celui de $B_{PE} - C_{PE}$.

Selon les valeurs relatives de B_{PE} et de C_{PE} , on distingue trois effets des récompenses externes :

1. Si $B_{PE} = \text{constant}$ et $C_{PE} \prec 0$ alors $B_{PE} - C_{PE} \succ 0$.

En effet, la motivation interne des individus à exécuter la tâche peut être soit constante soit inexistante ($B_{PE} \stackrel{cst}{=} 0$).

L'octroi d'une récompense accroît le coût d'être paresseux et diminue celui de l'effort. Ainsi, le coût marginal supporté par l'individu diminue avec la récompense E : $C_{PE} \prec 0$. Cet effet est appelé "**effet discipline**" ou "**effet relatif du prix**" de la récompense.

Ces deux conditions assurent un effet toujours positif des récompenses externes sur le comportement des agents :

$$\frac{dP^*}{dE} \succ 0$$

Cet effet est appelé : le "**crowding-in effect**".

2. Si $B_{PE} \prec 0$ et $C_{PE} = 0$ alors $B_{PE} - C_{PE} \prec 0$.

Cependant, si le bénéfice marginal tiré de l'exécution de la tâche par l'agent est négatif ($B_{PE} \prec 0$), il existe un effet "**crowding-out effect**". Si l'effet relatif de prix des récompenses externes est nul ($C_{PE} = 0$) et le bénéfice marginal tiré de l'exécution de la tâche est réduit avec les récompenses ($B_{PE} \prec 0$), une récompense externe réduit la performance des agents. Dans ce cas, $\frac{dP^*}{dE} \prec 0$.

3. Si B_{PE} et C_{PE} sont tous deux négatifs alors l'effet d'une prime E sur la performance est ambigu ($B_{PE} - C_{PE} \stackrel{?}{\prec} 0$).

Le bénéfice marginal que l'agent tire de la réalisation de la tâche ainsi que le coût marginal associé à la tâche dépendent négativement de E : $B_{PE} \prec 0$ et $C_{PE} \prec 0$.

$\frac{dP^*}{dE}$ est alors de signe indéterminé et dépend de l'effet dominant entre B_{PE} et C_{PE} .

Ce modèle sur les interactions entre les incitations (financières ou régulations) et les motivations internes marque le début d'une riche réflexion sur la théorie des incitations en économie. On retiendra que les incitations externes doivent être utilisées avec précaution si les individus ont une certaine motivation interne à exécuter la tâche [Frey, 2002].

Les concepts de "**crowding-out effect**" et de "**crowding-in effect**" découlent de la condition de premier ordre mais leur origine n'est pas très claire. Il faut attendre le modèle de [Benabou and Tirole, 2003] pour avoir une interprétation découlant d'une asymétrie d'information avec un modèle du principal informé.

2.3.2 Le rôle de l'asymétrie d'information

[Benabou and Tirole, 2003] supposent que le principal possède plus d'information que l'agent sur la tâche, ses conséquences ou sur la capacité de l'agent à l'accomplir. La perception que l'agent a du coût vient de ses propres informations et de ce qu'il infère de la récompense incitative. Il exécute la tâche si et seulement si le signal reçu dépasse un certain seuil (le gain doit être supérieur au coût). [Benabou and Tirole, 2003] identifient deux effets désincitatifs d'une récompense externe :

1. **L'effet de confiance** : l'agent peut réduire son effort s'il perçoit la prime comme un signal de défiance de la part du principal.
2. **L'effet de profitabilité** : l'agent peut être amené à réduire son effort s'il interprète la récompense comme un signal de la difficulté qu'il aura à mener à bien la tâche ou de son incapacité à se prendre en charge.

2.3.3 Le rôle du regard des autres

[Benabou and Tirole, 2006] proposent une théorie du comportement pro-social combinant l'hétérogénéité du degré d'altruisme et la quête de réputation sociale (ou d'estime de soi). Certains sont naturellement altruistes (font le bien de manière désintéressée). D'autres sont altruistes davantage par besoin de signaler qu'ils sont généreux ou courageux. Ainsi on distingue trois types de motivations :

- Intrinsèque : générosité, altruisme ;

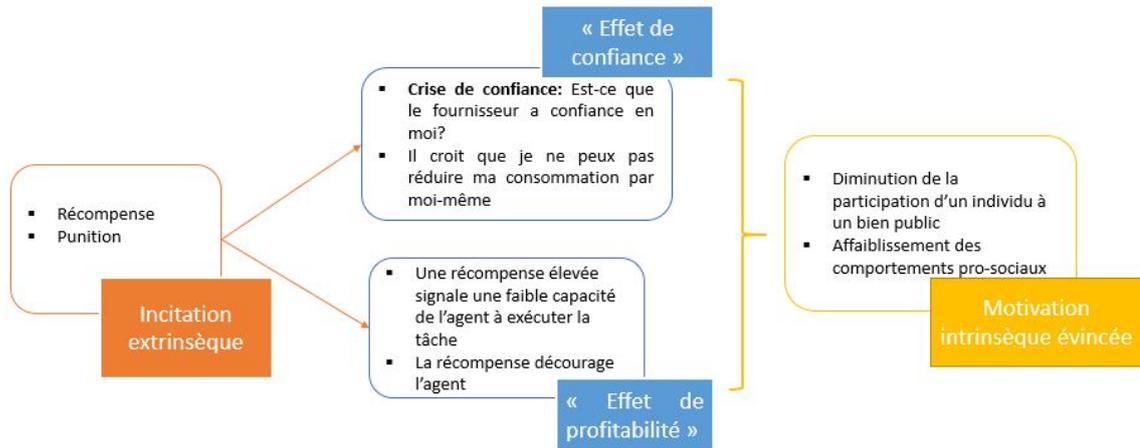


FIGURE 2.1 – Mécanisme d'éviction de la motivation intrinsèque en information asymétrique. Source : représentation de l'auteur à partir de [Benabou and Tirole, 2003]

- Extrinsèque : matérielles (récompenses, cadeaux, punition) ;
- Réputationnelle : sociale (estime de la famille, des amis ou des collègues) et auto-réputation (estime de soi).

Ce modèle reprend la thèse des psychologues que la récompense monétaire change la signification sociale des actions. Si les individus sont observés et si la récompense est trop élevée, elle peut évincer la motivation réputationnelle en jetant le discrédit sur les intentions réelles (altruisme ou cupidité motivée par la récompense). Le problème vient de l'extraction de signal sur les motivations de l'individu.

[Mellstrom and Johannesson, 2008] offrent, dans leur expérience la possibilité aux sujets d'effectuer des examens physiques nécessaires pour donner leur sang. Le but de l'expérience est de voir leur attitude face à l'activité du don de sang et de mesurer leur disposition à entreprendre ces examens. Trois groupes sont formés. Un premier regroupe des sujets à qui on ne propose pas de récompense. Le second groupe, reçoit une récompense de 7 dollars en dédommagement de l'examen. Dans le dernier traitement, la possibilité est offerte aux sujets qui acceptent de passer les examens de choisir entre recevoir une récompense de 7 dollars ou permettre à une association caritative de recevoir 7 dollars. Aucune différence statistiquement significative n'est observée entre les trois groupes de leur expérience. Ce résultat semble contredire ceux de [Titmus, 1971] qui avaient mis en évidence un effet d'éviction. La différence vient en fait du comportement des femmes. La récompense exerce un effet d'éviction uniquement chez les femmes. Le pourcentage

de femmes qui acceptent de passer les examens chute de 52% à 30% avec la récompense financière dans le groupe 2 (alors qu'il n'y a pas d'effet sur le groupe 3). La récompense n'affecte en revanche pas de façon significative le comportement des hommes.

[Ariely et al., 2007] examinent l'impact des récompenses sur l'image sociale des individus (image renvoyée aux autres personnes) en testant deux hypothèses :

1. Motivation liée à l'image : l'augmentation de la visibilité des choix de l'agent, augmente le nombre d'actions pro-sociales entreprises.
2. Efficacité des récompenses extrinsèques : une récompense extrinsèque n'est pas efficace lorsque les actions pro-sociales ont une grande visibilité.

Leur protocole expérimental suit trois critères : (1) La tâche pro-sociale doit avoir des implications claires en termes d'image sociale en permettant de signaler des traits personnels; (2) la décision de l'agent doit être rendue publique ou ne pas être révélée aux autres participant : elle est dans ce cas privée (déterminée de façon exogène); (3) les incitations extrinsèques monétaires doivent être déterminées de manière exogène et connues du public.

Les résultats sont les suivants. Les récompenses financières ont significativement augmenté l'effort des sujets lorsque les efforts étaient observables mais pas les récompenses. A l'inverse, lorsque les efforts étaient observables mais qu'il était d'information commune que des récompenses étaient attribuées, l'impact marginal des motivations monétaires diminuait. Une action pro-sociale sans contrepartie monétaire, permet de bénéficier d'une aura d'altruisme. La valeur de l'image sociale en revanche diminue en présence de récompense.

[Gneezy and Rustichini, 2000b] les sanctions externes peuvent aussi être mal interprétées. Ainsi la mise en place d'une amende sanctionnant les retards dans une garderie a aggravé la situation. Les parents ont en effet considéré qu'ils compensaient par l'amende le retard, et achetaient donc le droit d'être en retard. Des nudges avec des affichages sur le pourcentage de parents à l'heure et donc respectueux du personnel a eu plus d'effet en mettant en avant les normes sociales et en activant la motivation réputationnelle.

2.3.4 L'importance du prix juste

Une récompense trop élevée peut avoir un effet négatif comme nous venons de le voir. Qu'en est-il d'une rémunération trop faible ?

[Gneezy and Rustichini, 2000a] dans une expérience de terrain dans laquelle les étudiants sont chargés de collecter des fonds en faisant du porte à porte pour une association de bienfaisance, analysent l'effet d'un niveau faible de rémunération sur l'effort. Pour cela, ils forment à partir de 180 étudiants, trois groupes. Le premier groupe sert de groupe de contrôle. Dans ce premier groupe, il est simplement présenté aux étudiants l'importance de leur action pour la société. En plus de cette explication, l'expérimentateur promet aux étudiants du deuxième groupe qu'un pourcentage de 1% de la totalité du montant collecté leur sera reversé. Le protocole est le même pour le troisième groupe avec une participation de 10%, plutôt que 1% du montant collecté. Les participants des trois groupes sont également informés que le montant total de leur collecte sera révélé publiquement.

Le montant moyen collecté par le groupe n'ayant reçu aucune promesse de rémunération financière est supérieur à celui récolté par ceux qui ont reçu une promesse de rémunération financière de seulement 1% du total du montant. Par ailleurs, le montant moyen récolté par le troisième groupe est supérieur au montant moyen récolté par le deuxième, mais reste inférieur à celui du premier groupe. La rémunération monétaire a eu un effet contreproductif sur l'effort, d'autant plus prononcé que la récompense était faible.

En résumé, le débat sur le rôle des incitations extrinsèques a été enrichi grâce à la psychologie sociale. Les économistes ont revisité le modèle "principal-agent" et ont analysé l'interaction entre les deux composantes de la motivation. Les incitations extrinsèques encouragent l'effort, mais peuvent être contreproductives dans certaines conditions ([Frey et al., 1998] [Benabou and Tirole, 2003], [Benabou and Tirole, 2006], [Gneezy et al., 2011], [Gneezy and Rustichini, 2000b], [Ariely et al., 2007]).

- - En présence d'asymétrie d'information, les récompenses peuvent être interprétées par les agents comme un manque de confiance en leur compétence ou de leur bonne volonté.

- - En l'absence d'asymétrie d'information, une récompense monétaire publique peut nuire à la réputation de l'agent. L'intensité de l'effet dépend de l'intensité du caractère public des actes. Une rémunération financière trop petite détruit la motivation interne et est contre-productive.

Après cette revue de littérature, nous présentons notre contribution avec l'analyse d'impact d'un système de prime sur la consommation d'électricité.

2.4 Récompenses financières : une analyse expérimentale, le cadre général

Nous passons en revue le cadre théorique et les hypothèses, nous présentons le contexte et le déroulement de l'expérience. Les résultats et la conclusion feront l'objet de sections suivantes.

2.4.1 Hypothèses

Une réduction de la consommation électrique est non seulement bénéfique pour le gestionnaire de réseau (rationalisation des dépenses de développement du réseau de distribution et des capacités de production) et la société (conservation des ressources et limitation des émissions de gaz à effet de serre) mais aussi pour le consommateur (réduction de la facture d'électricité). Il existe une possible motivation intrinsèque à la sobriété énergétique (pécuniaire ou environnementale), réputationnelle et extrinsèque en présence de récompenses. Ces différentes formes de motivation sont susceptibles d'être distribuées de façon hétérogène dans la population, avec des ménages avec des motivations intrinsèques nulles et d'autres très élevées (comme dans [Frey et al., 1998]).

Le fournisseur d'électricité dispose de statistique sur les consommations types des ménages de même composition socio-économique et logés dans le même type de bâtiments. L'agent peut considérer que son fournisseur dispose d'information sur les efforts nécessaires et le retour sur efforts qu'il ne possède pas lui-même. Mais il ne s'imaginera vraisemblablement pas que le principal est en mesure d'inférer sa capacité à être sobre (effet de confiance).

Si l'agent ne perçoit pas une asymétrie d'information, que prédit le modèle précédent ? Les récompenses externes devraient inciter à l'effort dans le court terme. Mais elles pourraient réduire les efforts consentis à plus long terme, si les aspects monétaires évincent partiellement ou totalement les motivations internes. La consommation d'énergie n'est pas facilement observable par le grand public et l'aspect réputationnel se résume sans doute en grande partie à l'auto-estime.

Rappelons, maintenant, les théories des incitations qui serviront de base à notre analyse.

Premièrement, la théorie de fixation d'objectif (« goal-setting theory ») montre que les récompenses externes peuvent permettre aux individus de se fixer des objectifs à atteindre lorsqu'ils n'en ont pas [Locke et al., 1981].

Deuxièmement, s'il n'y a pas asymétrie d'information et que les choix de l'agent ne sont pas rendus publics, le modèle d'"extraction de signal" prévoit que les individus font plus d'effort lorsqu'ils reçoivent des récompenses financières ([Bénabou and Tirole, 2006], [Ariely et al., 2007]).

Nous mettons en œuvre un protocole sans supposer l'existence d'asymétrie d'information. Le système de prime est forfaitaire, non actualisable et non révisable au cours des périodes. Les agents n'ont pas intérêt à s'engager dans des comportements stratégiques. Quatre niveaux de prime d'encouragement aux usages vertueux de l'énergie sont proposés selon le niveau d'effort atteint. Notre objectif est de savoir si l'utilisation d'une prime permet de favoriser ou non les efforts des individus. Avant de décrire le protocole de l'expérience, il est utile de donner des éléments de contexte sur les motivations à l'origine de ce travail.

2.4.2 Éléments de contexte

Le gestionnaire d'un immeuble à énergie positive souhaite encourager les habitants à consommer de façon raisonnable l'énergie au sein de leur logement. Il souhaite savoir si l'utilisation d'une prime permettrait de favoriser les efforts en matière de sobriété énergétique. Un bonus forfaitaire, non actualisable et non révisable, serait calculé en fonction de la consommation d'énergie sous le contrôle du locataire, par rapport à un niveau de référence fourni. La consommation d'énergie de référence serait propre à chaque logement. Elle serait calculée en tenant compte de paramètres tels que l'orientation du logement, l'étage où il se situe, la superficie du logement, la taille du ménage et la performance énergétique des appareils électroménagers

Quatre niveaux de prime d'encouragement aux usages vertueux de l'énergie seraient octroyés en fonction de l'écart entre la consommation réelle et la consommation de ré-

férence du locataire du logement. Pour une consommation réelle correspondante à la consommation énergétique de référence, le locataire recevrait la prime maximale qui est égale à 30% de la facture énergétique de référence. Pour une consommation réelle jusqu'à 7.5% au-dessus du niveau de référence, la prime reçue serait égale à 75% de la prime maximale. Pour une consommation réelle jusqu'à 15% au-dessus du niveau de référence, le montant de la prime offert serait égal à 50% de la prime maximale et pour une consommation réelle jusqu'à 30% au-dessus de la référence, la prime obtenue serait égale à 25% de la prime maximale. Nous avons mis en place un protocole expérimental inspiré par cette problématique.

2.4.3 Le principe général de l'expérimentation

Dans l'expérience en laboratoire, nous traiterons tous les sujets de manière homogène (nous ne leur fixons pas des objectifs de sobriété différents, comme nous devrions le faire sur une expérience de terrain avec des ménages hétérogènes). Pour modéliser l'effort de conservation d'énergie, nous leur proposons de réaliser des tâches répétitives. Les efforts des participants ne sont observés que par eux-même ; ils ne peuvent pas signaler aux autres participants leurs efforts. Pour tenir compte de l'externalité positive de conservation d'énergie, les sujets sont informés qu'une association recevra une subvention proportionnelle aux efforts qu'ils auront fournis.

De façon pratique, l'expérience se déroule comme suit. Les sujets participent à un jeu sur ordinateur. Ils ont une heure pour réaliser des tâches qui consistent à déplacer des ampoules de gauche à droite. L'ordinateur de chaque participant est relié à un ordinateur central. Toute l'expérience se déroule de façon anonyme et dure 60 minutes. Une réduction de consommation d'énergie entraîne un effort (le déplacement des ampoules est fastidieux). Le gain dépend du nombre périodes validées. Pour valider une période, il faut déplacer cinquante ampoules de la gauche vers le cadre placé à droite (voir la figure 2.2). Ce jeu ne nécessite donc pas de connaissances particulières mais seulement de la persévérance.

Afin de sensibiliser les sujets à l'impact positif sur la société de leurs efforts, 5% des gains générés par les sujets sont reversés à une association étudiante pour l'environnement. Ce montant n'est pas soustrait de leur propre gain. La tâche proposée a ainsi pour les sujets, des implications claires en termes de promotion des actions pro-environnementales.

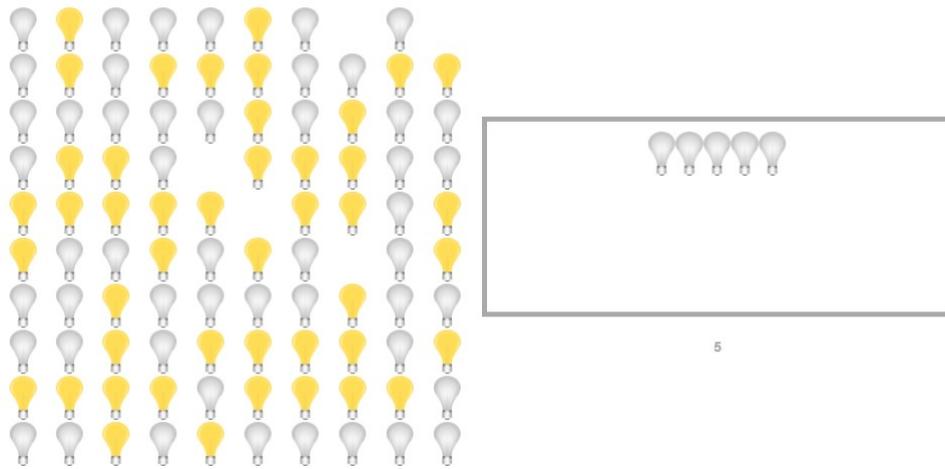


FIGURE 2.2 – Période de 50 ampoules à éteindre
Source : sortie ztree

À tout moment les participants peuvent choisir d'arrêter de déplacer les ampoules. Ils ont alors le loisir de surfer sur internet sur leurs sites préférés. S'ils arrêtent de travailler, en revanche, ils ne seront plus rémunérés pour les déplacements d'ampoule. Le coût d'opportunité du loisir est donc la rémunération du travail à laquelle ils renoncent.

2.4.4 Déroulement de l'expérience

L'expérience s'est déroulée au laboratoire d'économie expérimentale de l'Université Catholique de Lille, l'Anthropolab, entre le 18 et le 22 mai 2017. La plupart des sujets étaient des étudiants Lillois qui n'avaient pas encore participé à ce genre d'expériences. Quatre sessions ont été tournées avec un total de 70 sujets. Les sujets ont été payés de manière individuelle à l'issue de chaque session et ont gagné en moyenne 18.84 euros en incluant le forfait pour participation. Les sessions ont duré 75 minutes en moyenne en incluant la lecture des instructions et le paiement.

Les participants ont été aléatoirement divisés en 2 groupes : un groupe qui n'avait pas accès au système de prime (40 participants) et un groupe qui avait la possibilité d'obtenir une prime en fonction du nombre de périodes de déplacements d'ampoules validées (30 participants). Chaque période validée (correspondant à cinquante déplacements d'ampoule) permet aux participants des deux groupes de gagner 50 points qui sont ensuite convertis en euros. Le bénéfice marginal de l'effort fourni par période validée décroît

avec le système de rémunération choisi. En effet, le montant payé au sujet décroît de 20% toutes les cinq périodes. Ce système reproduit le bénéfice marginal décroissant des économies d'énergie (les premiers kWh économisés permettent des économies à faible coût de confort, les suivants de moins en moins). Par ailleurs, en plus de cette rémunération marginale par période validée, les membres du second groupe peuvent recevoir un niveau de prime en fonction des niveaux de seuil atteints. Les fonctions théoriques de gain du premier groupe et du second groupe sont représentées sur la figure 2.3.

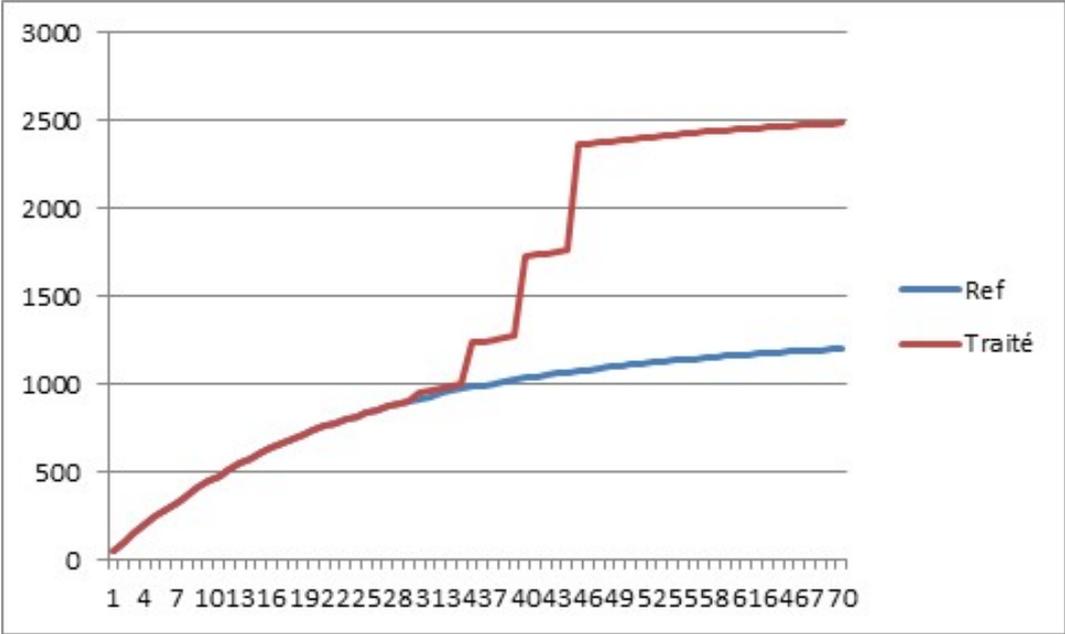


FIGURE 2.3 – Fonction théorique des gains en fonction du nombre de périodes validées avec et sans prime
 Source : auteur

Les instructions présentées à chaque groupe (sans et avec prime) sont résumées ci-dessous (voir l'annexe 2 et 3 pour le document complet).

2.4.5 Instructions Générales

Dans cette expérience, une période est définie comme une page écran comportant cinquante tâches. Pour valider une période et passer à la suivante, les cinquante tâches doivent être réalisées avec succès. Chaque tâche consiste à éteindre une ampoule en la déplaçant de gauche à droite.

Le gain des sujets pour cette expérience est proportionnel au nombre de périodes effectivement validées. Les 5 premières périodes validées leur rapportent 50 points chacune. Les 6 à 10, 11 à 15, 16 à 20, 21 à 25 et 26 à 30 sont respectivement rémunérées à 40 points, 32 points, 26 points, 20 points et 16 points chacune.

Leur gain pour 30 périodes est donc égal à : $(5 \times 50 \text{ points}) + (5 \times 40 \text{ points}) + (5 \times 32 \text{ points}) + (5 \times 26 \text{ points}) + (5 \times 20 \text{ points}) + (5 \times 16 \text{ points}) = 920 \text{ points}$.

De plus, nous nous engageons à verser un montant égal à 5% du gain des sujets à une association étudiante de l'Université qui encourage les comportements environnementaux (association Eco-geste). Bien entendu, cette subvention n'est pas soustraite de leurs gains, mais prélevée sur le budget de l'Anthropolab. L'association Eco-geste s'occupe de promouvoir les actions pro-environnementales sur le campus par des campagnes de sensibilisation et d'information.

Les sujets ont 60 minutes pour réaliser autant de périodes qu'ils souhaitent. Chaque période se déroule de manière identique.

Toutes les 5 périodes, l'écran récapitulatif fournit un point sur les gains en euro pour chaque sujet. Une fois ce récapitulatif validé, un deuxième écran apparaît. Les participants ont alors deux possibilités : entamer la période suivante ou aller sur internet.

S'ils optent pour cliquer sur le bouton Allez sur Internet, ils ne peuvent plus alors accomplir de tâche. Cette décision devient irréversible. Personne ne sait quelle option les sujets ont choisi.

Dans le groupe avec prime, les sujets reçoivent en plus de la rémunération obtenue grâce à leur effort, une prime à partir de 30 périodes validées.

Un premier niveau de prime (égal à 28 points) est versé pour 30 périodes validées, un second niveau (égal à 111 points) pour 35 périodes, un troisième (égal à 222 points) pour 40 périodes et un dernier niveau (correspondant à la prime maximale égal à 296 points) pour 45 périodes validées et plus (figure 3.11).

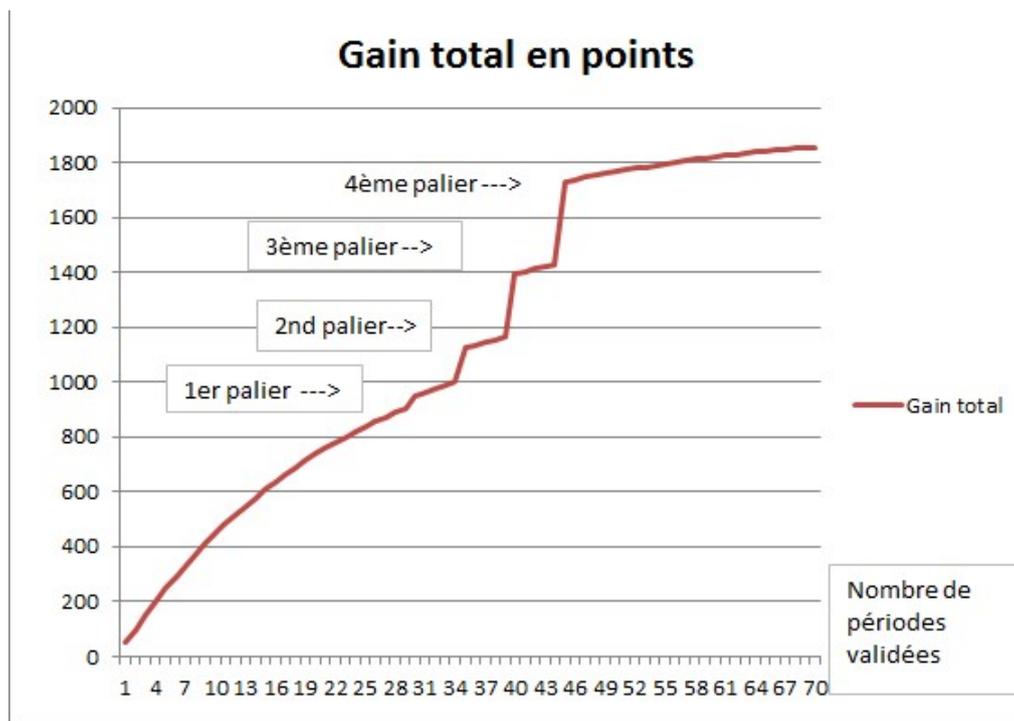


FIGURE 2.4 – Fonction théorique des gains du groupe avec prime en fonction du nombre de périodes validées.

Source : auteur

A la fin de l'expérience, les participants doivent compléter un questionnaire sur leurs habitudes et leurs sensibilités environnementales mais aussi la raison qui les a poussés à valider des périodes (voir annexe).

Nous testons à travers cette expérience les hypothèses suivantes :

1. 1. Le niveau d'effort des individus augmente avec l'introduction d'une prime. La rémunération extrinsèque n'évince pas complètement la motivation intrinsèque.
2. 2. Les différents seuils de la prime influencent le niveau d'effort des individus. Ces seuils jouent le rôle d'ancrage (goal-setting theory [Locke et al., 1981]).

Notre expérience se focalise sur le nombre maximal de périodes validées par les deux groupes afin d'évaluer l'impact de la prime sur l'effort des sujets. Nous nous sommes également intéressés non seulement à l'effet de l'introduction d'une prime sur le comportement des sujets, mais également à l'impact de notre système de prime par palier sur la motivation des sujets à valider les périodes.

Les prochaines sections présentent les résultats de notre expérience.

2.5 Résultats de l'expérience

Le nombre moyen de périodes validées par le groupe avec prime est de 46 contre 48 pour l'autre groupe. La différence n'est pas statistiquement significative (figure 2.5).

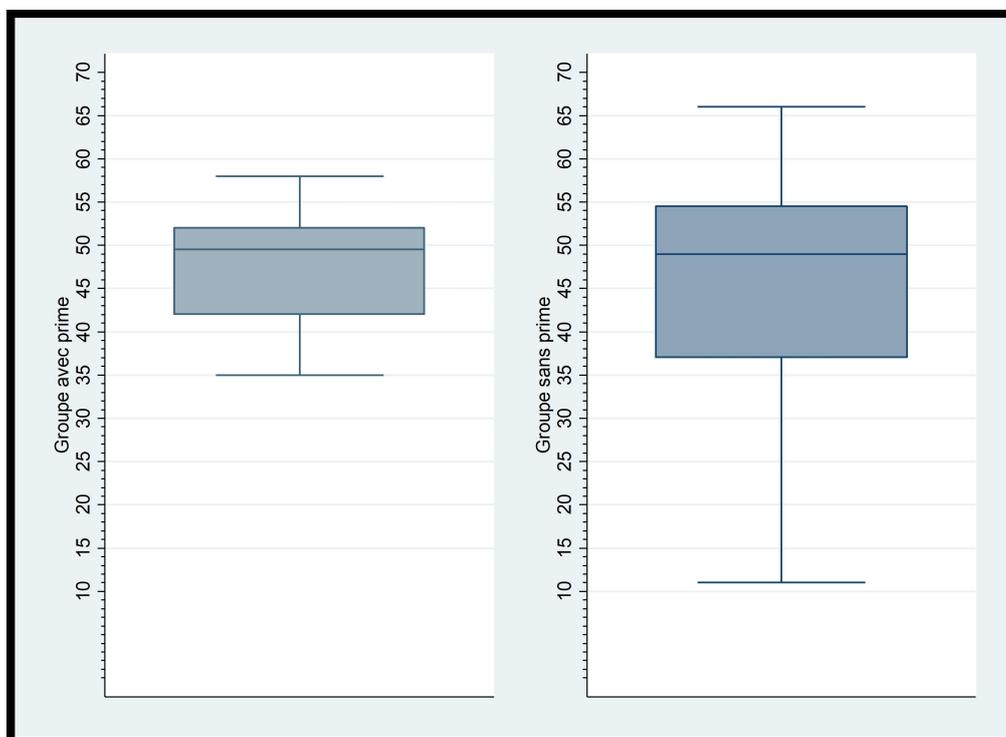


FIGURE 2.5 – Box plot du nombre de périodes validées avec et sans prime.
Source : auteur

Cette figure 2.5 présente la distribution du nombre de périodes validées selon que le groupe a reçu ou non la prime. Les deux distributions représentées montrent qu'il n'y a pas de nombre de périodes validées atypiques dans les deux groupes. Aussi, il n'est pas observé une différence du nombre de périodes validées entre les deux groupes (médiane à 49,50 pour le groupe avec prime et 49 pour le groupe sans prime). Cependant, l'écart inter-quartile est plus grand pour le groupe sans prime que pour le groupe avec prime. La distribution de ce groupe sans prime semble également plus dissymétrique.

Le test de Wilson-Mann-Whitney nous permet de confirmer qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'effort consenti dans le groupe avec prime et dans le groupe sans prime ($p - value = 0,9668$). Dans les deux groupes, l'effort moyen (mesuré par le nombre d'ampoules éteintes) est similaire.

Les fonctions de densité des deux groupes présentés sur la figure 2.6 montrent aussi ce résultat. La figure 2.6 montre que le nombre de périodes minimum validées par tous les participants du groupe qui peuvent avoir une prime est égal à 35, ce qui correspond au deuxième seuil de la prime. Alors que dans le groupe sans prime, 7 participants sur 40 ont validé entre 11 et 33 périodes.

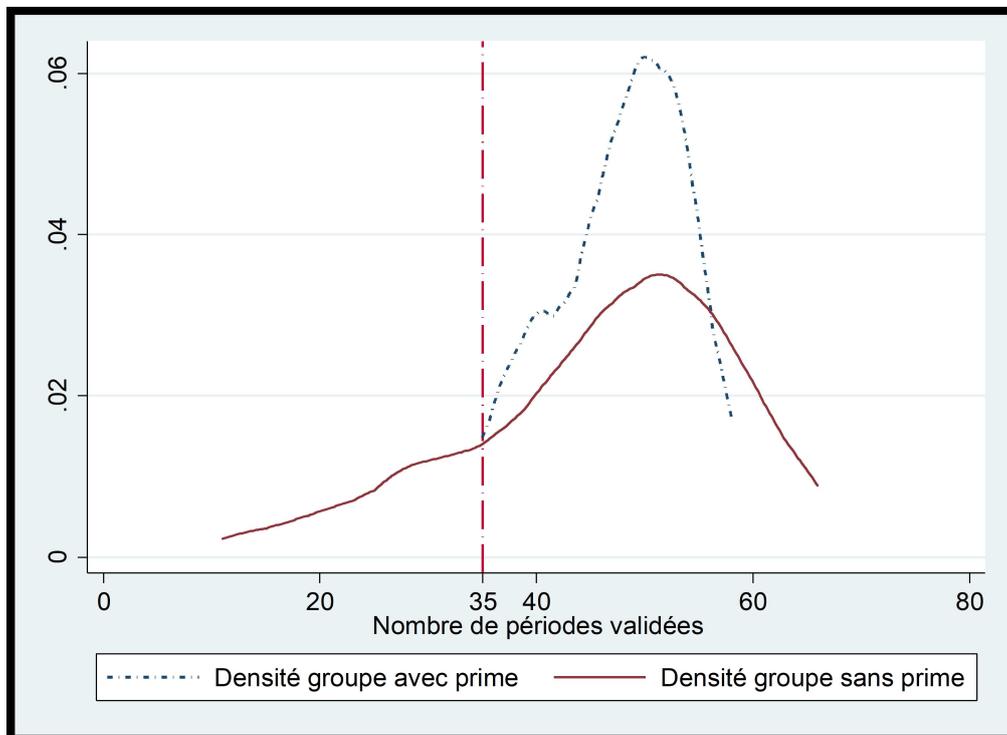


FIGURE 2.6 – Distribution du nombre de périodes validées (efforts réalisés) avec et sans prime.
Source : Auteur

TABLE 2.1 – Test sur la forme des distribution

Variable	Observation	Skewness	Kurtosis	Prob>chi2
Périodes validées (groupe avec prime)	30	0.2229	0.5509	0.3684
Périodes validées (groupe sans prime)	40	0.0255	0.3766	0.0635

De plus, dans le groupe qui ne touche pas de prime, trois participants ont décidé d'abandonner et d'aller sur internet avant la fin de l'expérience alors que tous les autres ont continué les tâches jusqu'au bout.

Les tests de skewness et de kurtosis sur les densités (Table 2.1) permettent d'analyser respectivement la symétrie et l'aplatissement en référence à la loi normale. Les coefficients de skewness des deux distributions sont tous positifs. Les courbes de densité des deux groupes sont donc dissymétriques à droite. Cependant, le skewness sur la densité du groupe avec prime est plus important que celui sans prime. Cela confirme qu'il y a une forte concentration de participants ayant validé un grand nombre de périodes (période minimum validée = 35) contrairement au groupe sans prime où cet effet est moins marqué (période minimum validée = 11).

Les coefficients de kurtosis positifs des deux distributions indiquent que les queues des deux distributions sont plus épaisses que celle de la loi normale.

Ainsi, ces analyses montrent que la prime pousse les sujets les moins motivés à faire plus d'effort mais réduit la performance des sujets les plus motivés.

En nous inspirant de la théorie du consommateur, nous pouvons distinguer deux effets associés au système de prime proposé :

1. Un premier effet, appelé effet de substitution, correspond à la modification du coût de l'effort avec la prime. Il pousse les participants à fournir plus d'effort, même les moins motivés.

Dans notre expérience, la prime est obtenue uniquement au-delà d'un certain niveau d'effort. Elle augmente le coût d'être paresseux. Dans [Frey et al., 1998], c'est aussi l'effet dit de discipline ou effet relatif du prix de la récompense (avec la motivation interne qui est supposée constante quel que soit le niveau de la prime).

2. Avec la prime, les participants peuvent atteindre aussi plus rapidement un niveau de rémunération suffisamment élevé. Ce phénomène est appelé effet de revenu. Il peut les désinciter à poursuivre leurs efforts au-delà d'un certain seuil.

Pour aller plus loin dans l'analyse, nous discutons comment les résultats varient en fonction des préférences lorsqu'une prime est proposée. La prime modifie l'arbitrage entre la quantité d'énergie et la quantité des autres biens consommée à travers un effet substitution et revenu.

La prime à travers les deux effets de substitution et de revenu, modifie la pente de la droite de budget et l'ordonnée à l'origine comme sur la figure 2.7, par niveau de prime.

Le coût de la consommation d'énergie augmente relativement à celle des autres biens car il induit le coût de renonciation à la prime ou au palier supérieur de la prime.

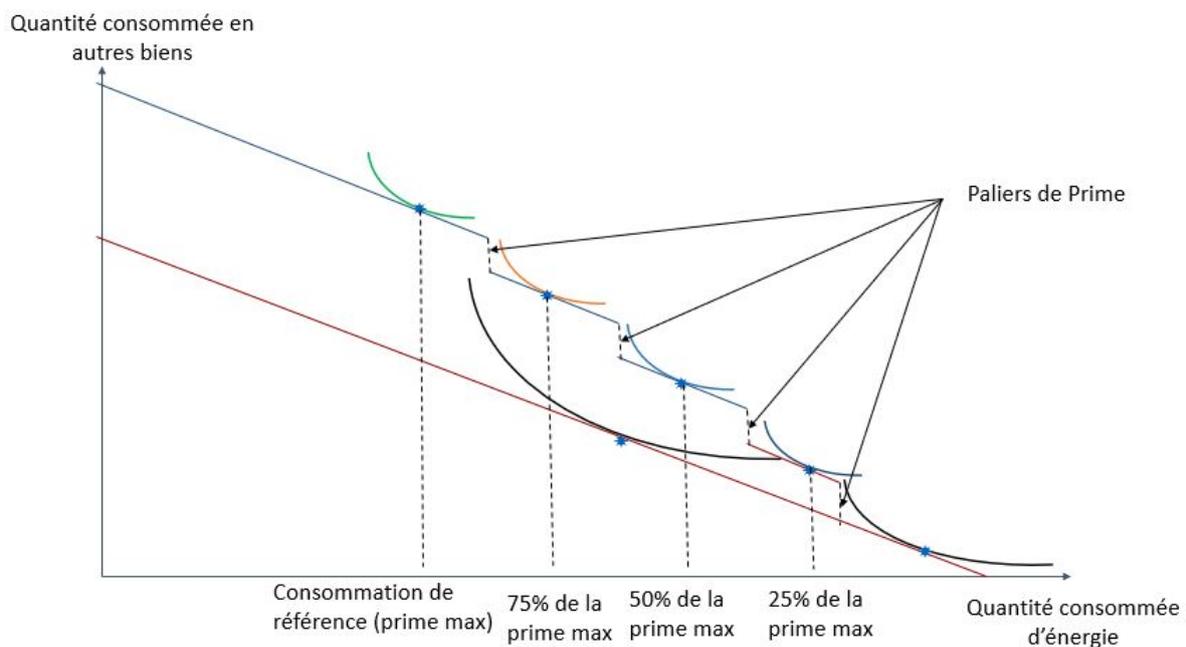


FIGURE 2.7 – Droite de budget avant et après prime.
Source : auteur

Si on suppose que l'agent n'épargne pas, il est incité à consommer davantage d'autres biens.

Notre expérience montre que la prime pousse les sujets les moins motivés à faire plus d'effort en consommant moins d'énergie : passage du point *A* au point *B* (graphique 2.8).

Mais toutefois, elle réduit l'effort des plus motivés : passage du point A au point C (graphique 2.8). Par ailleurs, la prime permet à certains sujets d'augmenter leur consommation des autres biens sans réduire celle de l'énergie : passage du point A au point B_0 .

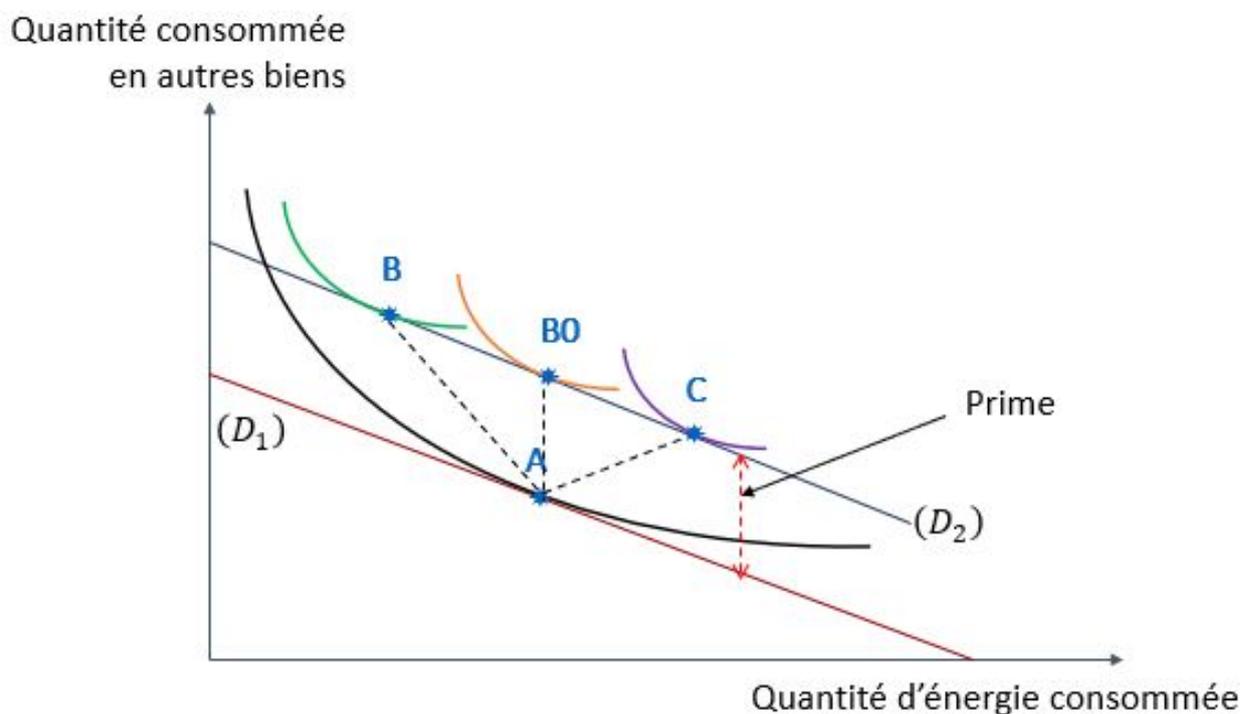


FIGURE 2.8 – Différents effets de la prime.
Source : Auteur

Nous expliquons ce résultat par une domination de l'effet de substitution sur l'effet revenu entre la première et la trente-cinquième période. L'effet revenu domine en revanche à partir de la quarantième période.

1. Passage du point A au point B : effet positif de la prime

Nous supposons dans notre expérience que le bénéfice obtenu par les sujets suite à l'effort augmente. Cette augmentation du bénéfice se traduit par l'économie réalisée sur la facture augmentée du montant de la prime. Ainsi avec les deux premiers paliers de la prime, on observe le passage du point A au point B sur la figure 2.9.

Le passage de A à B peut être décomposé en deux étapes.

Premièrement, la prime aux économies d'énergie incite à substituer l'énergie par les autres biens (passage du point A au point S_1). C'est l'effet de substitution (graphique 2.9). À ce nouveau point S_1 , on observe une diminution de la quantité d'énergie consommée (passage de E_A à E_{S_1}).

Deuxièmement, puisqu'il est relativement plus coûteux de consommer de l'énergie, le consommateur choisit de conserver plus de l'énergie pour non seulement réduire sa facture d'énergie mais pour également obtenir la prime. L'option de la conservation de l'énergie procure donc plus d'utilité au consommateur ce qui se traduit par un déplacement vers le haut de la courbe d'indifférence (figure 2.9). Il s'en suit une diminution de la quantité d'énergie consommée (passage de E_{S_1} à E_B).

L'effet total de la prime est la somme des deux effets. On observe donc une réduction de la quantité d'énergie consommée grâce à la prime. Cet effet est vérifié pour les deux premiers niveaux de la prime (voir figure 2.9).

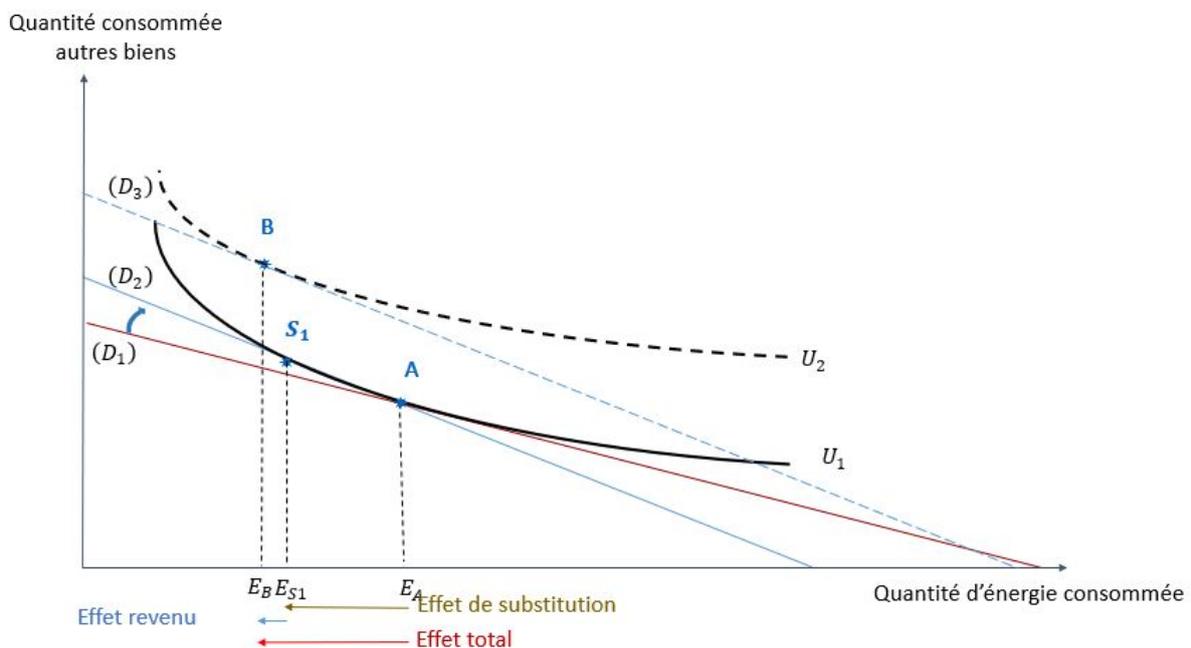


FIGURE 2.9 – Mécanisme de réduction de la consommation d'énergie induit par la prime.
Source : auteur

2. Passage du point A au point C : effet pervers de la prime

Les résultats de notre expérience montrent également que la prime a un effet pervers à partir du troisième seuil c'est-à-dire à partir de la 40^{ème} période. C'est ce que nous observons sur la figure 2.10 avec un passage du point A au point C .

En effet, sans la prime, le sujet est au point A et consomme E en énergie. Ses efforts lui ont permis d'accumuler un revenu R et une satisfaction U_1 . Avec une prime, le niveau de revenu R est atteint avec un effort moindre et donc un niveau d'énergie plus élevé. L'effet revenu crée un manque à gagner pour toute consommation d'énergie. En effet, la réduction de la facture électrique que l'effort lui aurait permis d'avoir est dans ce cas remplacé par la prime obtenue. La figure 2.10 illustre ce comportement avec le passage du point A au point C . L'effet revenu domine celui de substitution dans ce cas.

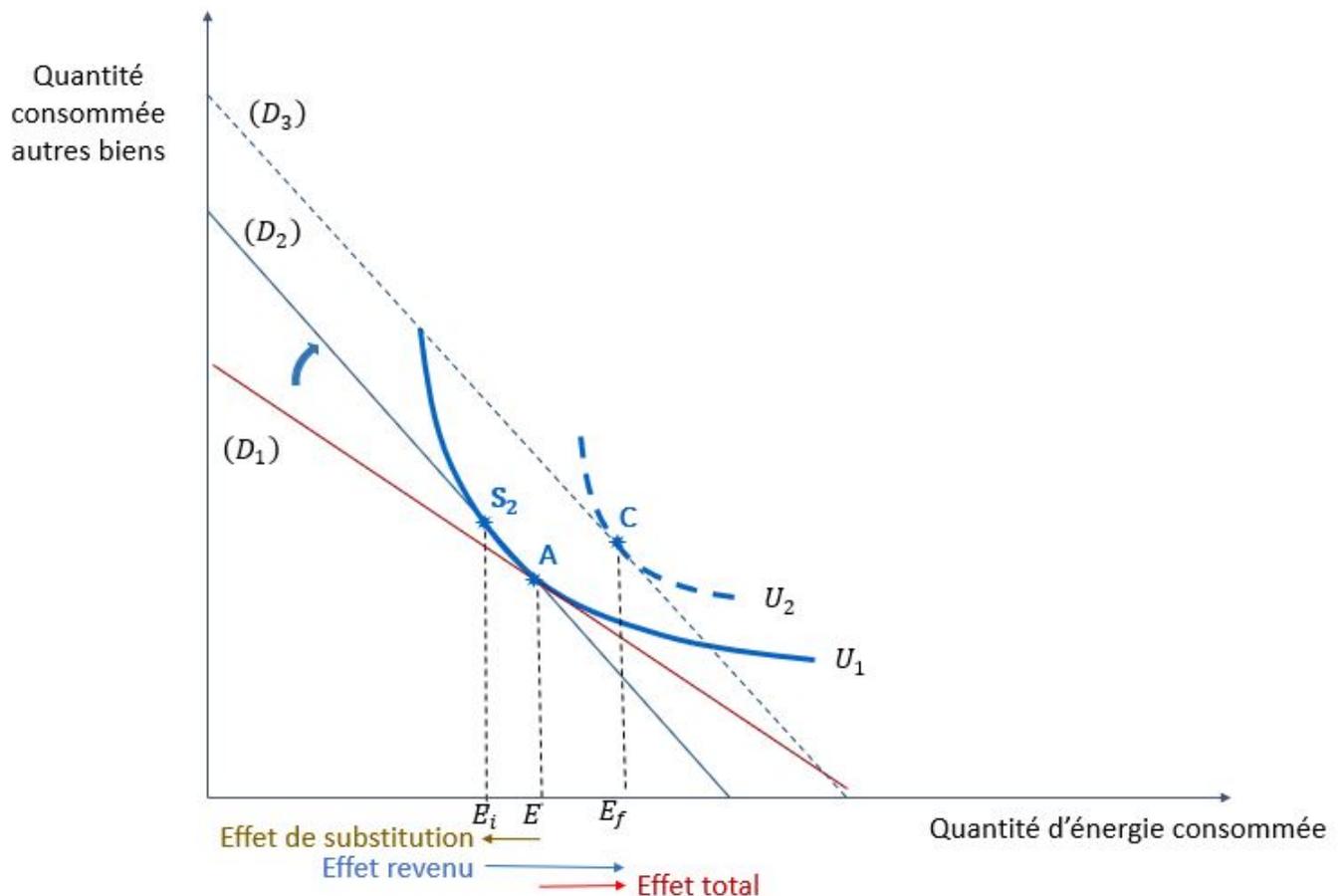


FIGURE 2.10 – Effet pervers de la prime : mécanisme.
Source : auteur

3. Passage du point A au point B_0 : effet d'aubaine de la prime

La dernière situation correspond au cas où la prime augmente juste le revenu des individus sans influencer ni à la baisse ni à la hausse leur consommation d'énergie (et donc leur effort). C'est l'effet d'aubaine de la prime (passage du point A au point B_0).

En résumé, une prime octroyée pour économies d'énergie accroît le coût d'opportunité de l'énergie et incite le consommateur à substituer la consommation d'énergie par celle d'autres biens. C'est l'effet de substitution (passage de A à S). Cependant, la prime desserre la contrainte budgétaire (elle permet pour les sujets d'atteindre plus rapidement le niveau de rémunération désiré lors de l'expérience). Elle permet donc aux consommateurs d'accroître la consommation d'énergie et des autres biens. Pour les sujets de l'expérience, la prime permet de relâcher l'effort en conservant la même rémunération. Elle désincite à l'effort (passage du point S_2 au point C). Selon les préférences, le niveau de consommation (d'effort) choisi varie. Si l'effet de substitution domine, la prime est efficace (graphique 2.9), sinon elle représente un effet d'aubaine avec des effets pervers (graphique 2.10).

Ces effets ne sont pas sans rappeler les effets d'une hausse de salaire (ou prime pour heures supplémentaires) sur l'arbitrage loisir-autres biens.

La prime focalise le sujet sur les différents seuils et sur l'aspect monétaire, pouvant le détourner en partie des vertus de l'effort comme qualité propre.

L'analyse descriptive des résultats de notre expérience montre que la plupart des participants continuent à faire des efforts même après avoir atteint les différents seuils fixés par le schéma de prime proposé (figure 2.11).

Les résultats montrent que 63,33% des participants du groupe traité ont validé plus de 45 périodes, c'est-à-dire dépassé le dernier seuil de la prime. De plus, le nombre de périodes validées est au maximum égal à 58.

Nous avons comparé le pourcentage de participants ayant validés les périodes en fonction des différents seuils de la prime (figure 2.12).

Il semblerait qu'il existe un effet de seuil, il s'agit en effet de l'observation d'une diminution de l'effort suite à l'atteinte d'un objectif fixé.

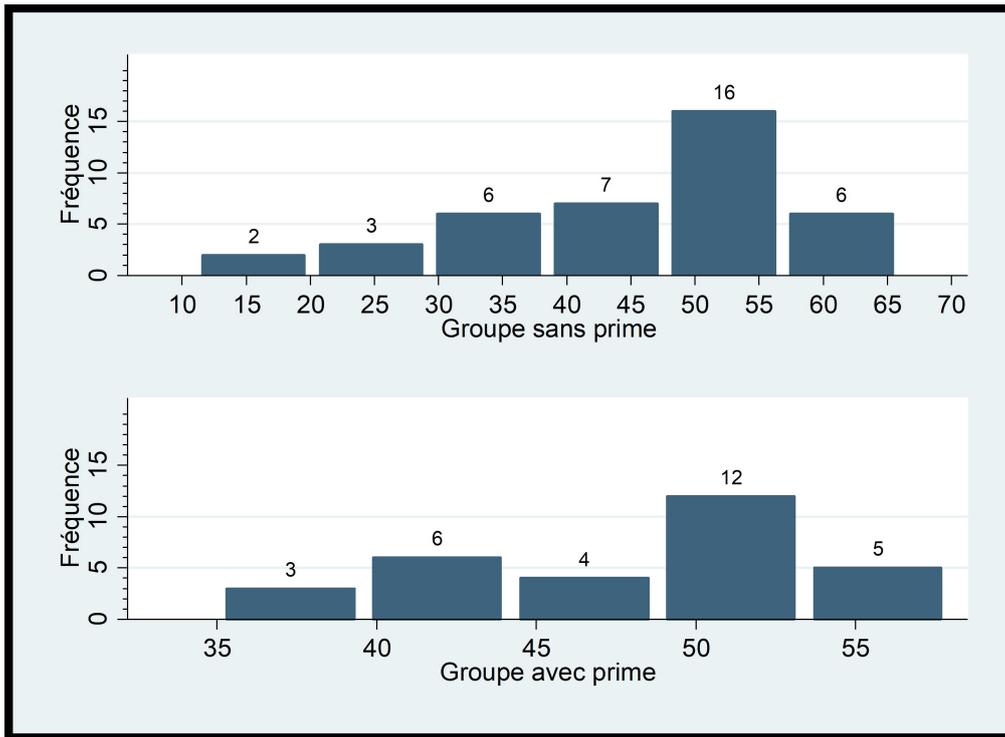


FIGURE 2.11 – répartition des individus avec et sans prime en fonction du nombre de périodes validées.

Source : auteur

On observe sur ce graphique 2.12 que dans le groupe traité, le pourcentage de participants ayant atteint, au terme de l’expérience les périodes 40 à 44 est beaucoup plus important que celui du groupe sans prime. En effet, 22,22% des participants dans le groupe avec une prime ont atteint entre 40 à 44 périodes validées contre un pourcentage de 6,89% dans le groupe sans prime.

Cela laisse supposer l’éventuelle possibilité de l’existence d’un effet de seuil après le troisième niveau de la prime correspondant à 40 périodes validées.

Dans le soucis d’effectuer une analyse pertinente des résultats de notre expérience, nous nous sommes aussi intéressés à l’impact de la prime sur la performance des sujets. La performance, ici, est définie par le temps moyen nécessaire à un participant pour valider une période. Elle est exprimée en secondes.

Un test de différence de moyenne pour le temps moyen par période nous permet de dire que les deux groupes ne diffèrent pas de manière significative. En effet, la performance du groupe sans prime est de 68, 37 secondes contre 68, 04 pour celui sans prime.

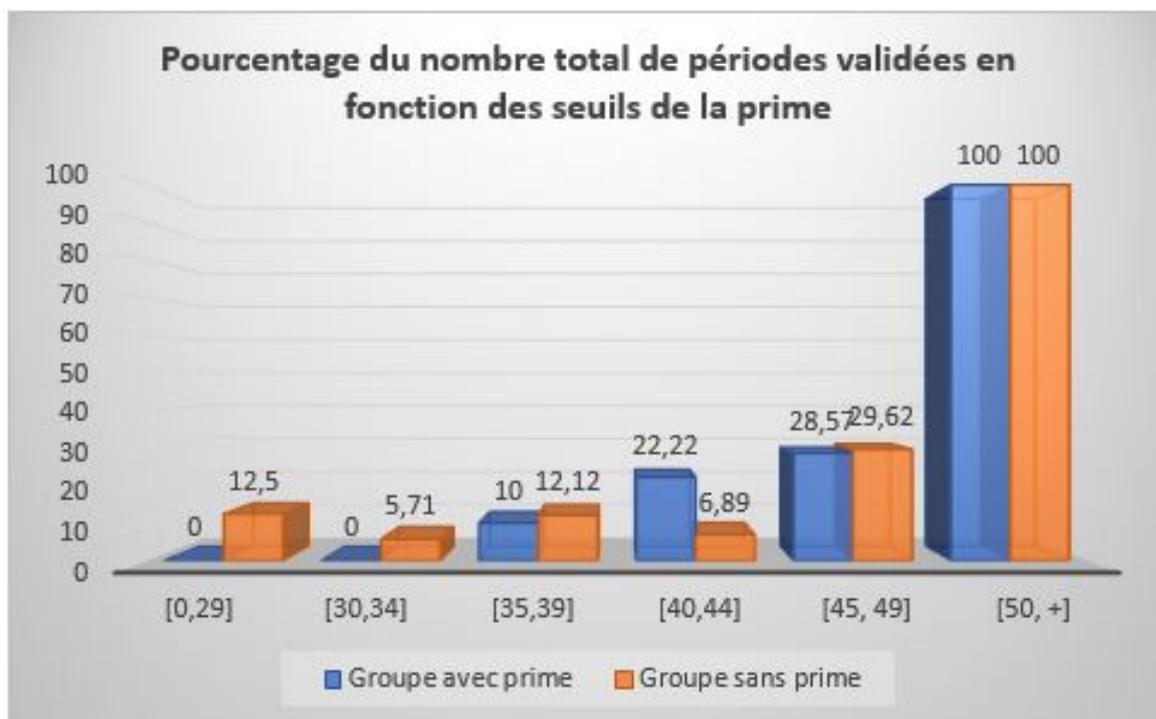


FIGURE 2.12 – Pourcentage de participants ayant validés les périodes en fonction des seuils de la prime.

Source : auteur

Cependant, la figure 2.13 révèle un comportement intéressant des sujets vis-à-vis des seuils de la prime.

On observe dans les deux groupes, une tendance décroissante du temps moyen en fonction des périodes, suggérant un effet d'apprentissage et un effort qui ne se relâche pas voire s'intensifie tout au long de l'expérience (figure 2.13).

Par ailleurs, dans le groupe avec prime, on observe une stabilisation du temps moyen passé à partir du troisième seuil égal à 40 périodes. Cette tendance n'est pas observée dans le groupe où il n'y a pas de prime.

Ce résultat vient conforter le résultat précédent selon lequel il existerait un effet de seuil dans le groupe ayant une prime. Cet effet de seuil serait sur les deux derniers niveaux de seuil. La prime agirait donc comme un point focal pour les individus.

Cependant, il est intéressant de voir l'impact des motivations individuelles sur l'effort des participants. A l'aide du questionnaire rempli à la fin de l'expérience.

Plus d'un tiers des participants dans les deux groupes (43,33% dans le groupe avec

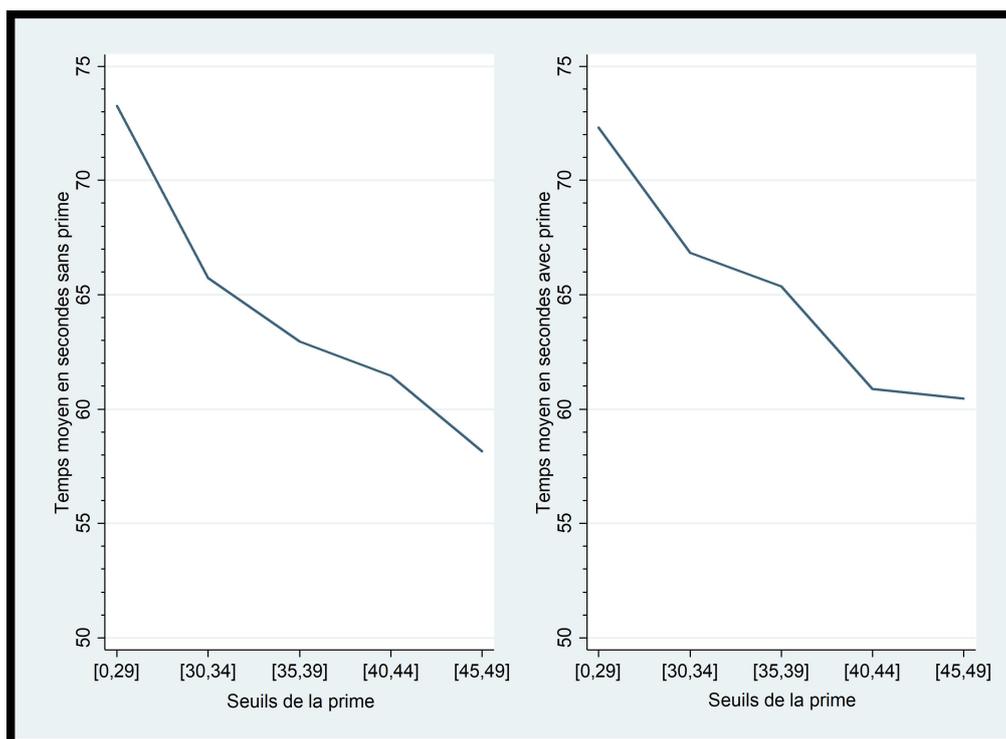


FIGURE 2.13 – Temps moyen passé pour valider une période en fonction des seuils.
Source : auteur

prime contre 32,5% dans l'autre groupe) ont fait des efforts uniquement dans le but de maximiser leur gain personnel. Près de la moitié (43, 33% dans le groupe avec prime et 55% dans l'autre) ont répondu avoir maximisé leur propre gain ainsi que celui de l'association environnementale.

Nous avons aussi contrôlé pour les préférences environnementales. Lorsque les participants répondent prendre en compte l'environnement, l'introduction d'une prime n'a pas d'influence sur le niveau d'effort. Alors que les participants répondent ne pas prendre en compte l'environnement dans leurs habitudes, l'introduction d'une prime pousse les participants à faire plus d'efforts que lorsqu'il n'y en a pas. Autrement dit, la prime n'est pas efficace lorsque la population ciblée porte déjà une attention particulière à la cause environnementale. Ce résultat pourrait venir du fait que l'introduction d'une récompense monétaire va à l'encontre de la motivation des individus prédisposés à agir pour l'environnement.

2.6 Conclusions et recommandations

La prime incite les individus les moins motivés à faire plus d'effort que lorsqu'il n'y a pas de prime. Ce résultat suggère que la prime agit comme un point focal pour les individus. Cela confirme les travaux antérieurs de [Abeler et al., 2011] sur la définition des objectifs. Le consommateur est caractérisé par des préférences qui dépendent de la référence et les bonus de notre expérience servent de points de référence. Ce résultat est également en accord avec les prédictions de la théorie de fixation d'objectif (goal setting theory) en psychologie sociale. Cette dernière prédit que les incitations extrinsèques favorisent l'acceptation par les individus des objectifs simples, mesurables, accessibles, réalisables.

Les résultats suggèrent également que les décideurs politiques et les gestionnaires d'immeubles peuvent choisir les points focaux pour pousser les individus à réaliser un minimum d'effort par rapport à la situation sans bonus financier.

La prime agit aussi bien sûr comme incitation monétaire supplémentaire en accroissant le revenu comme illustre la figure 3.11.

Cependant, l'expérience montre également que la prime peut avoir un effet pervers pour ceux qui sans aucune prime étaient disposés à réaliser des efforts conséquents (des efforts bien au-delà de ce qui aurait été nécessaire de faire pour obtenir la prime la plus élevée, si jamais ils/elles étaient dans le groupe avec prime). Ce résultat révèle un effet d'éviction des motivations intrinsèques.

Cet effet pose la question de l'utilité d'une prime ou la question de son ciblage en fonction des préférences. Offrir une prime aux individus qui ont déjà une forte motivation interne peut être contre-productif. Pour obtenir un effet moyen significatif, les seuils des incitations financières doivent être suffisamment élevés. Les objectifs doivent être clairement définis et pas trop faciles à atteindre. Dans notre expérience, les points de référence pour chaque niveau de bonus n'étaient pas assez élevés.

De plus, l'existence d'une démotivation liée à la prime n'apparaît qu'au troisième seuil de la prime. Les seuils influencent également le temps passé par période, c'est-à-dire la performance des participants à la baisse, mais cela n'apparaît également qu'à

partir du troisième seuil. Ces résultats laissent entendre que la prime permet aux individus d'atteindre un niveau de rémunération élevé plus rapidement ce qui décourage les individus les plus motivés à poursuivre leurs efforts.

Enfin, l'étude des caractéristiques individuelles montrent que la prime n'influence pas les individus les plus sensibles à l'environnement mais permet d'augmenter les efforts réalisés par les individus moins sensibles à l'environnement.

En résumé, l'utilisation d'une prime est efficace sur les individus les moins prédisposés à faire des efforts, et ceux moins préoccupés par les causes environnementales et davantage par les gains financiers.

D'autres effets de levier, comme les normes sociales par exemple pourraient être utilisés mais dépassent le cadre d'analyse de ce chapitre.

Chapitre 3

Production vs Appropriation :
analyse de l'impact de l'incertitude
environnementale et stratégique sur
la coopération

3.1 Introduction

Notre société semble prendre davantage conscience des enjeux environnementaux comme en témoignent les marches pour le climat à travers le monde. Les économistes étudient les choix collectifs de coopération en matière environnementale en les présentant sous la forme d'un dilemme social. Coopérer signifie ici agir ensemble dans l'intérêt collectif. Contribuer à un bien public ou renoncer à s'approprier des ressources naturelles constitue un dilemme social dans la mesure où les intérêts privés et publics ne coïncident pas ([Artinger et al., 2012] par exemple). Ainsi, la consommation privée qui maximise le bien-être d'un individu sans la prise en compte de l'externalité générée est supérieure à la consommation optimale collective. C'est ainsi que s'expliquent les phénomènes de sous-contribution aux biens publics ou la tragédie de surexploitation des ressources naturelles communes. Il existe de plus une incertitude liée au niveau d'effort à fournir pour atténuer ou s'adapter au changement climatique.

La rivalité entre l'intérêt privé et public, le fait que l'externalité exercée par chacun est faible et l'incertitude sur les coûts collectifs à engager et les bénéfices à en attendre sont des freins à l'action.

Nous voulons contribuer à la littérature sur le sujet, en étudiant d'une part sous quelle perspective présenter les choix sociaux à la population et d'autre part comprendre le rôle de l'incertitude sur les décisions. Il est en effet possible de présenter un problème sous deux perspectives : exercer une externalité positive (en contribuant à la transition énergétique) ou se restreindre d'exercer une externalité négative (limiter sa consommation d'énergie). Dans le premier cas, le dilemme se présente comme un jeu du bien public incertain (la contribution exerce une externalité positive et le jeu du bien public est produit avec une certaine probabilité) et dans le second cas comme un jeu d'appropriation d'une ressource naturelle (la consommation exerce une externalité négative et l'environnement se dégrade avec une certaine probabilité). Nous traitons du cas où la quantité -du bien public produit ou de la ressource prélevée- est donnée. Seule la probabilité de réalisation est affectée par la décision collective. Le jeu considéré est linéaire et non répété.

Notre objectif est de comprendre dans ce cadre d'analyse, l'impact du framing (externalité positive vs externalité négative) et du caractère probabiliste de réalisation (déterminé par le niveau d'action collectif) sur la coopération. A l'aide d'un cadre expérimental

nous souhaitons mettre en évidence comment un framing négatif (jeu de prévention : se restreindre pour réduire la probabilité de détériorer l'environnement) peut favoriser la coopération par rapport à un framing positif (jeu de production : contribuer à accroître la probabilité d'améliorer l'environnement).

Le reste du chapitre est découpé en trois autres sections. La section 2 est une revue de littérature sur le rôle du framing (c'est-à-dire la façon de présenter les choix à la population) sur le niveau de coopération. La section 3 est un état de l'art sur l'impact de l'incertitude sur les choix collectifs. La section 4 présente le déroulement et le protocole de l'expérimentation. La section 5 présente des statistiques descriptives et des tests. La section 6 analyse les résultats avec une approche économétrique et conclut.

3.2 Littérature : framing dans les dilemmes sociaux

L'économie expérimentale analyse la coopération dans les jeux de bien public et met en évidence que le niveau de contribution des individus est déterminé par plusieurs paramètres tels que le revenu marginal issu du bien public, la forme du jeu et l'hétérogénéité des participants [[Davis and Holt, 1993], [Ledyard, 1995b], [Dufwenberg et al., 2011], [Park, 2000], [Brandts and Schwioren, 2009]].

3.2.1 La théorie des perspectives

[Tversky and Kahneman, 1979] remettent en cause la théorie de l'espérance d'utilité et montrent que les gens évaluent de manière asymétrique leurs perspectives de gains ou de pertes. Typiquement, un individu éprouve de l'aversion au risque pour les gains (il préfère un gain certain à une loterie de même espérance) mais une attirance au risque pour les pertes (il préfère une loterie à une perte certaine). Tout dépend donc de la perspective, de gain ou de perte, par rapport au niveau de richesse initial. Le point de référence détermine le domaine des gains et des pertes, et la forme de la fonction d'utilité (concave au-dessus du point de référence, convexe en-dessous et plus pentue). Ainsi, en présence d'une décision probabiliste conduisant à des gains (sûrs ou risqués), les agents tendent à préférer le choix sûr même lorsque cela conduit à une utilité espérée plus faible. L'inverse est vrai lorsqu'il s'agit de choix pour limiter les pertes (un choix risqué est préféré même si l'utilité espérée

est plus faible à partir du moment où les pertes peuvent être réduites). En effet, selon cette théorie, la douleur ressentie à la perte ne pourrait pas être compensée par le plaisir ressenti gagné avec un montant 2.25 fois supérieur 3.1.

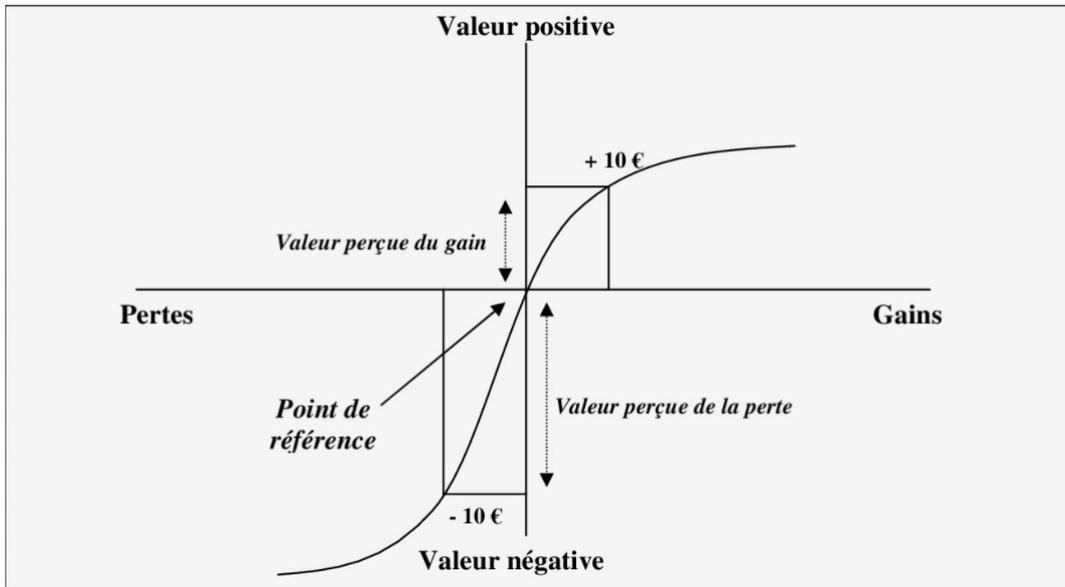


FIGURE 3.1 – Fonction d'utilité selon la théorie des perspectives
Source : [Monroe, 1990], p.75

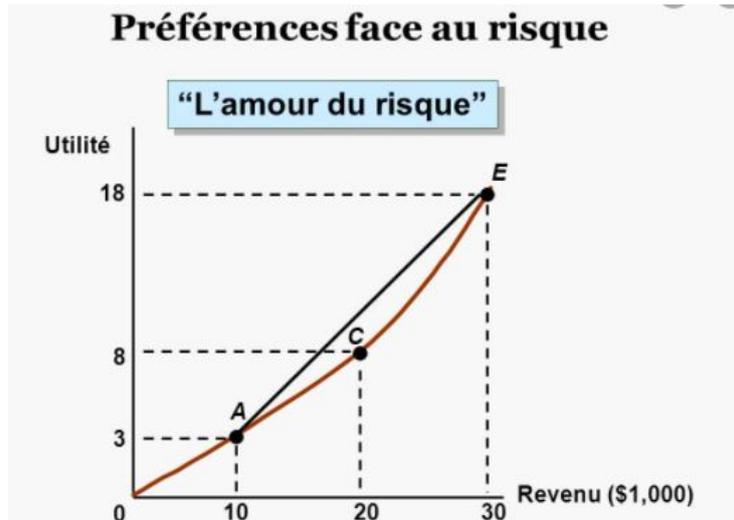


FIGURE 3.2 – Fonction d'utilité en présence d'amour du risque
 Source : <https://slideplayer.fr/slide/1301465/>

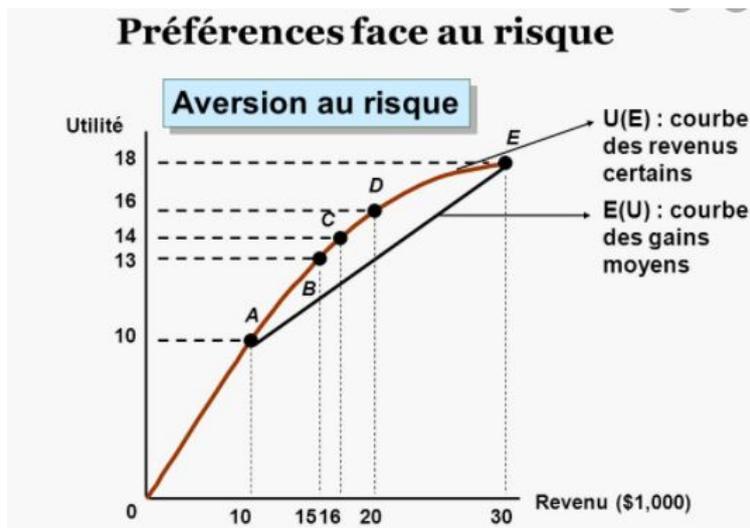


FIGURE 3.3 – Fonction d'utilité en présence l'aversion au risque
 Source : <https://slideplayer.fr/slide/1301465/>

Dans un jeu à externalité positive (tel un jeu de bien public), chacun peut contribuer à accroître la probabilité d'un évènement favorable : la fonction d'utilité est concave dans ce domaine des gains. A l'inverse, si le jeu est à externalité négative (appropriation d'une ressource commune), chacun exerce une externalité plus ou moins forte et contribue à accroître la probabilité d'un évènement défavorable : la fonction d'utilité est convexe dans ce domaine des pertes.

3.2.2 Framing ou manipulation des perspectives

Il est possible pour un jeu donné, de présenter le choix collectif de façon à manipuler les perspectives. [Andreoni, 1995] a réalisé une expérience très influente dans la littérature en ce sens. Pour placer les sujets dans une perspective de gains ou externalité positive, l'expérience leur propose de contribuer à un jeu de bien public : chaque euro investi dans le bien public exerçant une externalité positive sur le groupe. A l'inverse, pour les placer dans une perspective de pertes, ils doivent décider combien investir dans un bien privé, le coût d'opportunité étant l'externalité négative exercée sur le groupe en réduisant la contribution au bien public. Le jeu est identique si ce n'est que dans le premier cas, l'accent est mis sur l'externalité positive de contribution au bien public, et dans le second cas sur l'externalité négative de non-contribution au bien public.

Dans un jeu de bien public avec risque, toute contribution est coûteuse pour le donateur même si elle exerce une externalité positive sur le groupe. Pour les jeux de bien commun, au contraire, toute ressource prise de la dotation commune procure un bénéfice sûr à son utilisateur mais génère une externalité négative pour l'intégralité des membres du groupe [Sandler et al., 2003]. En s'appuyant sur cette différence conceptuelle entre les jeux de biens publics et de biens communs, si la production de bien public est considérée comme une perte certaine pour les contributeurs alors que le prélèvement de ressources est un gain sûr pour les individus, alors la théorie des perspectives prédit qu'en présence d'un dilemme social, la coopération sera plus forte dans un jeu de bien commun que dans un jeu de bien public.

Cependant, [Khadjavi and Lange, 2015], [Andreoni, 1995], [Gächter et al., 2017], [Brandts and Schwioren, 2009], [Sonnemans et al., 1998], [Dufwenberg et al., 2011] ont testé cette théorie et aboutissent à une conclusion contraire.

Le niveau de coopération au bien public (à externalité positive) est supérieur à celui du jeu d'appropriation (à externalité négative). Il l'interprète comme le fait que les gens préfèrent avoir le plaisir de donner (un « rayonnement » interne et externe) plutôt que le rôle désagréable de prendre aux autres (en anglais, « Warm glow of giving versus cold pickle of taking from others »).

[Sonnemans et al., 1998] étudient l'incidence sur le comportement des individus du fait de présenter le jeu comme une contribution pour la production de bien public ou comme une prévention contre les mauvaises nouvelles. Ils arrivent à la même conclusion qu'[Andreoni, 1995] : les contributions dans les jeux de production sont plus importantes que celles dans les jeux de prévention.

[Cox, 2015] et [Fujimoto and Park, 2010] montrent que la faible coopération observée dans les jeux de bien commun est plus prononcée chez les hommes que chez les femmes.

[Bénabou and Tirole, 2006], [Bernheim and Rangel, 2007] expliquent comme [Andreoni, 1995] que ce niveau élevé de contribution volontaire au bien public observé dans plusieurs expériences peut être dû à une envie des individus d'avoir une satisfaction morale, une envie de signaler aux autres leur courage ou leur générosité. De plus, [Bénabou and Tirole, 2006] expliquent que les actions prosociales peuvent être dues à la volonté des individus de se construire une bonne image.

La faiblesse de la contribution dans le jeu de bien commun s'explique par le fait que le consentement marginal à payer par les individus pour renoncer à leur droit d'agir est plus faible que celui à payer pour le garder [Bishop and Heberlein, 1979].

Cependant, dans l'expérience présentée par [Andreoni, 1995] ou dans celle de [Park, 2000], aucune distinction claire n'a été effectuée entre un jeu de contribution/appropriation et un jeu de gain/perte d'après [Cox, 2015]. Leurs résultats tiennent-ils toujours lorsque cette distinction est apportée ? [Cox, 2015] décompose ainsi en (contribution/appropriation et gain/perte) dans un jeu de bien public afin de pouvoir identifier leurs effets de façon séparée. En considérant quatre dimensions différentes de framing (contribution pour générer des gains, contribution pour se prémunir contre des pertes, se procurer un bien pour prévenir un gain et se procurer un bien pour générer des pertes), il conclut que dans un contexte d'appropriation, la coopération moyenne est réduite et le taux de free-riding augmente. Cet

effet est plus fort chez les hommes que chez les femmes. [Brandts and Schwioren, 2009], avec un protocole similaire à [Cox, 2015], confirment que la différence entre les niveaux de contributions est faible entre production et appropriation, tout comme [Stoddard et al., 2014], [Fleishman, 1988], [Cox et al., 2013], [Cubitt et al., 2011]. [Kingsley and Liu, 2014] l'expliquent par la symétrie entre les équilibres de Nash et de Pareto, et par le fait les individus sont conscients que leurs décisions impactent les gains des autres membres du groupe. Avec la punition des pairs, les contributions sont également équivalentes [Kingsley, 2015].

Cependant quelques rares travaux tels que [Brown (2006)], [Brewer and Kramer, 1986] confirment la théorie des perspectives. Il n'y a donc pas de consensus quant au niveau de contribution des individus dans un jeu de bien public relativement à un jeu d'appropriation. Les chercheurs continuent à explorer cette question ([Vesely et al., 2017], [Gangadharan and Nemes, 2009], [McBride, 2006], etc).

3.2.3 Littérature : incertitude dans les dilemmes sociaux

Nous allons examiner dans cette section comment les individus perçoivent le risque ou l'incertitude lorsqu'ils font des choix concernant les biens publics et les biens privés.

Un risque est défini par l'ensemble des événements possibles qui peuvent en résulter, ainsi que par la probabilité correspondante à chacun de ces événements. Lorsque nos connaissances sont insuffisantes, et que les probabilités de chacun des événements sont mal connues, on parle d'incertitude plutôt que de risque.

L'« incertitude stratégique » est due au manque d'information sur le comportement des autres [Messick et al., 1988]. Parfois, il existe en plus une incertitude liée au niveau d'effort nécessaire pour préserver la ressource commune, comme dans le cas de la couche d'ozone. [Messick et al., 1988] la définit comme une « incertitude environnementale ». Cette dernière relève d'un problème de niveau, d'optimalité (niveau d'action nécessaire que les scientifiques ne connaissent pas avec certitude) tandis que celui soulevé par « l'incertitude stratégique » vient de la coordination [Messick et al., 1988]. Elle est aussi appelée incertitude sociale.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux deux types d'incertitude (« l'incertitude

stratégique » qui existe dans un jeu déterministe comme dans un jeu risqué) et « l'incertitude environnementale » (qui n'existe que dans un jeu risqué ou probabiliste).

3.2.3.1 Jeu de bien public linéaire

[Boucher and Bramoullé, 2010] supposent que le bénéfice émanant de l'action collective est incertain et que les agents sont homogènes. L'incertitude réduit l'effort de contribution au bien public. Au contraire, l'incertitude accroît l'effort de contribution pour diminuer les conséquences d'un « mal » public (public bad), et ce, malgré l'aversion au risque des individus.

[Vesely et al., 2017] dans une expérience de jeu de bien public linéaire montrent que les influences du risque sur le comportement dépendent des spécificités du processus stochastique. En effet, si les risques sur les rendements des investissements collectifs et purement privés sont indépendants, alors les sujets sont davantage incités à contribuer sur les projets communs car cela leur permet de partager les risques. A l'inverse si les risques sont corrélés entre agents, le niveau de coopération baisse légèrement mais reste plus élevé que dans un jeu déterministe. Le partage des risques peut expliquer le niveau élevé de la coopération avec des risques indépendants mais il ne peut expliquer le niveau élevé de coopération dans les jeux avec risques corrélés. Au vu de ces résultats, [Vesely et al., 2017] supposent que le niveau élevé de coopération dans un environnement risqué est davantage dû aux considérations sociales qu'aux gains reçus.

Alors que [Messick et al., 1988] définissent l'incertitude environnementale comme une situation dans laquelle le rendement d'une action ou d'une décision (produire un bien public ou se procurer un bien privé) est stochastique. D'autres, comme [Rapoport et al., 1992], [Suleiman et al., 2001] et [Au, 2004] définissent l'incertitude environnementale en termes de seuil à atteindre (seuil d'incertitude) pour le bien public à produire (respectivement pour la perte collective à éviter).

3.2.3.2 Jeu de bien public à seuil

[Wit and Wilke, 1998] étudient les effets de l'incertitude environnementale (basée sur un seuil de production) et de l'incertitude stratégique/sociale sur la coopération (choix simultané) dans le cas d'un jeu de bien public. Pour capter l'effet de l'incertitude environ-

nementale sur les décisions de coopération des individus, un premier traitement nommé « Low environmental uncertainty » est tel que le seuil de production du bien public est distribué aléatoirement suivant une distribution uniforme sur l'intervalle [800, 1000]. Dans le second traitement nommé « high environmental uncertainty », le seuil de production du bien public est aléatoirement distribué sur un intervalle plus large de [400, 1400]. L'effet de l'incertitude stratégique/sociale est capté en donnant aux individus de fausses informations sur la variation de la coopération des autres. [Wit and Wilke, 1998] arrivent à la conclusion que les contributions à la production du bien public sont faibles lorsque l'incertitude environnementale est élevée. Si à une forte incertitude environnementale est associée à une incertitude stratégique/sociale élevée, la chute des contributions est fortement amplifiée.

[Au, 2004] suppose quant à lui que le seuil de production du bien public peut prendre plusieurs valeurs avec une probabilité égale. Le taux de contribution est significativement plus élevé lorsque le seuil de production est connu avec précision. Lorsque ce n'est pas le cas, le niveau de coopération diminue avec l'incertitude environnementale. Dans les jeux de ressources communes, la coopération diminue aussi avec l'incertitude environnementale comme nous allons le voir.

3.2.3.3 Jeu d'appropriation de ressource à seuil

Dans un jeu de bien commun constitué de cinq personnes, [Rapoport et al., 1992] propose un modèle dans lequel les individus décident de leur niveau de prélèvement de la ressource commune de façon simultanée. Les individus connaissent la distribution de la quantité de la ressource commune disponible. La taille de la consommation permettant de protéger (ou de détruire) la ressource commune est définie par une variable aléatoire de risque : c'est le seuil d'incertitude. Si la somme des consommations (ou de prélèvement de la ressource commune) individuelle est supérieure à ce seuil d'incertitude, la ressource est détruite. Dans le cas contraire, la ressource est protégée. Ils utilisent les écarts de préservation moyens pour modéliser l'augmentation de l'incertitude environnementale en fonction de la taille de la ressource commune. Avec de l'incertitude stratégique (et en situation déterministe), les individus décident d'obtenir un cinquième (1/5ème) du montant moyen disponible. Au fur et à mesure que l'incertitude environnementale augmente, l'appropriation augmente car les individus révisent à la hausse la taille de la ressource

commune. Leur estimation de l'espérance de la ressource est biaisée. Ce biais est connu dans la littérature sous l'appellation de « optimisme », de « biais de désirabilité », ou de « vœux pieux » [Hogarth, 1987].

3.2.3.4 Production versus appropriation

[Gangadharan and Nemes, 2009] analysent comment l'incertitude environnementale et stratégique/sociale influencent conjointement les décisions de collaboration dans les jeux de production et d'appropriation. Dans le traitement de référence, seule l'incertitude stratégique est introduite. L'incertitude environnementale (risque non connu) et le risque environnemental (risque connu) sont ajoutés dans tous les autres traitements alors que les paramètres de l'incertitude stratégique (communication, taille de groupe, etc.) sont maintenus constants. Les auteurs concluent que lorsque l'incertitude est située au niveau du compte privé, les individus choisissent de s'en prémunir en investissant davantage dans le bien public. Ils s'éloignent de l'incertitude environnementale, mais s'exposent davantage à l'incertitude stratégique. Par ailleurs, lorsque l'incertitude est liée au compte public, les individus font face à la fois à l'incertitude stratégique et à l'incertitude environnementale, ce qui conduit à une chute des contributions.

[McBride, 2006] et [Gustafsson et al., 2000] constatent que les jeux de bien public sont plus sensibles au niveau de l'incertitude environnementale et aux paramètres de l'expérience (nombre de participants ou dotations initiales, par exemple) que ceux de biens communs.

[Anderies et al., 2013] concluent que l'incertitude environnementale réduit davantage la coopération dans le jeu de bien public que dans celui du bien commun.

Finalement, la littérature est encore balbutiante sur cette double question du *framing* (ou perspective proposée d'exercice d'externalité positive ou négative) et du risque. Plusieurs modèles existent, mais sont difficilement comparables puisque les choix de spécification sont différents, notamment sur la forme du risque (linéaire ou avec des seuils), sur la prise de décision (simultanée ou séquentielle) et sur la forme de l'incertitude stratégique (communication ou non).

Dans ce chapitre nous contribuons à cet effort d'analyse. Nous cherchons à comprendre l'importance de la perspective (externalité positive ou négative) sur la coopération. Pour

la question de la sobriété énergétique qui nous intéresse, nous cherchons à savoir s'il faut communiquer sur la production d'un bien public, c'est-à-dire sur l'externalité positive générée. A l'inverse, il pourrait être mieux d'insister sur la notion d'appropriation de ressources communes et de la nécessité de faire de la prévention collective (en s'abstenant d'exercer une externalité négative). La dimension de jeu stochastique semble aussi essentielle pour les questions environnementales, comme celle de la transition énergétique. Les bénéfices environnementaux de la sobriété économique ne sont en effet pas connus avec certitude. Il semble plus raisonnable de travailler avec des probabilités d'épuisement de ressource ou de dégâts liés au réchauffement climatique.

Nous proposons ici un travail original, où le jeu n'est pas répété (nous nous intéressons aux différences éventuelles liée à la perspective et au risque, mais pas à leur dynamique, ce qui pourrait être fait dans un second temps). L'effort collectif ne change ni la quantité de bien public produite ni l'ampleur de la catastrophe dans notre modélisation. Ici, seule la probabilité des événements (favorables ou défavorables) est affectée par l'effort collectif. Nous supposons que le risque porte sur le rendement de l'investissement public, mais pas sur celui de l'investissement privé. En effet, nous cherchons à isoler l'effet de l'incertitude sur le bien public sans polluer avec une incertitude sur le bien privé qui pourrait favoriser le partage de risque et un report sur l'investissement collectif si celui-ci est perçu comme moins risqué. Du point de vue des sujets, le jeu est probabiliste. La coopération accroît la probabilité de succès/ de gain du bien public. Le gain sûr n'est atteint que si tous les sujets coopèrent. Dans le domaine des pertes, la coopération permet de diminuer la probabilité de perte, et seule une coopération de tous le permet avec certitude.

L'analyse que nous proposons ne s'applique pas uniquement à la sobriété énergétique, mais à d'autres dimensions de la transition énergétique (produire de l'énergie verte ou s'abstenir de générer de l'électricité fossile) ou de façon générale à d'autres dilemmes sociaux.

3.3 Déroulement et instructions de l'expérimentation

Pour la mise en œuvre de notre expérience, nous avons recruté 241 participants sur Amazon Mechanical Turk (MTurk). Mturk est une plate-forme en ligne qui permet aux chercheurs de réaliser des expérimentations où des individus sont amenés à réaliser des tâches simples ou prendre des décisions contre rémunération pour des fins d'expérimentations scientifiques. Les économistes ont de plus en plus recours à cette plate-forme pour réaliser leurs expériences. [Horton et al., 2011] suggère que les résultats de MTurk sont généralement qualitativement et quantitativement similaires à ceux des laboratoires classiques d'expérimentation.

Pour étudier l'effet du framing, 120 sujets jouent un jeu de production (T1 sans risque et T2 avec risque) et 121 personnes différentes participent à un jeu d'appropriation (T3 sans risque et T4 avec risque). Le traitement de référence est le traitement 1 de jeu de bien public en univers certain. Au début de l'expérience, les participants prennent connaissance des instructions (elles sont placées en annexe). Ils sont informés qu'ils peuvent participer ou non, et arrêter à tout moment et que le paiement dépend en partie de leur décision et en partie de celle des autres membres du groupe. Chaque sujet est en effet aléatoirement associé à trois autres participants pour former un groupe de 4 personnes. Aucune interaction, identification ou communication avec les autres participants n'est possible.

Les expériences se sont déroulées en 8 sessions de 21 participants les 28 février, 12 et 20 mars 2019. Chaque participant a gagné en moyenne 7.20 *euros*. Nous présentons dans une prochaine partie la structure des jeux avec les gains associés.

3.3.1 Jeux de production (Traitements T1 et T2)

Chaque participant reçoit 50 boules jaunes et une dotation initiale de 1\$. Chacun d'eux doit décider combien de boules jaunes il placera respectivement dans l'urne (x_i) et dans l'urne (g_i). Chaque boule placée dans l'urne A procure un gain de 0.02\$ au participant. Les règles précédentes sont des conditions de jeu qui s'appliquent aux deux traitements de jeux de production. Des règles spécifiques définissent les traitements en univers certain (T1) et probabiliste (T2).

— **Traitement T1 (environnement certain)**

Chaque boule placée dans l'urne B procure 0.04\$ aux 4 participants qui compose un groupe. La rémunération individuelle issue de l'urne B est donc :

$$(G * 0.04)/4$$

avec $G = \sum_{i=1}^4 g_i$.

Toute contribution à l'urne B génère la même rémunération pour tous les participants et ceci indépendamment de leurs contributions.

Fonction de gain pour T1

Le gain individuel espéré pour un participant au traitement 1 est :

$$E(u_i) = 1 + 0.02 * x_i + (G * 0.04)/4$$
$$50 = x_i + g_i, G = \sum_{i=1}^4 g_i$$

et $g_i \geq 0$

— **Traitement T2 (incertitude environnementale)**

L'urne B contient initialement 200 boules bleues. Chaque participant peut remplacer des boules bleues par des jaunes dans l'urne B. A la fin du jeu, l'ordinateur fera un choix aléatoire de boule dans l'urne B. Si la boule tirée est bleue, alors les participants ne gagnent rien de la contribution au bien commun de l'urne B. En revanche, si elle est jaune, chaque participant obtient de l'urne B une rémunération de 2\$.

Fonction de gain pour T2

Le gain individuel espéré pour un participant au traitement 2 est :

$$E(u_i) = 1 + 0.02 * x_i \text{ si une boule bleue est tirée}$$

ou

$$E(u_i) = 1 + 0.02 * x_i + 2 \text{ si une boule jaune est tirée}$$

3.3.2 Jeux d'appropriation (Traitements T3 et T4)

Chaque participant des traitements T3 et T4 reçoit 50 boules jaunes et une dotation initiale de 5\$. Chacun d'eux doit décider combien de boules jaunes il placera respectivement dans l'urne A (x_i) et dans l'urne B (g_i). Chaque boule placée dans l'urne A lui coûte 0.04\$. Ces règles valent pour les deux traitements du jeu d'appropriation.

— Traitement T3 (environnement certain)

Pour chaque boule jaunes placée dans l'urne B, chaque membre du groupe doit payer à la fin du jeu 0.015\$.

Fonction de gain pour T3

Le gain individuel espéré pour un participant du traitement 3 est :

$$E(u_i) = 5 - 0.04 * x_i - (G * 0.015)$$

$$50 = x_i + g_i, G = \sum_{i=1}^4 g_i$$

$$\text{et } g_i \geq 0$$

— Traitement T4 (incertitude environnementale)

L'urne B contient initialement 200 boules bleues. Chaque participant peut alors remplacer des boules bleues par des jaunes dans l'urne B. A la fin du jeu, l'ordinateur tire aléatoirement une boule dans l'urne B. Si la boule tirée est jaune, alors la somme de 3\$ est déduite de la dotation initiale de tous les participants (l'évènement défavorable s'est produit). En revanche, si elle est bleue, les participants ne perdent rien.

Fonction de gain pour T4

Le gain individuel espéré pour chaque participant au traitement 4 est :

$$E(u_i) = 5 - 0.04 * x_i \text{ si une boule bleue est tirée}$$

ou

$$E(u_i) = 5 - 0.04 * x_i - 3 \text{ si une boule jaune est tirée}$$

Nous présenterons dans la section suivante les résultats de notre expérience.

3.4 Analyse descriptive de l'expérience

Trois résultats se dégagent. Les sujets coopèrent (contribuent au bien public, ou se restreignent de puiser dans le bien commun) significativement plus à 5% en univers risqué qu'en univers certain comme le montre le tableau 3.2. Un test de Wilcoxon de rangs signés (dit aussi de Mann-Whitney) permet de tester si les différences sont significatives. La différence vient surtout du jeu de production de bien public où les sujets exercent une externalité positive (différence entre T1 et T2).

La comparaison des traitements T1 et T2 d'une part et de T3 et T4 d'autre part montre qu'en présence d'incertitude environnementale, la contribution au compte public des individus est significativement supérieure à la contribution au compte public en absence d'incertitude (les tests de *Wilcoxon* pour T1/T2 et pour T3/T4 donnent des *p-value* égales à zéro (Table 1)). Ceci confirme les résultats de [Gangadharan and Nemes, 2009], [Vesely et al., 2017] qui suggèrent qu'en présence d'incertitude environnementale, la coopération des individus est plus forte. Par ailleurs, nous observons également que la contribution au compte public en présence de risque pour le jeu de provision (T2) est de 1565 contre 1748 pour le jeu d'appropriation avec incertitude (T4). Ceci laisse entendre que la coopération au compte public est plus élevée pour des jeux d'appropriation avec incertitude, que pour des jeux de provision avec incertitude (Figure 3.4). Ce résultat semble contredire les conclusions de [Cox, 2015]. Par ailleurs, le test de *MannWhitneyu* montre que la différence de contribution moyenne entre les traitements T2 et T4 (Table 3.1) n'est pas statistiquement significative (*p-value* = 0.243).

		Moyenne et écart-type entre parenthèse	Taux de coopération en % (Nombre de boules dans le compte commun divisé par le nombre de boules total)		
			Total	Homme	Femme
Tous traitements confondus	Traitements 1 à 4	26.61 (17.75)	53.22%	52%	55%
Production	Traitement 1 n=121	22.83 (19.07)	45.66%	47%	40%
	Traitement 2 n=121	27.98 (19.12)	55,96%	54%	60%
Prévention/ou appropriation	Traitement 3 n=120	25.87 (15.87)	51,74%	52%	52%
	Traitement 4 n=120	29.79 (16.07)	59.58%	56%	65%

TABLE 3.1 – Distribution contribution au compte public par traitement
Source :Auteur, STATA

Nombre de boules pour le bien commun	Univers certain	Univers pro- babiliste	Moyenne	Wilcoxon Rank Sum Z (p-value) pour en- vironnement détermi- niste vs risqué
Production	22.83	27,98	25,40	-2.08 (0.04)**
Appropriation	25.87	29,79	27.83	-1.76 (0.08)*
Moyenne	24.34	28.88	26.61	-2.76 (0.01)***
Wilcoxon Rank Sum Z (P-value) Pour Exter- nalité positive vs Né- gative	-1.27 (0.20) (T1 vs T3)	-0.28 (0.78) (T2 vs T4)	-1.09 (0.27) (Production vs Appropria- tion)	

TABLE 3.2 – Niveau de coopération au bien commun par traitement

Source : auteur, sortie STATA

Notes :Significatif à 1% : *** ;Significatif à 5% : ** ; Significatif à 10% : *

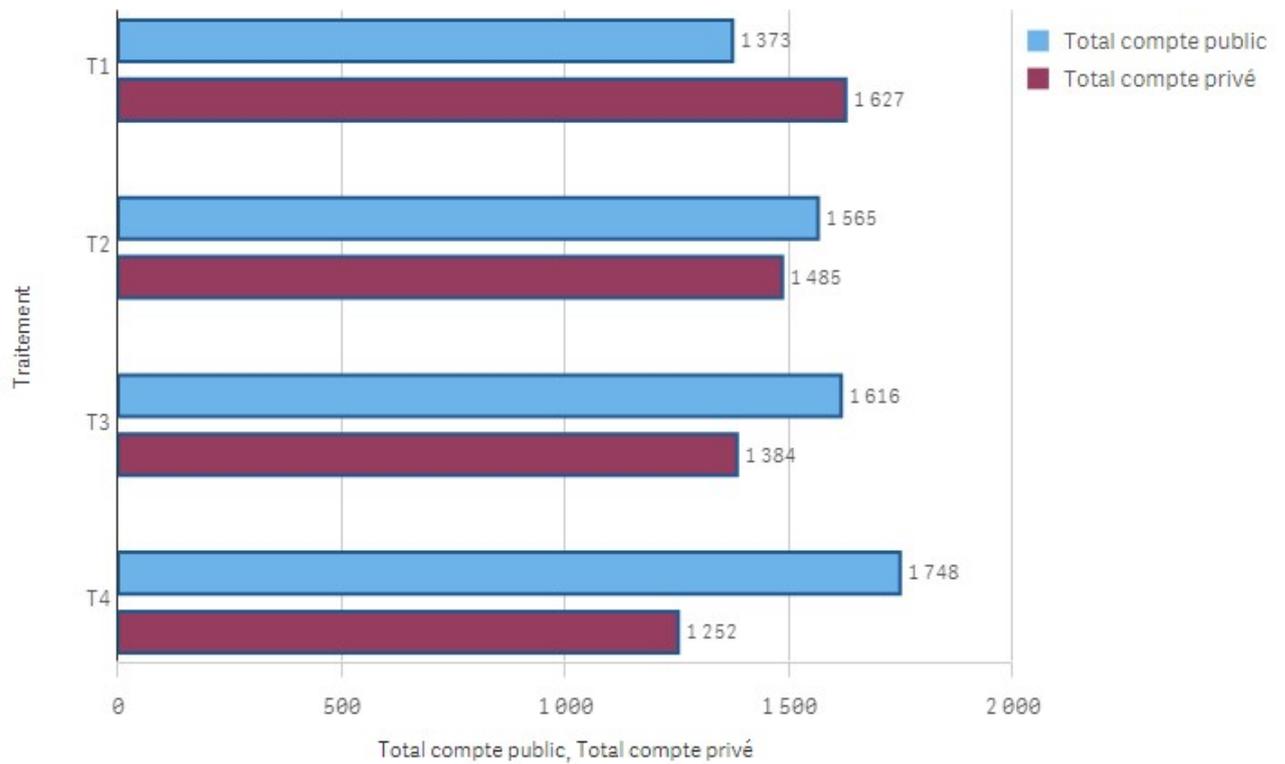


FIGURE 3.4 – Distribution contribution au compte public par traitement
 Source :Auteur, QlikSense

Le troisième grand résultat porte sur la distribution des contributions au bien commun qui diffèrent selon les traitements comme le montre la Figure 3.5. La proportion de personnes qui contribuent très peu ou au contraire beaucoup sont différentes selon les traitements. Nous nous intéressons maintenant à ces cas polaires.

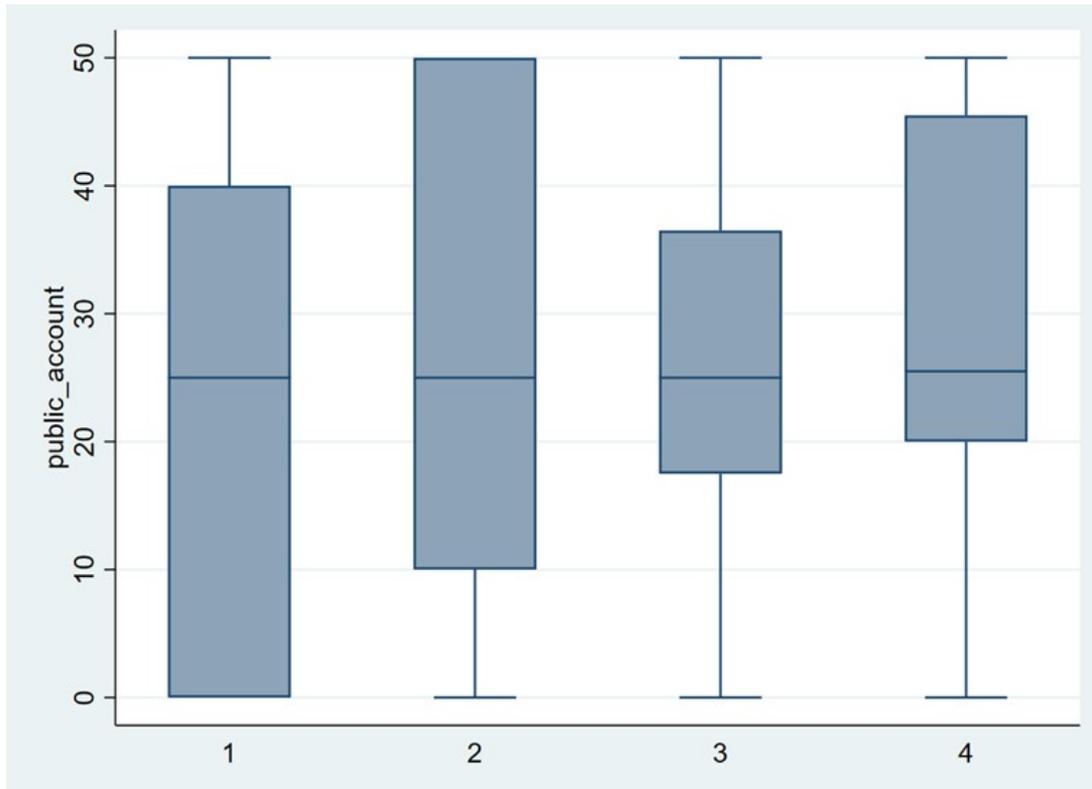


FIGURE 3.5 – Distribution des contributions au bien commun en nombre de boules (sur 50) ; Source :Auteur, sortie STATA de diagramme à moustache

Une proportion plus élevée de personnes resquille et ne coopère pas du tout (taux de free riding extrême défini comme une contribution de 0 au compte public) dans le jeu de production par rapport à celui d’appropriation (comparez T1 avec T3 et T2 avec T4 dans les Figures 3.5 et 3.6).

En présence d’incertitude, les comportements des individus dans les situations extrêmes présentent deux dynamiques inverses. Ainsi pour les jeux de production, le taux des free riders extrême diminue avec l’incertitude (de 30% en T1 à 24.59% en T2) alors qu’il augmente pour le jeu d’appropriation (de 8.33% en T3 à 15% en T4). Ceci nous amène à conclure que l’incertitude encourage une réduction des free riders extrêmes dans un jeu de production alors qu’elle favorise au contraire leur augmentation pour les jeux d’appropriation.

Néanmoins, le taux de free riders extrêmes reste inférieur dans le jeu d’appropriation par rapport à celui du jeu de production.

La dynamique de l’évolution des taux de contributions extrêmes (ceux qui misent tout

sur le bien commun) est en revanche identique dans les deux types de jeux avec l'introduction du risque. Il augmente pour le jeu de production de 21.67% en T1 à 24.59% en T2 (respectivement une hausse de 10% en T3 à 11.67% en T4 dans le jeu d'appropriation).

En résumé, l'incertitude environnementale augmente le taux des contributeurs extrêmes et réduit le taux des free riders extrêmes pour les jeux de production. Pour ceux d'appropriation, l'incertitude augmente légèrement le taux des contributeurs extrêmes mais double pratiquement le taux des free riders extrêmes (Figure 3.6).

On en déduit de cette expérience que l'incertitude inciterait donc plus les individus à être des free riders extrêmes que des contributeurs extrêmes dans le jeu d'appropriation. Alors que dans le jeu de production, elle découragerait les comportements de free riding extrêmes et encouragerait les contributeurs extrêmes.

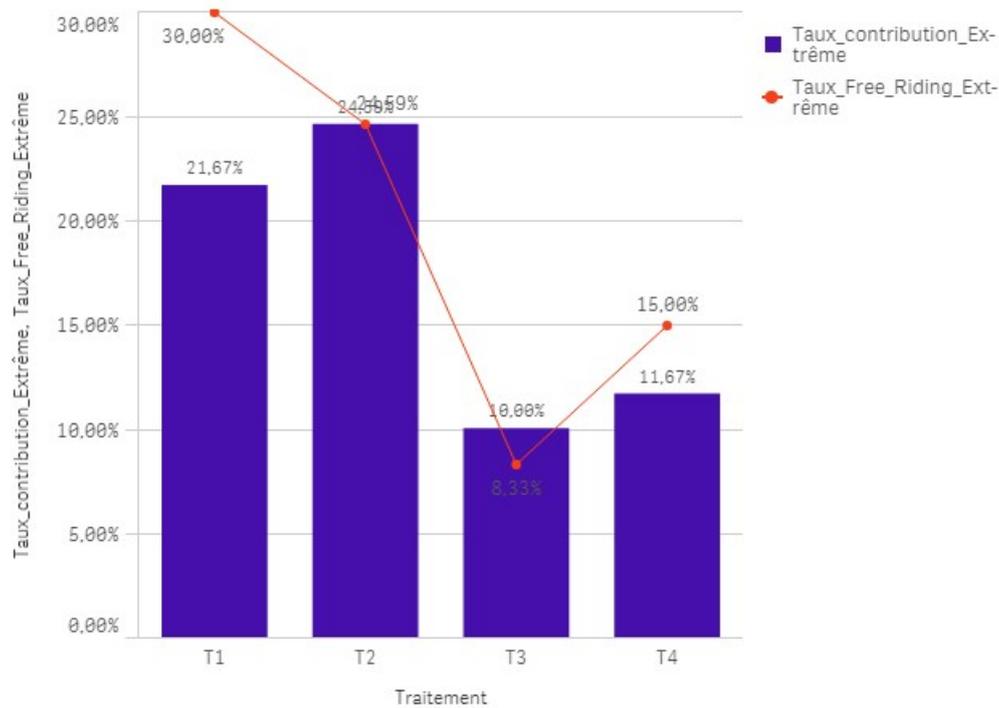


FIGURE 3.6 – Analyse des comportements extrêmes
Source :Auteur, Sortie QlikSense

En examinant les hommes et les femmes séparément, nous observons que l'effet positif de l'incertitude environnementale sur la contribution des individus au bien public semble être plus marqué chez les femmes que chez les hommes. En effet, la dynamique de contribution est différente entre les sexes lorsqu'on passe d'un jeu déterministe à un jeu incertain. Dans les deux types de jeu (production et appropriation), la contribution au compte public des femmes augmente lorsqu'on passe du cas certain au cas incertain alors que celle des hommes reste presque inchangée (Tableau 3.1 et Figure 3.7). Ceci est en accord avec les résultats de [Cox, 2015] et [Fujimoto and Park, 2010].

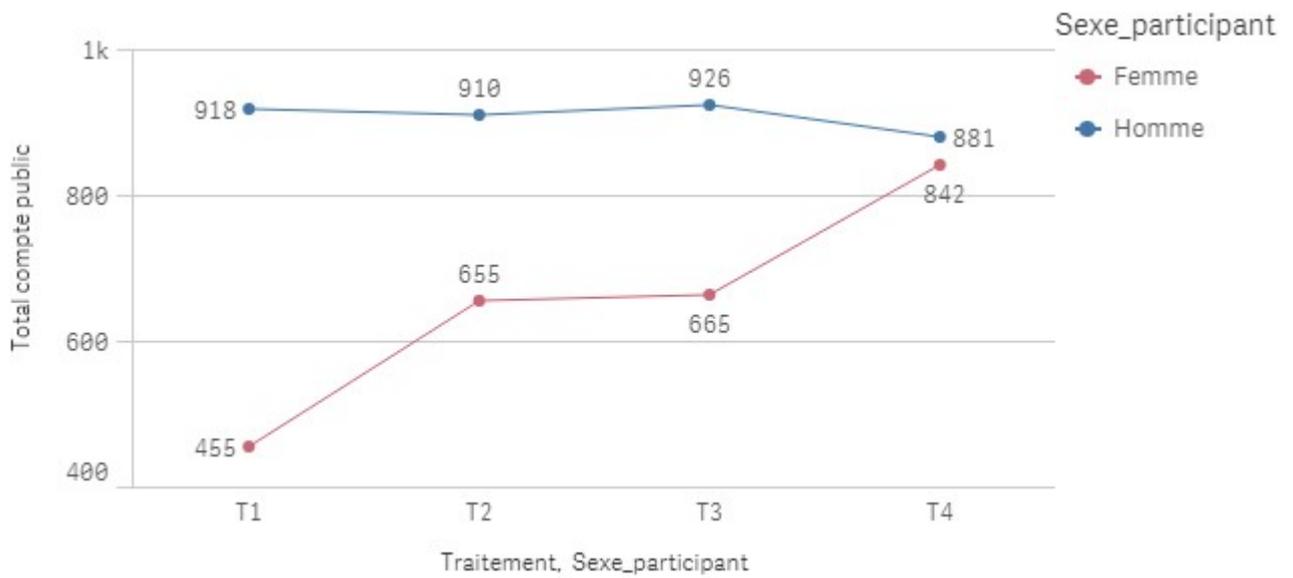


FIGURE 3.7 – Contribution au compte public par sexe
Source :Auteur, Sortie QlikSense

Par ailleurs, pour éliciter la préférence au risque des participants à l'expérience, nous avons utilisé les dix loteries de [Holt and Laury, 2002]. Les sujets peuvent être classés en fonction de leur aversion au risque

OPTION A		OPTION B	DIFFÉRENCE DE GAIN ESPÉRÉE
10 (10%) et 8 (90%)	ou	19.25 (10%) et 0.5 (90%)	5.83
10 (20%) et 8 (80%)	ou	19.25 (20%) et 0.5 (80%)	4.15
10 (30%) et 8 (70%)	ou	19.25 (30%) et 0.5 (70%)	2.48
10 (40%) et 8 (60%)	ou	19.25 (40%) et 0.5 (60%)	0.8
10 (50%) et 8 (50%)	ou	19.25 (50%) et 0.5 (50%)	-0.88
10 (60%) et 8 (40%)	ou	19.25 (60%) et 0.5 (40%)	-2.55
10 (70%) et 8 (30%)	ou	19.25 (70%) et 0.5 (30%)	-4.23
10 (80%) et 8 (20%)	ou	19.25 (80%) et 0.5 (20%)	-5.9
10 (90%) et 8 (10%)	ou	19.25 (90%) et 0.5 (10%)	-7.58
10 (100%) et 8 (0%)	ou	19.25 (100%) et 0.5 (0%)	-9.25

TABLE 3.3 – Analyse d’impact du risque
Source :Auteur

Ce tableau 3.3 présente la différence de gain espérée selon l’option choisie. Cette différence est calculée en faisant la différence entre le gain espéré de l’option A et celui de l’option B. Comme nous pouvons le voir, pour le premier choix du tableau, seul un individu avec une forte appétence au risque choisira l’option B car choisir cette dernière signifie que la probabilité d’avoir un gain espéré faible est de 90%.

Lorsque la probabilité d’avoir le gain le plus élevé s’accroît, les individus devraient choisir l’option B plutôt que l’option A. Un individu neutre devrait choisir pour les 4 premiers choix l’option A puis à partir du cinquième choix, opter pour l’option B.

La Figure 3.8 ci-dessous montre que dans notre expérience, une forte majorité d’individus opte pour un choix « plus sûr » de la première décision à la 4ème. Cependant, dès la première décision, 23 individus choisissent l’option B (option « plus risquée »). Ce nombre augmente de 15 personnes de la première à la quatrième décision. En effet, bien que la majorité des participants soient averses au risque entre la première et la quatrième décision (90.5% d’individus averses en période 1 et 84,3% en période 4) nous observons que l’option du choix risqué n’a cessé d’augmenter en passant de 9,5% à 15,7%.

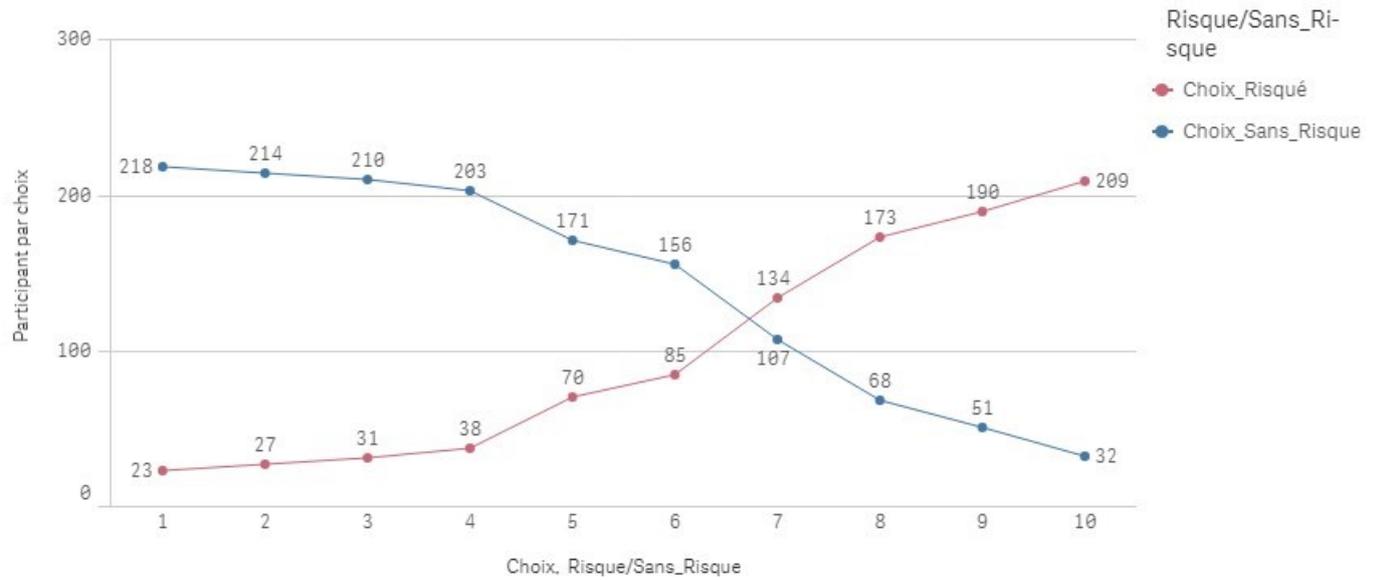


FIGURE 3.8 – Analyse "plus risqués"/"plus sûr" par décision
 Source :Auteur, Sortie QlikSense

La figure 3.9 confirme que les hommes prennent moins de risque dans leur choix que les femmes. En effet, 60,1% des hommes de notre expérience optent pour un choix moins sûr contre 39,9% pour les femmes.

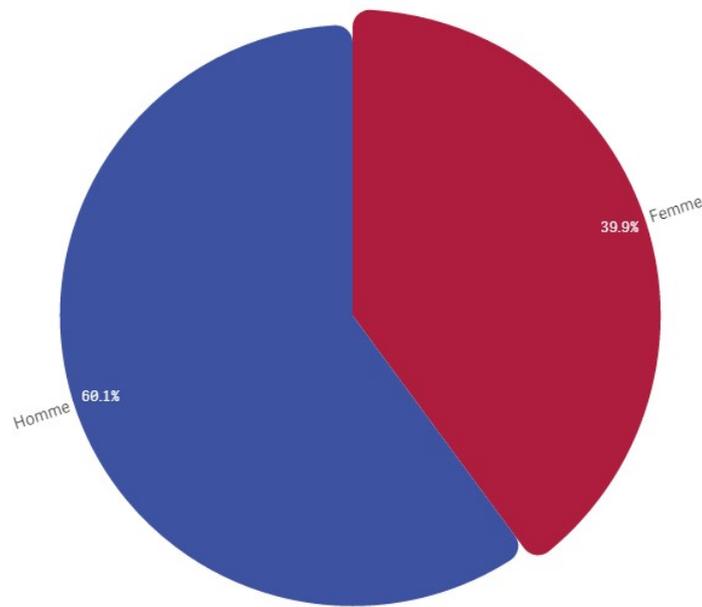


FIGURE 3.9 – Répartition choix risqués par sexe
Source :Auteur, Sortie QlikSense

3.4.1 Analyse économétrique de l'expérience

La précédente section nous a permis d'observer qu'en présence d'incertitude, la coopération au compte public augmente. Il n'y a pas de différence significative au niveau agrégé entre les jeux d'appropriation et de production. En revanche, la distribution des choix diffère, avec des comportements différents aux points extrêmes. Le comportement des hommes et des femmes est également différent.

Dans cette section, nous présentons une analyse économétrique pour contrôler simultanément les différents facteurs explicatifs de la contribution au compte public (variable dépendante).

En analysant la distribution de la coopération en fonction des traitements, nous notons que la valeur basse de la contribution au compte public est égale à zéro et la valeur haute est égale à 50 (Figure 3.10). Ceci signifie que la variable dépendante compte public est censurée à gauche par zéro et à droite par 50. En effet, les décisions de coopération ou non prises par les individus de notre expérience sont effectuées sur un espace défini (des 50 boules à répartir entre le compte commun et le compte privé). Ainsi, nous nous intéressons spécifiquement dans chacun des traitements au nombre de boules que chaque

individu contribue au bien commun. Le modèle économétrique choisi permet de modéliser la probabilité que la variable dépendante appartienne à l'intervalle sur laquelle elle est définie $[0;50]$. Il s'agit du modèle Tobit encore appelé « modèle de régression censurée ». Il serait aussi possible d'utiliser des modèles de distribution discrète de poisson avec une surdispersion sur les extrêmes.

Dans un premier temps, la variable dépendante (`public_account`) est supposée fonction uniquement des dummies par traitements. Cette première estimation permettra de mettre en évidence l'impact de nos variables d'intérêt (risque et framing). Les estimations issues de ce modèle seront ensuite comparées avec un modèle des moindres carrés ordinaires (MCO) dans le but d'observer si les paramètres estimés via le tobit converge plus vers les vraies valeurs.

Dans un second temps (modèle avec variables de contrôle), nous allons rajouter aux dummies par traitements d'autres variables de contrôle telles que le sexe, l'attitude face au risque des participants, l'âge, le diplôme afin de capter les différences dans les comportements de coopération des participants ayant des caractéristiques individuelles différentes. Un modèle Tobit d'une part et des moindres carrés ordinaires (MCO) d'autre part, avec variables de contrôle seront estimés.

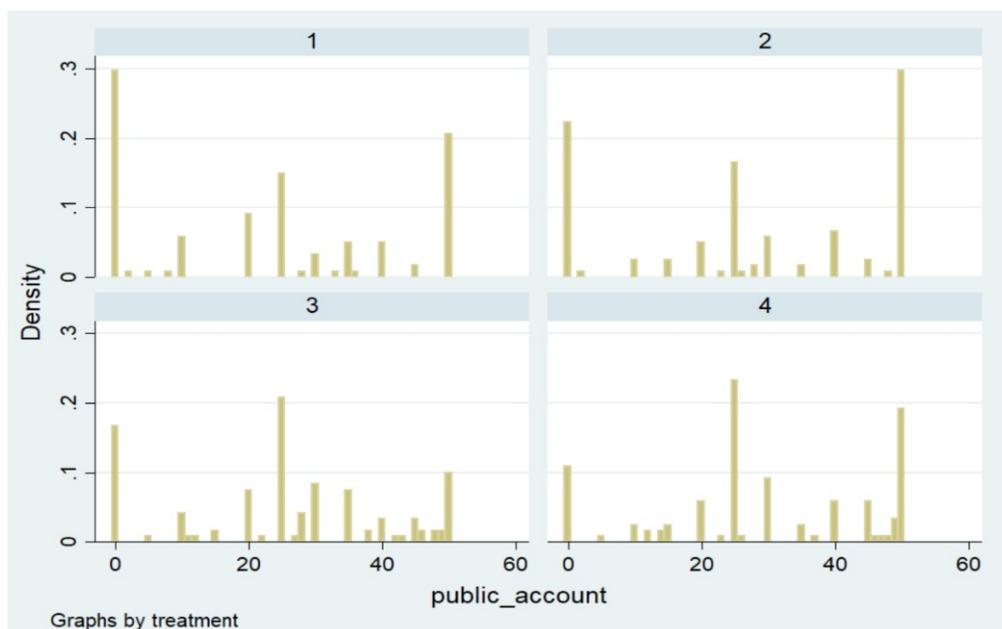


FIGURE 3.10 – Coopération en fonction du traitement
Source :Auteur, Sortie Stata

Modèle : estimation du nombre de boules mises dans le compte public en fonction des dummies par traitement.

Considérons que l'équation de la régression de `public_account` sur les dummies par traitement est la suivante :

$$y_i = \alpha_i + \beta x_i + \varepsilon_i$$

$$0 \leq y_i \leq 50,$$

$$x_i \in R, \forall i = 1, \dots, N, \text{ pour une taille d'observation, } N = 482$$

$$\text{Avec } \varepsilon_i \text{ est une perturbation distribuée selon une loi normal } N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Nous estimons les paramètres de notre modèle par la méthode du maximum de vraisemblance. Les résultats de cette estimation sont présentés dans la table 3.4 suivant :

Variable dépendante : public_account

Tobit Regression

Nombre d'observations = 482

Log pseudolikelihood = -1571.034

(Std. Err. adjusted for 4 clusters in session_code)

Obs. summary : 96 left-censored observations at public_account <=0

290 uncensored observations

96 right-censored observations at public_account >=50

	Modèle 1		Modèle 2 (avec variables de contrôle)	
	Tobit 1 [0, 50]	OLS 1	Tobit 2 [0,50]	OLS 2
Traitement				
2	8.548*** (3.189)	5.149** (2.264)	8.577** (0.501)	5.149** (2.258)
3	3.817** (1.562)	3.040 (2.268)	3.410*** (0.395)	2.801 (0.221)
4	10.407*** (1.343)	6.965*** (2.264)	10.003*** (0.390)	6.726*** (2.284)
Sexe				
1			1.258** (0.607)	1.259 (1.694)
2			3.028*** (0.711)	1.189 (9.035)
Age				
			-0.201*** (0.017)	-0.129 (0.084)
Diplôme				
1			202.082*** (0.429)	29.095** (12.731)
2			198.755*** (0.520)	27.533** (12.685)

	3		202.899***	30.275**
			(0.380)	(12.750)
	4		195.405***	25.290**
			(0.620)	(12.590)
	5		197.699 ***	26.125**
			(0.516)	(12.937)
	6		196.852***	26.437
			(0.524)	(17.690)
	7		195.573 ***	24.674*
			(0.291)	(14.085)
	Choix_sûr		-2.273***	-1.384
			(0.287)	(1.280)
	Constante	21.046***	22.826***	-165.284***
		(0.366)	(1.601)	(0.728)
	/sigma	27.486		27.030

TABLE 3.4 – Régression tobit et MCO

Source :Auteur, Sortie Stata

Notes :Écart-type en parenthèse

*p < 10%, ** p < 5%, *** p < 1%

Les résultats de la régression tobit 1 du nombre de boules mises dans le compte public en fonction uniquement des dummies par traitements montrent que la coopération est plus élevée dans tous les traitements par rapport au traitement de référence. Le coefficient est particulièrement fort pour T4 (cas de l'externalité négative avec risque). Les conclusions sont inchangées avec le modèle MCO1.

Les résultats du modèle MCO 1 avec uniquement des dummies par traitements permet d'avoir les mêmes conclusions que le modèle Tobit 1. Cependant, la comparaison des coefficients des deux modèles montre que le MCO 1 échoue à reconnaître le caractère significatif

du traitement 3 appropriation/prévention en univers certain. Pour Long (1997, chapitre 7), cette faiblesse du modèle MCO provient du fait que les MCO ne considèrent pas 0 et 50 comme étant respectivement des limites inférieures et supérieures de la contribution au compte public.

Les coefficients des traitements des modèles Tobit 2 et MCO 2 sont sensiblement identiques que l'on contrôle ou non pour les caractéristiques des participants (sexe, attitude face au risque des participants, âge et diplôme). Tout comme le modèle 1, le modèle 2 montre que l'incertitude favorise la coopération des individus dans les jeux de production et d'appropriation, et ceci davantage dans le jeu d'appropriation (T4) que dans celui de production (T2). Notre modèle 2 montre également que les femmes contribuent significativement plus que les hommes au compte public. A Noter que quatre participants ont choisi de ne pas se déclarer comme homme ou femme, mais comme neutre. Nous avons aussi estimé le modèle sur 478 observations, en ne considérant que la catégorie homme et femme, cela ne change pas les résultats. Les estimations montrent enfin qu'il n'y a pas de différence significative entre les coefficients associés à chaque niveau d'éducation (Degree). Ceci signifie que le diplôme ne change pas la volonté de coopérer au compte public.

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mené une expérience constituée de quatre jeux (deux jeux de production de bien public et deux de prévention d'appropriation d'une ressource collective) pour analyser comment les comportements coopératifs collectifs changent en fonction de la présence d'incertitude ou non (traitement T2 vs T1 et T4 vs T3) d'une part ; et d'autre part en fonction du fait que le dilemme collectif soit présenté avec externalité positive (production de bien public, financement transition énergétique) ou avec externalité négative (prévention d'un évènement défavorable de type changement climatique, épuisement des ressources...).

Plus précisément, nous avons exploré dans ce chapitre si dans un jeu de prévention collective, les individus coopèrent autant, plus ou voire moins que dans les jeux de bien public usuels. Nous voulions aussi vérifier comment l'incertitude influence la coopération.

L'originalité de l'expérience présentée dans ce chapitre est la prise en compte de quatre

types de framing (situation certaine versus risquée d'une part ; dans le cadre de la production d'une externalité positive versus dans le cadre de la prévention d'une externalité négative) et surtout le fait que ce n'est pas la taille de l'amélioration /détérioration environnementale qui change avec le niveau de coopération, mais la probabilité de réalisation de cet évènement. L'expérience n'est pas répétée. Nous ne nous intéressons pas au déclin de la coopération au cours du temps, typiquement étudiée dans un jeu répété, mais bien aux écarts entre les traitements. Les jeux de notre expérience ne sont pas à seuil. Dans notre expérience, seule la probabilité de survenance d'un évènement est affectée par l'effort collectif.

Les résultats de notre expérience montrent qu'en présence d'incertitude environnementale, la contribution au compte public est significativement supérieure à la contribution au compte public en absence d'incertitude confirmant un des résultats de [Gangadharan and Nemes, 2009], [Vesely et al., 2017]. De plus, la coopération au compte public en environnement incertain est plus élevée pour les jeux d'appropriation que pour les jeux de production. Par ailleurs, notre expérience met également en lumière que les jeux de production favorisent plus les comportements de contribution extrême et découragent les free riders extrêmes. De nos données, il ressort que cet effet positif de l'incertitude sur la contribution des individus au bien public est attribuable surtout au changement de comportement des femmes. Ce phénomène a déjà été observé par [Cox, 2015] et [Fujimoto and Park, 2010].

Les résultats de notre expérience peuvent permettre de mieux présenter les programmes de sobriété énergétique. En effet, les différents mouvements à travers le monde de façon générale, et en particulier les résultats des dernières élections municipales en date du 15 mars 2020 en France, laissent penser qu'une partie non négligeable de la population est consciente des risques liés aux modes de consommation actuels. De plus, ces évènements laissent penser que les individus sont prêts à agir, faire des efforts pour réduire le risque de réchauffement climatique et ainsi préserver l'environnement. Ici la ressource commune est l'environnement qui risque d'être détruite avec une probabilité inconnue. Ce qui peut être assimilé à notre jeu de prévention avec incertitude dans lequel les individus peuvent collectivement coopérer pour réduire la probabilité de la catastrophe. Les résultats de notre expérience suggèrent donc aux décideurs politiques d'exploiter ce caractère aléatoire pour nous inciter à réduire notre consommation d'énergie dans le but de préser-

ver l'environnement. Enfin, ce sont les femmes qui semblent particulièrement sensibles à la façon dont sont présentées les choses (framing), mais surtout à l'incertitude.

Conclusion générale

Les risques environnementaux et de réchauffement climatique placent aujourd'hui la question de la sobriété énergétique comme étant un levier primordial et incontournable à promouvoir pour agir efficacement en faveur de la protection de notre environnement. En effet, malgré la légère baisse de la consommation finale d'énergie au cours de ces dernières décennies, les demandes de consommation dans les secteurs résidentiel et tertiaire ont augmenté de 3% entre 1999 et 2017 [Baudry et al., 2019]. Dans le résidentiel, la demande d'énergie électrique ne cesse également d'accroître faisant d'elle l'énergie la plus utilisée. Fort de ces constats, il s'en suit que réussir à influencer la demande d'énergie, en particulier dans le secteur résidentiel et tertiaire, est essentiel pour réussir la transition énergétique. Celle-ci suppose un usage accru des énergies renouvelables qui demande de la souplesse de la demande pour s'adapter à l'offre. Elle passe par une sobriété énergétique et par une poursuite des investissements en efficacité énergétique. Cette dernière étant le levier ayant le plus retenu l'attention des décideurs publics.

Bien que de probantes améliorations aient été observées ces dernières années en matière d'efficacité énergétique des bâtiments et des équipements électroménagers, nous observons que ces gains de performance énergétiques ne se traduisent pas toujours par une consommation finale plus responsable de l'énergie. Une raison de cette consommation peu sobre tient aux multiples pics observés dans les profils de consommation, la synchronisation des habitudes de consommation et de l'effet rebond (les bénéfices des progrès technologiques en matière d'efficacité énergétique sont perdus à cause des comportements de consommation des usagers). Ces constats montrent que les gains de l'efficacité énergétique ne suffisent pas à elles seules à favoriser une réduction/lisage de la consommation finale d'énergie. Pour une lutte efficace contre le réchauffement climatique et une protection nos ressources, il est donc nécessaire de coupler aux actions d'efficacité énergétique, des leviers pouvant inciter à la sobriété énergétique. Sans cette dernière, la transition énergétique ne sera pas une réussite. Prendre ce virage de la sobriété énergétique dans nos sociétés paraît donc aujourd'hui comme une nécessité. Cette thèse porte sur les leviers qui permettent de piloter la demande par une sensibilisation des consommateurs et par des incitations. Elle conduit à une proposition de leviers d'actions que les décideurs publics, les gestionnaires d'immeubles peuvent utiliser pour inciter les usagers à consommer de façon sobre l'énergie. Elle est organisée en trois grands chapitres.

Dans le premier chapitre, les particularités de la demande de consommation d'énergie

ont été mis en évidence. Dans ce chapitre, nous avons mis l'accent sur la caractéristique particulière de l'énergie. En effet, elle n'est pas désirée pour elle-même mais plutôt désirée pour les services énergétiques qu'elle permet d'avoir. Les usagers identifient donc un ensemble de services que l'énergie leur permet de consommer en fonction des prix, des ressources disponibles, de la technologie utilisée et du prix de cette technologie. Nous soulignons ainsi dans ce chapitre que des outils socio-techniques et des informations sur la consommation ont un effet significatif sur la demande d'énergie. Un certain nombre de concepts sont définis et les faits stylisés de la consommation d'énergie sont présentés. Une revue de la littérature sur la demande d'énergie est proposée, aussi bien en termes de modélisation, que d'études empiriques résumant les résultats d'expérimentations pilotes et de terrain. Une place plus grande aux nudges auraient sans doute pu être pertinente.

Un second chapitre traite des incitations financières à la sobriété énergétique. Un état de l'art met en évidence que la motivation est duale. En effet, l'existence de motivations intrinsèques, extrinsèques monétaires/non-monétaires et réputationnelles jouent un rôle important sur les comportements environnementaux. Les incitations financières servent de signaux et récompensent les comportements souhaités par ceux qui les utilisent en augmentant le bénéfice de suivre le signal. A l'aide d'une expérience contrôlée en laboratoire, nous examinons l'effet des incitations financières sur l'effort de sobriété énergétique. Pour matérialiser l'effet social externe positif généré par l'effort d'économie d'énergie, les sujets sont informés qu'un pourcentage des gains générés est reversé à une association qui promeut les écogestes. Les incitations financières prennent la forme de bonus financiers avec différents seuils, conçus comme relativement facilement atteignables. Ce chapitre montre que les effets des incitations financières sur les sujets avec la motivation intrinsèque la plus élevée est différent de celui avec une faible motivation intrinsèque confirmant ainsi les travaux de [Abeler et al., 2011]. Selon la proportion des uns et des autres, l'efficacité de la mesure sera donc différente. Dans l'expérience menée, les consommateurs n'ont pas été ciblés en fonction de leurs caractéristiques socio-démographiques et les incitations étaient donc présentées de la même manière pour tous. Une extension intéressante serait de distinguer plusieurs profils types de consommateur.

Le dernier chapitre aborde deux paramètres importants des campagnes de sensibilisation à la consommation d'énergie. Le premier est la perspective adoptée (présentation sous forme de gain obtenu ou de perte évitée) et le second la notion de retour sur in-

vestissement risqué. Dans les campagnes de sensibilisation, la sobriété économique peut en effet être promue comme produisant une externalité positive (participer à la transition énergétique, protéger l'environnement, faire des progrès) ou comme une action de prévention en se restreignant d'exercer une externalité négative. L'un met l'accent sur la probabilité accrue de gain et l'autre la probabilité moindre de dégâts environnementaux. Si les consommateurs sont parfaitement rationnels, l'une ou l'autre présentation devrait être parfaitement équivalente et donner lieu aux mêmes décisions. Cependant, l'économie expérimentale nous a montré le contraire et notre expérience le confirme. Plus précisément, nous montrons dans un modèle linéaire, avec prise de décision unique et simultanée, que les participants ont davantage coopéré en univers risqué qu'en univers certain. Par ailleurs, même si en moyenne le niveau de coopération est identique avec une externalité positive (jeu du bien public) ou négative (prévention d'appropriation de ressources), la distribution des comportements change pour les cas polaires (de « tout » ou « rien » en matière de coopération). Les femmes sont particulièrement sensibles aux différents traitements, contrairement aux hommes.

Différentes extensions de ce modèle pourraient être réalisées, soit en changeant les niveaux de risque, en permettant de la communication par exemple avec des contrats de pré-engagements. On pourrait aussi modéliser un jeu répété et vérifier que les prédictions sont identiques avec des expériences pilotes plutôt que des expériences décontextualisées.

Annexe

Annexe 1

Directive 96/92/CE du 19 décembre 1996
Loi du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité
Loi du 3 janvier 2003 relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie
Directive 2003/54/CE du 23 juin 2003
Loi du 9 août 2004 relative au service public de l'électricité et du gaz
Loi du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique
Loi du 7 décembre 2006 relative au secteur de l'énergie
Dispositions de la loi du 5 mars 2007
Dispositions de la loi du 21 janvier 2008 relative aux tarifs réglementés d'électricité et de gaz naturel
Directive 2009/72/CE du 13 juillet 2009
Loi du 7 juin 2010 autorisant le retour aux tarifs réglementés
Loi du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité (loi NOME)
Ordonnance du 9 mai 2011 portant codification de la partie législative du code de l'énergie
Décret n° 2012-1405 du 14 décembre 2012 relatif à la contribution des fournisseurs à la sécurité d'approvisionnement en électricité et portant création d'un mécanisme d'obligation de capacité dans le secteur de l'électricité
Loi du 15 avril 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre
Dispositions de la loi du 17 mars 2014 relative à la consommation
Loi du 18 février 2015 visant la modification du mécanisme d'effacement électrique

TABLE 3.5 – Liste des dispositions européennes et législatives encadrant le marché de l'électricité

Annexe 2

3.5.0.1 Instructions Générales : groupe sans prime

Cette partie à laquelle vous allez participer est destinée à l'étude de la prise de décision. Nous vous demandons de lire attentivement les instructions, elles doivent vous permettre de bien comprendre la partie. Lorsque tous les participants auront lu ces instructions un expérimentateur procédera à une relecture à voix haute.

Toutes vos décisions sont traitées de façon anonyme. Indiquez vos choix à l'aide de l'ordinateur devant lequel vous êtes assis(e). Les sommes gagnées pendant cette partie sont exprimées en points. A partir de maintenant nous vous demandons de ne plus parler. Si vous avez une question levez la main et un expérimentateur viendra vous répondre en privé.

3.5.0.2 Cadre général

Cette partie vous amène à réaliser des tâches sur l'écran de l'ordinateur. Une période est définie comme une page écran comportant cinquante tâches. Pour valider une période et passer à la suivante, les cinquante tâches doivent être réalisées avec succès. Chaque tâche consiste à éteindre une ampoule en la déplaçant de gauche à droite. Au début d'une période, cinquante ampoules allumées apparaissent sur la gauche de votre écran. Pour les éteindre, vous les déplacez vers la case située sur la droite de l'écran.

IMPORTANT : vous devez éteindre toutes les ampoules pour pouvoir passer à l'étape suivante. Vous êtes libre d'effectuer autant de périodes que vous le souhaitez.

Votre gain pour cette expérience est proportionnel au nombre de périodes effectivement validées.

Exemple :

Supposons que vous validiez 30 périodes mais que lors de la 31ème, vous ne réalisiez que 15 tâches sur 50. Vous ne validez pas la 31ème période.

Les 5 premières périodes validées vous rapportent 50 points chacune. Les 6 à 10, 11 à 15, 16 à 20, 21 à 25 et 26 à 30 sont respectivement rémunérées à 40 points, 32 points, 26

points, 20 points et 16 points chacune.

Votre gain est donc égal à : $(5*50 \text{ points}) + (5*40 \text{ points}) + (5*32 \text{ points}) + (5*26 \text{ points}) + (5*20 \text{ points}) = (5*16 \text{ points}) = 920 \text{ points}$.

Votre gain décroît de 20% après chaque lot de 5 périodes validées.

Votre gain par période est décroissant mais reste positif. Autrement dit, chaque période validée accroît le montant avec lequel vous repartirez.

Important :

De plus, nous nous engageons à verser un montant égal à 5% de vos gains à une association étudiante de l'Université qui encourage les comportements environnementaux (association Eco-geste). Bien entendu, cette subvention n'est pas soustraite de vos gains, mais prélevée sur le budget de l'Anthropolab. L'association Eco-geste s'occupe de promouvoir les actions pro-environnementales sur le campus par des campagnes de sensibilisation et d'information.

3.5.0.3 Montant versé à l'association Eco-geste

Par exemple, supposons que vous validiez 27 périodes au cours de cette partie.

Les 5 premières périodes validées vous rapportent 50 points chacune. Les périodes 6 à 10, 11 à 15, 16 à 20, 21 à 25 et 26 à 27 sont respectivement rémunérées à 40 points, 32 points, 26 points, 20 points et 16 points chacune.

Votre gain est de : $(5*50 \text{ points}) + (5*40 \text{ points}) + (5*32 \text{ points}) + (5*26 \text{ point}) + (5*20 \text{ points}) + (2*16 \text{ points}) = 872 \text{ points}$.

Le montant versé à l'association Eco-geste est donc : $5\%*872 \text{ points} = 44 \text{ points}$.

Important : Vous avez 60 minutes pour réaliser autant de périodes que vous le souhaitez.

Chaque période se déroule de manière identique.

3.5.0.4 L'écran « Récapitulatif »

A la fin de chaque période, un écran « Récapitulatif » apparaît sur votre écran. Cet écran vous informe de votre gain en points à cette période, du nombre de périodes que vous avez validées, de vos gains cumulés depuis le début de cette partie ainsi que du montant dont bénéficie Eco-geste grâce à vos efforts. Cet écran vous fournit également un rappel du taux conversion des points cumulés en euros : **1 point = 0.015 euro**.

Toutes les 5 périodes, l'écran « récapitulatif » vous fournit aussi vos gains en euro.

Une fois que vous avez validé le « Récapitulatif », un deuxième écran apparaît. Vous avez alors deux possibilités : « Entamer la période suivante » ou « Aller sur Internet ».

- Si vous cliquez sur le bouton « Entamer la période suivante », un autre écran avec 50 ampoules allumées apparaît et vous pouvez continuer à éteindre les ampoules.
- Si vous cliquez sur le bouton « Aller sur Internet », une page web s'ouvre automatiquement. Vous pouvez alors aller sur le site de votre choix (pour consulter vos mails, aller sur Facebook ou sur vos sites habituels). Si vous optez pour cliquer sur le bouton « Allez sur Internet », vous ne pouvez plus accomplir de tâche, votre décision devient irréversible. Personne ne sait quelle option vous choisissiez.

3.5.0.5 L'écran « Historique »

A la fin du temps imparti pour cette partie (60 minutes), vous voyez apparaître un écran « Historique ». Cet écran vous informe du nombre total de périodes que vous avez réalisées, de votre gain total en points et en euros accumulé pendant toute la durée de cette partie ainsi que du montant total en points et en euros que vos efforts permettent à l'association Eco-geste de percevoir.

Annexe 3

3.5.0.6 Instructions Générales : groupe avec prime

Cette partie à laquelle vous allez participer est destinée à l'étude de la prise de décision. Nous vous demandons de lire attentivement les instructions, elles doivent vous permettre de bien comprendre la partie. Lorsque tous les participants auront lu ces instructions un expérimentateur procédera à une relecture à voix haute.

Toutes vos décisions sont traitées de façon anonyme. Indiquez vos choix à l'aide de l'ordinateur devant lequel vous êtes assis(e). Les sommes gagnées pendant la partie sont exprimées en points. A partir de maintenant nous vous demandons de ne plus parler. Si vous avez une question levez la main et un expérimentateur viendra vous répondre en privé.

3.5.0.7 Cadre général

Cette partie vous amène à réaliser des tâches sur l'écran de l'ordinateur. Une période est définie comme une page écran comportant cinquante tâches. Pour valider une période et passer à la suivante, les cinquante tâches doivent être réalisées avec succès. Chaque tâche consiste à éteindre une ampoule en la déplaçant de gauche à droite.

Au début d'une période, cinquante ampoules allumées apparaissent sur la gauche de votre écran. Pour les éteindre, vous les déplacez vers la case située sur la droite de l'écran.

IMPORTANT : vous devez éteindre toutes les ampoules pour pouvoir passer à l'étape suivante. Vous êtes libre d'effectuer autant de périodes que vous le souhaitez.

Votre gain pour cette partie est proportionnel au nombre de périodes effectivement validées.

Exemple :

Supposons que vous validiez 30 périodes au cours de cette partie.

Les 5 premières périodes validées vous rapportent 50 points chacune. Les 6 à 10, 11 à 15, 16 à 20, 21 à 25 et 26 à 30 sont respectivement rémunérées à 40 points, 32 points, 26 points, 20 points et 16 points chacune.

Votre gain est donc égal à : $(5 \times 50 \text{ points}) + (5 \times 40 \text{ points}) + (5 \times 32 \text{ points}) + (5 \times 26 \text{ points}) + (5 \times 20 \text{ points}) = (5 \times 16 \text{ points}) = 920 \text{ points}$.

Votre gain décroît de 20% après chaque lot de 5 périodes validées.

Votre gain par période est décroissant mais reste positif. Autrement dit, chaque période validée accroît le montant avec lequel vous repartirez.

Important :

Vous recevez également une prime à partir de 30 périodes validées. La prime maximale, pour 45 périodes validées et plus, est égale à 296 points.

Quatre seuils sont utilisés pour le calcul de la prime. Un premier niveau de prime (égal à 28 points) est versé pour 30 périodes validées, un second niveau (égal à 111 points) pour 35 périodes, un troisième (égal à 222 points) pour 40 périodes et enfin le dernier niveau (correspondant à la prime maximale égal à 296 points) pour 45 périodes validées et plus (figure 3.11).

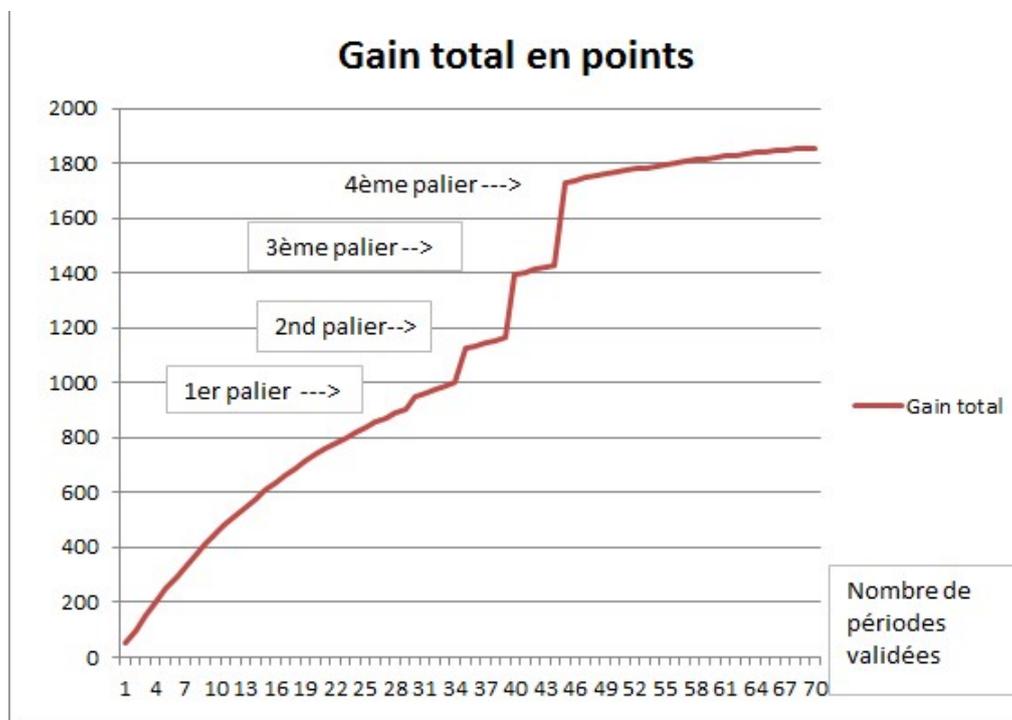


FIGURE 3.11 – Fonction théorique des gains du groupe avec prime en fonction du nombre de périodes validées.

Source : Auteur

- Si vous validez **au maximum 29 périodes pendant cette partie, vous n'êtes pas éligible à la prime.**
- Si vous validez entre **30 périodes et 34 périodes, vous recevez un gain supplémentaire de 28 points correspondant au 1er palier du graphique.**
- Si vous validez entre **35 périodes et 39 périodes, Vous recevrez un gain supplémentaire de 111 points correspondant au 2nd palier.**
- Si vous validez entre **40 périodes et 44 périodes. Vous recevrez un gain supplémentaire de 222 points correspondant au 3ème palier.**
- Si vous validez **au moins 45 périodes. Vous recevrez un gain supplémentaire de 296 points correspondant au 4ème palier.**

3.5.0.8 Montant versé à l'association Eco-geste

De plus, nous nous engageons à verser un montant égal à 5% de vos gains (sans prime) à une association étudiante de l'Université qui encourage les comportements environnementaux (association Eco-geste). Bien entendu, cette subvention n'est pas soustraite de vos gains, mais prélevée sur le budget de l'Anthropolab. L'association Eco-geste s'occupe de promouvoir les actions pro-environnementales sur le campus par des campagnes de sensibilisation et d'information.

Par exemple, supposons que vous validiez 37 périodes au cours de cette partie.

Les 5 premières périodes validées vous rapportent 50 points chacune. Les périodes 6 à 10, 11 à 15, 16 à 20, 21 à 25, 26 à 30, 31 à 35 et 36 à 37 sont respectivement rémunérées à 40 points, 32 points, 26 points, 20 points, 16 points, 13 points et 10 points chacune.

Votre gain sans prime est de : $(5 \times 50 \text{ points}) + (5 \times 40 \text{ points}) + (5 \times 32 \text{ points}) + (5 \times 26 \text{ point}) + (5 \times 20 \text{ points}) + (2 \times 16 \text{ points}) + (5 \times 13 \text{ points}) + (2 \times 10 \text{ points}) = 1005 \text{ points}$.

Le montant versé à l'association Eco-geste est donc : $5\% \times 1005 \text{ points} = 50 \text{ points}$.

Votre gain total est le montant calculé ci-dessus qui a servi de base à la subvention Eco-geste plus la prime de 111 points soit 1116 points.

Important : Vous avez 60 minutes pour réaliser autant de périodes que vous le souhaitez.

Chaque période se déroule de manière identique.

3.5.0.9 L'écran « Récapitulatif »

A la fin de chaque période, un écran « Récapitulatif » apparaît sur votre écran. Cet écran vous informe de votre gain en points à cette période, du nombre de périodes que vous avez validées, de vos gains cumulés depuis le début de la partie, du montant de votre prime ainsi que du montant dont bénéficie Eco-geste grâce à vos efforts. Cet écran vous fournit également un rappel du taux de conversion des points cumulés en euros : **1 point = 0.010 euro.**

Toutes les 5 périodes, l'écran « récapitulatif » vous fournit aussi vos gains en euro.

Une fois que vous avez validé le « Récapitulatif », un deuxième écran apparaît. Vous avez alors deux possibilités : « Entamer la période suivante » ou « Aller sur Internet ».

- Si vous cliquez sur le bouton « Entamer la période suivante », un autre écran avec 50 ampoules allumées apparaît et vous pouvez continuer à éteindre les ampoules.
- Si vous cliquez sur le bouton « Aller sur Internet », une page web s'ouvre automatiquement. Vous pouvez alors aller sur le site de votre choix (pour consulter vos mails, aller sur Facebook ou sur vos sites habituels). Si vous optez pour cliquer sur le bouton « Allez sur Internet », vous ne pouvez plus accomplir de tâche, votre décision devient irréversible. Personne ne sait quelle option vous choisissiez.

3.5.0.10 L'écran « Historique »

A la fin du temps imparti pour cette partie (60 minutes), vous voyez apparaître un écran « Historique ». Cet écran vous informe du nombre total de périodes que vous avez réalisées, de votre gain total en points et en euros accumulé pendant toute la durée de la partie ainsi que du montant total en points et en euros que vos efforts permettent à l'association Eco-geste de percevoir.

Annexe 4

3.5.0.11 Questionnaire

1. Sexe
 - Homme
 - Femme
2. Quel âge avez-vous ?
3. Quel est le plus haut diplôme que vous avez obtenu ?
 - Au plus le brevet des collèges
 - Bac général ou professionnel
 - Brevet Professionnel (BP)
 - BTS
 - DUT
 - Autre diplôme universitaire
 - Licence
 - Master
 - Doctorat
 - Diplômes de grandes écoles
 - Autre dont encore étudiant
4. Statut professionnel :
 - Étudiant
 - A la recherche d'un emploi
 - En emploi
 - Sans activité
5. A quelle catégorie socio-professionnelle appartenez-vous si vous n'êtes plus étudiants ? Ou à quelle catégorie appartient vos parents si vous êtes étudiant ?
 - Agriculteurs exploitant
 - Artisans, commerçants, chefs d'entreprise
 - Ouvriers
 - Employés
 - Professions intermédiaires (enseignement, travail social, santé, position intermédiaire entre cadres et agents d'exécution)

- Cadres et professions intellectuelles supérieures
 - Retraités
 - Autres personnes sans activités professionnelles
6. Avez-vous déjà participé à une expérience en laboratoire ?
- Oui
 - Non
7. Si vous êtes étudiant, avez-vous actuellement un emploi rémunéré ?
- Oui
 - Non
 - Je ne suis pas étudiant
8. Si vous êtes étudiant, êtes-vous boursier ?
- Oui
 - Non
 - Pas étudiant
9. Quel est votre budget mensuel ?
- 0 euro - 700 euros
 - 701 euros - 1000 euros
 - 1001 euros - 1300 euros
 - 1301 euros et plus
10. Habitez-vous dans un logement :
- Loué
 - Appartenant à vos parents
 - Acheté
11. J'ai bien compris les instructions fournies.
- Oui
 - Non
12. Sur une échelle de 1 à 4, diriez-vous que vous vous êtes efforcés de réaliser le plus de tâches possibles pour maximiser vos gains ?
- 1. Pas du tout d'accord
 - 2. Plutôt pas d'accord
 - 3. Plutôt d'accord

- 4. Tout à fait d'accord
13. Sur une échelle de 1 à 4, diriez-vous que vous vous êtes efforcés de réaliser le plus de tâches possibles car vous vous êtes pris au jeu ?
- 1. Pas du tout d'accord
 - 2. Plutôt pas d'accord
 - 3. Plutôt d'accord
 - 4. Tout à fait d'accord
14. Sur une échelle de 1 à 4, diriez-vous que vous avez arrêté en cours de route, car les tâches étaient trop lassantes par rapport à la rémunération proposée ?
- 1. Pas du tout d'accord
 - 2. Plutôt pas d'accord
 - 3. Plutôt d'accord
 - 4. Tout à fait d'accord
15. 15. Sur une échelle de 1 à 4, diriez-vous que vous vous êtes efforcés de réaliser le plus de tâches possibles par sensibilité environnementale (l'exercice était symbolique pour vous et vous vouliez contribuer à financer l'association éco-geste) ?
- 1. Pas du tout d'accord
 - 2. Plutôt pas d'accord
 - 3. Plutôt d'accord
 - 4. Tout à fait d'accord
16. 16. En matière d'attitude à l'égard de l'environnement, où vous situez-vous sur une échelle de 1 à 4, 1 représentant aucune considération pour l'environnement à 4 un souci important de protection de l'environnement ?
- 1. Pas du tout sensible
 - 2. Plutôt pas sensible
 - 3. Plutôt sensible
 - 4. Tout à fait sensible
17. 17. Sur une échelle de 1 à 4, comment situez-vous la prise en compte de l'environnement au sein de votre foyer (pratiques de tri collectif, économies d'eau et d'énergie), 1 dénotant pas d'effort particulier et 4 un effort important pour réduire l'empreinte écologique du foyer ?
- 1. Pas du tout d'effort

- 2. Plutôt pas d'effort
 - 3. Plutôt pas mal d'effort
 - 4. Beaucoup d'effort
18. Eteignez-vous systématiquement les appareils électroniques en veille ?
- Oui
 - Non
19. Si vous aviez la possibilité de faire don de votre gain à une association, choisiriez-vous cette option ? (La question est purement hypothétique et ne vous engage en rien)
- Oui
 - Non
 - Peut-être (expliquer) :
20. Sur le sujet des économies d'énergie, sous quelle forme préférez-vous être informé(e) (plusieurs choix possible)
- En kWh
 - Économie en euros
 - Économie d'émissions de CO₂
 - Comparaison à une notion parlante (par exemple : km équivalent en voiture) – si oui laquelle (préciser) :
21. Si toutes les réponses étaient possibles, à quelle fréquence préférez-vous être tenu(e) informé(e) des économies d'énergie réalisées chez vous ?
- Plusieurs fois par jours
 - Tous les jours
 - Toutes les semaines
 - Tous les mois
 - 1 fois par an suffit
22. Seriez-vous amené(e) à faire plus d'économies d'énergies si vous pouviez situer votre performance par rapport à vos voisins ?
- Oui cela pourrait m'influencer et je souhaiterais être informé mais seulement si ma consommation est supérieure à la leur.
 - Oui cela pourrait m'influencer et je souhaiterais être informé mais seulement si ma consommation est inférieure à la leur.

- Oui cela pourrait m’influencer et je souhaiterais être informé dans tous les cas
- Cela pourrait m’influencer et donc je ne souhaite pas être informé si ma consommation est supérieure à la leur.
- Cela pourrait m’influencer et donc je ne souhaite pas être informé si ma consommation est inférieure à la leur.
- Cela pourrait m’influencer et donc je ne souhaite pas être informé quelle que soit ma consommation relativement aux autres
- Non, je ne souhaite pas connaître la performance énergétique de mes voisins car cela n’influencerait pas mes choix
- Peut-être (expliquer) :

23. Êtes-vous sensible aux économies d’énergie et notamment chez vous ?

- Oui
- Non
- Peut-être (expliquer) :

Nous vous remercions pour votre participation et espérons que vous ressortez satisfait. Vous pouvez partager vos impressions avec nous si vous le souhaitez ci-dessous.

Annexe 5 : Les tarifications dynamiques

La réduction tendancielle ou aux heures de pointe de la consommation des individus par rapport à un profil prédéfini est une entreprise rendue possible grâce à la gestion des demandes de consommations (Demand side Management, DSM). Ce programme qui vise l'efficacité énergétique est mise en œuvre à travers des facteurs technologiques, économiques et comportementaux. La littérature sur les programmes de gestion de la demande d'énergie distingue deux grands axes dans la gestion des demandes. La gestion dite "volontaire" est choisie par le consommateur alors que la gestion dite "automatique" résulte du pilotage d'une tierce personne [Torriti et al., 2011]. La gestion volontaire des consommations est mise en œuvre grâce à l'application des tarifications dynamiques. Défini comme un instrument pouvant inciter les individus à réduire ou lisser leur consommation d'énergie en fonction de l'offre disponible, la tarification dynamique représente pour les acteurs du système énergétique un bon moyen pour maîtriser les demandes de consommation d'électricité. Elle permet aux consommateurs de payer un tarif qui est fonction des contraintes. En effet, la tarification dynamique permettra aux consommateurs de détail d'interagir avec le reste du système et de mieux contrôler leurs consommations et de s'adapter à l'offre d'électricité disponible [Chao, 2011]. Les programmes de tarification dynamique visent ainsi à agir sur les comportements de consommation des individus par le moyen des variations de prix d'électricité. La place occupée par les consommateurs finaux dans l'atteinte des objectifs de sobriété fixés par la commission européenne n'est plus marginale.

Le fort développement ces dernières années des capteurs de comptage, des compteurs linky permet un meilleur déploiement des tarifications dynamiques notamment en facilitant l'envoi des signaux tarifaires en temps réel aux consommateurs avec pour objectif de les inciter consommer de façon sobre et de réduire les tensions sur le réseau électrique. Grâce à ces tarifications, les usagers peuvent moduler leurs consommations en cas de pics ou de creux. Ceci conduit à une réduction des factures électrique des usagers et réduit également permet une meilleure gestion des lourds investissements sur les réseaux de transport électrique.

Cette annexe présente les principaux types de tarifications dynamiques utilisés pour atteindre la sobriété énergétique. Nous nous sommes focalisés sur les différents programmes de gestion de la demande dans le monde et également en Europe afin d'identifier les réels

impacts de ces systèmes tarifaires ainsi que les canaux de transmission de ces impacts.

Gestion "Volontaire" de la demande de consommation

La tarification dynamique incite à la baisse de consommation en fonction des heures de pointes, de la météorologie et du taux de croissance de la demande. C'est un outil préféré des économistes. [Benabou and Tirole, 2003] illustrent comment les coûts d'accès ou bénéfices modulés induisent des changements de comportement des agents économiques.

[Bergaentzle and Clastres, 2013] présente les types de tarification ainsi que les canaux de transmission des politiques d'incitations.

Time of Use (TOU) se base sur le principe de décomposition de la journée en plusieurs blocs de temps auxquels sont associés à l'avance des prix bien spécifiques.

Bien que simple d'utilisation, ce type de tarification n'est pas en mesure d'apporter une réponse efficace et durable à la question de flexibilité posée dans les réseaux électriques [Vickrey, 1971].

Critical Peak Pricing (CPP), conçue sur les mêmes bases que le TOU, offre un meilleur niveau de flexibilité. Il permet l'envoi un jour à l'avance des signaux informant des périodes de pointes ou d'extrêmes pointes pour davantage inciter à la flexibilité.

Real time Pricing (RTP) est la plus complexe et la plus efficace [Bergaentzle and Clastres, 2013]. Elle confronte les consommateurs aux vrais coûts de l'énergie au moment de leur consommation. Les variations de prix de l'énergie sont donc transmises heure par heure aux agents.

Peak Time Rebate (PTR) rémunère les baisses de consommation opérées par les agents économiques pendant les périodes de pointes. En effet, recevant des informations la veille concernant les heures de pointes du lendemain, les consommateurs sont payés pour les réductions de charge de leur consommation relativement à leur profil de consommation préétabli (baseline). La difficulté de cette tarification est donc la bonne mesure des baselines de chaque consommateur. Un mauvais calcul du baseline peut provoquer l'échec d'un programme de gestion de demande puisque les agents sont incités à une surconsommation pendant les périodes creuses [Frachet, 2013].

En marché concurrentiel, les programmes de gestion de demande qui rémunèrent les consommateurs pour les efforts d’effacement peuvent créer une inefficience sur les marchés si les agents adoptent des comportements stratégiques en l’absence de profils bien définis [Chao, 2010].

Les tarifications dynamiques induisent des changements considérables dans les choix de consommations des agents économiques ([Faruqui et al., 2007], [Chao, 2010], [Leautier, 2014]).

La tarification TOU a induit en moyenne une baisse de consommation en période de pic de 5,9% tandis que les tarifications CPP, et PTR ont permis en moyenne une réduction des pics de consommation de 15% (expérimentations pilotes de [Faruqui and Wood, 2008] et [Wolak, 2007] en Californie).

[Faruqui and Sergici, 2010] sur un plus grand nombre d’opérateurs énergétiques constatent réductions de même ampleur : 4% avec TOU et 13% et 17% respectivement pour les programmes PTR et CPP.

En complément de ces tarifications dynamiques, les informations transmises aux consommateurs jouent aussi un rôle important. Des informations (feedback) peuvent jouer un rôle incitatif. Les systèmes d’automatisation, le pilotage à distance des appareils domestiques par une tierce personne, facilitent aussi l’acceptation des effacements.

[Frachet, 2013] dans sa thèse soutient que les incitations via l’envoi des informations sur la consommation par le moyen des supports papiers, internet ou même des appareils électroniques permet aux agents par un mécanisme d’apprentissage cyclique de modifier leur comportement au profit d’une sobriété électrique. Il argumente par ailleurs que ces incitations via l’envoi des informations réveille dans la conscience des clients leur comportement qui sont généralement cachés. Accroître l’existence matérielle des comportements individuels dont la synchronisation et l’agrégation conduit aux pics de consommations pourrait favoriser la réduction des consommations de pointes.

Ainsi, des études telles que [Faruqui and Wood, 2008] et [Wolak, 2007] ont démontré que la combinaison du programme CPP et des incitations par l’automatisation provoque une réduction de 43% pour les pilotes californiens. De plus, cette étude présente une

réduction de 27% de la consommation en pointe par la combinaison des programmes de tarification dynamique et l'automatisation alors que la réduction était seulement de 4% pour les tarifications dynamiques uniquement.

La combinaison des incitations informationnelle et d'automatisation a doublé la réduction obtenue avec uniquement CPP alors que leur combinaison avec PTR et TOU produit des réductions respectivement de 36% et 26% [Faruqui and Sergici, 2010].

[Frachet, 2013] se consacrant au cas français dans sa thèse a effectuée des expérimentations en laboratoire afin d'évaluer les changements de comportement des agents économiques face aux programmes de gestion de demande. Ses résultats indiquent que les programmes de type CPP permettent les plus grandes réductions de consommation d'électricité grâce aux différences de prix entre les périodes de pointe et les autres. Les programmes PTR n'incitent les clients que lorsqu'ils offrent des bonus cumulés, sans majoration des abonnements [Frachet, 2013]. Or, un fournisseur ne peut se permettre d'offrir des bonus assez importants sans en contrepartie pouvoir augmenter les coûts d'abonnements.

[Faruqui et al., 2007] défendent l'idée selon laquelle, les consommateurs finaux d'électricité doivent pouvoir observer l'évolution dynamique des prix d'électricité sur le marché de gros. Pour cela, les prix de détail et de gros doivent varier simultanément, par exemple, avec l'aide de compteurs intelligents et de capteurs. En supposant que les coûts d'installations puissent être couverts par des économies obtenues grâce à la réduction des coûts de distributions d'énergie avec un programme de gestion de demande, la consommation de pointe américaine pourrait être réduite de 5%, soit un gain compris entre 8 et 13 milliards de dollars par an.

Avec la même méthode d'estimation, [Faruqui et al., 2010] estiment la réduction de la consommation de pointe avec la tarification de 8% à 10% en Europe. En combinant la tarification dynamique avec les technologies intelligentes, les économies de consommation sont plutôt de 12% à 19%. Les élasticités prix de demande pourraient ainsi bien augmenter ([Brophy et al., 2009], [Faruqui and Sergici, 2010]).

Les réseaux intelligents permettent, comme nous venons de le voir, des échanges d'informations, notamment tarifaires. Un autre grand chantier, en matière d'effacement,

concernent la prise en compte de l'asymétrie d'information entre les consommateurs et l'agrégateur qui rémunère l'effacement [Crampes and Léautier, 2010]. Les consommateurs ont en effet intérêt à développer des comportements stratégiques en définissant de faux profils de consommation de base (baseline) pour bonifier leur rémunération [Chao, 2010]. Pour y remédier, le profil des clients devrait être défini avant de rejoindre un programme de gestion de demande.

[Crampes and Léautier, 2010] attribuent ce comportement à la non acquisition du droit à l'effacement par les consommateurs. En effet, ces derniers ne paient pas la totalité de leur profil de consommation prédéfini au moment de l'abonnement, mais le montant de la seule quantité consommée. [Chao, 2010] qualifie cette situation de double rémunération de l'effacement. Paradoxalement, ce mécanisme permet davantage de réduire la consommation hors périodes de pointe, lorsque la consommation est déjà faible et possiblement sous-optimale.

Pour éviter cela, [Crampes and Léautier, 2010] préconisent de faire payer aux consommateurs la totalité de leur profil de consommation (période de pointe, et hors pointe). Ainsi, les consommateurs acquièrent leur droit à l'effacement. [Olmos et al., 2010] soulignent que le succès de ces programmes est aussi lié aux caractéristiques intrinsèques et extrinsèques des individus (qui dépendent notamment des caractéristique socio-démographiques, économiques et individuelles des agents). Le succès des incitations tarifaires dépende en fait non seulement des croyances individuelles mais aussi des croyances en lien avec le reste de la société ([Benabou and Tirole, 2003], [Bénabou and Tirole, 2006]) comme nous allons le voir dans le chapitre suivant.

Annexe 6

Instructions de l'expérience réalisée sur la plateforme Mturk :

Welcome to the experiment !

Participation in this study is entirely voluntary, and may be withdrawn at any given moment without further consequences. Your decisions will be made anonymously. The results will be analyzed at the individual level for publications in scientific journals. However, it will be impossible to link your identity to your decisions or to your answers on the questionnaire.

Payment : A flat fee of \$0.5 plus a bonus that depends on your decisions.

The experiment has 3 parts plus a short questionnaire at the end. You need to complete the 3 parts to be eligible for the bonus payment. At the end of the experiment, the computer will randomly select one of the three parts and your choices in that part will determine your final gains from the experiment.

The experiment takes less than 10 minutes to be completed.

Informed consent : By accepting to participate in this experiment, you give us informed consent that we can use your answers in anonymized form for research purposes only.

[Start the experiment](#)

Part 1

Please press the Next button to start Part 1 of the experiment.

[Next](#)

Instructions

At the end of the experiment, the computer will randomly create groups of 4. Your bonus in this part will depend on your decision as well as the decision of the other group members.

You and the 3 other players in your group will **each be given \$1 and 50 yellow balls**. Each of you needs to decide how she/he wishes to allocate the 50 yellow balls between two urns, urn A and urn B.

Each ball placed in the **urn A** is worth \$0.02 to you.

Each ball placed in the **urn B** by you or any other player in the group is worth \$0.04 for your group and the total value is divided equally among the four group members. In other words, each ball in the urn B is worth \$0.01 to every player in the group.

The total gain for each player is equal to his/her initial endowment of \$1 plus the gain from the urn A and the gain from the urn B.

Example: You place 28 yellow balls in urn B and the other 3 players in your group place 30 yellow balls in total in urn B. Therefore, urn B contains 58 yellow balls. Your gain from urn B is $(58 \times \$0.04)/4 = \0.58 . Your gain from urn A is $22 \times \$0.02 = \0.44 . Your total gain is equal to \$1 (initial endowment) + \$0.58 (urn B) + \$0.44 (urn A) = \$2.02.

You will need to indicate **how many yellow balls you want to place in urn B then press Next** to validate your choice.

Next

Instructions

At the end of the experiment, the computer will randomly create groups of 4. Your bonus in this part will depend on your decision as well as the decision of the other group members.

You and the 3 other players in your group will **each be given \$1 and 50 yellow balls**. Each of you needs to decide how she/he wishes to allocate the 50 yellow balls between two urns, urn A and urn B.

Each ball placed in the **urn A** is worth \$0.02 to you.

The **urn B** already contains 200 blue balls. Each player can replace blue balls with his/her yellow balls in the urn B. At the end, the computer randomly selects one ball from the urn B. If the ball is blue, the urn B yields \$0 to everyone in the group. If the ball is yellow, every player in the group gets \$2 from the urn B.

The total gain for each player is equal to his/her initial endowment of \$1 plus the gain from the urn A and the gain from the urn B.

Example: You place 28 yellow balls in urn B and the other 3 players in your group place 30 yellow balls in total in urn B. Therefore, urn B contains 58 yellow balls and 142 blue balls. Your gain from urn B is \$0 if the computer draws a blue ball or \$2 if it is a yellow ball. Your gain from urn A is $22 \times \$0.02 = \0.44 . Your total gain is equal to \$1 (initial endowment) + \$0.44 (urn A) + \$0 or \$2 (urn B).

You will need to indicate **how many yellow balls you want to place in urn B then press Next** to validate your choice.

Next

Instructions

At the end of the experiment, the computer will randomly create groups of 4. Your bonus in this part will depend on your decision as well as the decision of the other group members.

You and the 3 other players in your group will **each be given \$5 and 50 yellow balls**. Each of you needs to decide how he/she wishes to allocate the 50 yellow balls between two urns, urn A and urn B.

Each ball that you place in **urn A** costs you \$0.04.

Each ball placed in the **urn B** by you or any other player in your group costs \$0.06 to every player in the group (you and the others). In other words, each ball in urn B costs \$0.015 to every player in the group.

The total gain for each player is equal to his/her initial endowment of \$5 minus the number of yellow balls that he/she places in urn A times \$0.04 minus the total number of yellow balls in urn B placed by everyone in the group times \$0.06.

Example: You place 22 yellow balls in urn B and the other players in your group place 58 yellow balls in total in urn B. Therefore, urn B contains 80 yellow balls. Urn B costs you and the other players $(80 \times \$0.06)/4 = \1.2 , while urn A costs you $28 \times \$0.04 = \1.12 . The total cost to you is therefore $\$1.2$ (urn B) + $\$1.12$ (urn A) = $\$2.32$. Your gain is equal to $\$5$ (initial endowment) - $\$2.32 = \2.68 .

You will need to indicate **how many yellow balls you want to place in urn B** then press **Next** to validate your choice.

Next

Instructions

At the end of the experiment, the computer will randomly create groups of 4. Your bonus in this part will depend on your decision as well as the decision of the other group members.

You and the 3 other players in your group will **each be given \$5 and 50 yellow balls**. Each of you needs to decide how she/he wishes to allocate the 50 yellow balls between two urns, urn A and urn B.

Each ball that you place in **urn A** costs you \$0.04.

The **urn B** already contains 200 blue balls. Each player can replace blue balls with his/her yellow balls in urn B. At the end of the round, the computer randomly selects one ball from urn B. If the ball is blue, the urn B costs \$0 to everyone in the group. If the ball is yellow, \$3 are deducted from every player's initial endowment.

The total gain for each player is equal to his/her initial endowment of \$5 minus the number of yellow balls that he/she places in urn A times \$0.04 minus \$3 (if the computer draws a yellow ball from urn B) or \$0 (if it is a blue ball).

Example: You place 22 yellow balls in urn B and the other players in your group place 58 yellow balls in total in urn B. Therefore, urn B contains 80 yellow balls and 120 blue balls. Urn B costs you and the other players \$0 (if the computer draws a blue ball) or \$3 (if it is a yellow ball). Urn A costs you $28 \times \$0.04 = \1.12 . The total cost to you is therefore \$1.12 (urn A) + \$0 or \$3 (urn B). Your gain is equal to \$5 (initial endowment) - \$1.12 (urn A) - \$0 or \$3 (urn B).

You will need to indicate **how many yellow balls you want to place in urn B then press Next** to validate your choice.

Next

Decision

Each ball placed in the urn A is worth \$0.02 to you. Each ball placed in the urn B by you or any other player in the group is worth \$0.04 for your group and the total value is divided equally among the four group members. You need to indicate how many yellow balls you want to place in urn B then press **Next** to validate your choice.

How many yellow balls out of 50 do you place in urn B ?



Next

Decision

Each ball placed in the urn A is worth \$0.02 to you. The urn B contains 200 blue balls. Each player can replace blue balls with his/her yellow balls in the urn B. At the end, the computer randomly selects one ball from the urn B. If the ball is blue, the urn B yields \$0 to everyone in the group. If the ball is yellow, every player in the group gets \$2 from the urn B. You need to indicate how many yellow balls you want to place in urn B then press **Next** to validate your choice.

How many yellow balls out of 50 do you place in urn B ?



Next

Decision

Each ball that you place in urn A costs you \$0.04. Each ball placed in the urn B by you or any other player in your group costs \$0.06 to every player in the group (you and the three others). In other words, each token in urn B costs \$0.015 to every player in the group. You need to indicate how many yellow balls you want to place in urn B then press **Next** to validate your choice.

How many yellow balls out of 50 do you place in urn B ?



Next

Decision

Each ball that you place in urn A costs you \$0.04. The urn B already contains 200 blue balls. Each player can replace blue balls with his/her yellow balls in urn B. At the end of the round, the computer randomly selects one ball from urn B. If the ball is blue, the urn B costs \$0 to everyone in the group. If the ball is yellow, \$3 are deducted from every player's initial endowment. You need to indicate how many yellow balls you want to place in urn B then press **Next** to validate your choice.

How many yellow balls out of 50 do you place in urn B ?



Next

Part 2

In this part of the experiment, you will be assigned to a new group of 4 (the computer will randomly create groups at the very end of the experiment). There are **new instructions** for this part. Press Next to start Part 2.

Next

Part 3

Please press the Next button to start Part 3 of the experiment.

Next

Part 3

In this task, you need to choose between two options, option A and option B. For each row, you need to choose whether you prefer to take the option A or the option B. For example, in the first row, option A gives you \$2 with a probability of 10% and \$1.60 with a probability of 90%, while choosing option B would give you \$3.85 with a probability of 10% and \$0.10 with a probability of 90%.

For each row, the probabilities are different. At the end, the computer will randomly select one row and your gain in this part will correspond to the choice you've made in that row.

Make your decision		
Option A	Decision	Option B
\$2 (10%) and \$1.60 (90%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (10%) and \$0.10 (90%)
\$2 (20%) and \$1.60 (80%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (20%) and \$0.10 (80%)
\$2 (30%) and \$1.60 (70%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (30%) and \$0.10 (70%)
\$2 (40%) and \$1.60 (60%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (40%) and \$0.10 (60%)
\$2 (50%) and \$1.60 (50%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (50%) and \$0.10 (50%)
\$2 (60%) and \$1.60 (40%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (60%) and \$0.10 (40%)
\$2 (70%) and \$1.60 (30%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (70%) and \$0.10 (30%)
\$2 (80%) and \$1.60 (20%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (80%) and \$0.10 (20%)
\$2 (90%) and \$1.60 (10%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (90%) and \$0.10 (10%)
\$2 (100%) and \$1.60 (0%)	<input type="radio"/> option A <input type="radio"/> option B	\$3.85 (100%) and \$0.10 (0%)

Next

Questionnaire

What is your gender?

- Female
- Male
- Other

What is the highest level of school you have completed or the highest degree you have received?

- Less than high school degree
- High school graduate (high school diploma or equivalent including GED)
- Some college but no degree
- Associate degree in college (2-year)
- Bachelor's degree in college (4-year)
- Master's degree
- Doctoral degree
- Professional degree (JD, MD)

How old are you in years?

Please indicate on the scale if, in general, you are a person who is fully prepared to take risks or who tries to avoid taking risks?

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

So that individual payments can be made, please enter your Amazon Mechanical Turk Worker ID. (This number can be found on your worker Dashboard.)

Type carefully. If your Worker ID is entered incorrectly, additional earnings may not be received.

Worker ID:

Optional: If you have any comments, please feel free to write them here. Thank you!

Next

Thank you

Your bonus will depend on your decision and the decision of others and will be paid to you within a few days.

Next

Bibliographie

- [Abeler et al., 2011] Abeler, J., Falk, A., Goette, L., and Huffman, D. (2011). Reference points and effort provision. *American Economic Review*, 101(2) :470–92.
- [Allcott, 2011] Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9) :1082–1095.
- [Allcott, 2016] Allcott, H. (2016). Paternalism and energy efficiency : an overview. *Annual Review of Economics*, 8 :145–176.
- [Anderies et al., 2013] Anderies, J. M., Janssen, M. A., Lee, A., and Wasserman, H. (2013). Environmental variability and collective action : Experimental insights from an irrigation game. *Ecological Economics*, 93 :166–176.
- [Andreoni, 1995] Andreoni, J. (1995). Warm-glow versus cold-prickle : the effects of positive and negative framing on cooperation in experiments. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(1) :1–21.
- [Ariely et al., 2007] Ariely, D., Bracha, A., and Meier, S. (2007). Doing good or doing well? image motivation and monetary incentives in behaving prosocially.
- [Artinger et al., 2012] Artinger, F., Fleischhut, N., Levati, M. V., and Stevens, J. R. (2012). Cooperation in a risky environment : Decisions from experience in a stochastic social dilemma. Technical report, Jena Economic Research Papers.
- [Ashton, 1990] Ashton, R. H. (1990). Pressure and performance in accounting decision settings : Paradoxical effects of incentives, feedback, and justification. *Journal of Accounting Research*, pages 148–180.
- [Atkinson, 2001] Atkinson, Banker, K. R. S. Y. S. M. (2001). *Management accounting (3rd edition)*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall.
- [Au, 2004] Au, W. (2004). Criticality and environmental uncertainty in step-level public goods dilemmas. *Group Dynamics : Theory, Research, and Practice*, 8(1) :40.

- [Bandura, 1991] Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2) :248–287.
- [Bandura, 1997] Bandura, A. (1997). Editorial. *American Journal of Health Promotion*, 12(1) :8–10.
- [Bandura and Cervone, 1986] Bandura, A. and Cervone, D. (1986). Differential engagement of self-reactive influences in cognitive motivation. *Organizational behavior and human decision processes*, 38(1) :92–113.
- [Baudry et al., 2019] Baudry, M., Beck, S., Chaput, K., Coltier, Y., Foussart, A., Lauerjat, J., Lévy, P., Misak, E., Mombel, D., Plouhinec, C., et al. (2019). Chiffres clés de l'énergie. édition 2019.
- [Becker et al., 1981] Becker, L. J., Seligman, C., Fazio, R. H., and Darley, J. M. (1981). Relating attitudes to residential energy use. *Environment and Behavior*, 13(5) :590–609.
- [Belaïd et al., 2019] Belaïd, F., Roubaud, D., and Galariotis, E. (2019). Features of residential energy consumption : Evidence from france using an innovative multilevel modelling approach. *Energy policy*, 125 :277–285.
- [Belaïd et al., 2020] Belaïd, F., Youssef, A. B., and Lazaric, N. (2020). Scrutinizing the direct rebound effect for french households using quantile regression and data from an original survey. *Ecological Economics*, 176 :106755.
- [Belaïd and Garcia, 2016] Belaïd, F. and Garcia, T. (2016). Understanding the spectrum of residential energy-saving behaviours : French evidence using disaggregated data. *Energy Economics*, 57 :204–214.
- [Benabou and Tirole, 2003] Benabou, R. and Tirole, J. (2003). Intrinsic and extrinsic motivation. *The review of economic studies*, 70(3) :489–520.
- [Bergaentzlé and Clastres, 2013] Bergaentzlé, C. and Clastres, C. (2013). Tarifications dynamiques et efficacité énergétique : l'apport des smart grids. *Economies et Sociétés*, 47(2, Série Energie n 12) :348–363.
- [Bernheim and Rangel, 2007] Bernheim, B. D. and Rangel, A. (2007). Toward choice-theoretic foundations for behavioral welfare economics. *American Economic Review*, 97(2) :464–470.

- [Bhattacharyya and Timilsina, 2009] Bhattacharyya, S. C. and Timilsina, G. R. (2009). Energy demand models for policy formulation : a comparative study of energy demand models.
- [Bishop and Heberlein, 1979] Bishop, R. C. and Heberlein, T. A. (1979). Measuring values of extramarket goods : Are indirect measures biased? *American journal of agricultural economics*, 61(5) :926–930.
- [Bénabou and Tirole, 2006] Bénabou, R. and Tirole, J. (2006). Incentives and prosocial behavior. *The American economic review*, 96(5) :1652–1678.
- [Bonner et al., 2000] Bonner, S. E., Hastie, R., Sprinkle, G. B., and Young, S. M. (2000). A review of the effects of financial incentives on performance in laboratory tasks : Implications for management accounting. *Journal of Management Accounting Research*, 12(1) :19–64.
- [Bonner and Sprinkle, 2002] Bonner, S. E. and Sprinkle, G. B. (2002). The effects of monetary incentives on effort and task performance : theories, evidence, and a framework for research. *Accounting, Organizations and Society*, 27(4) :303–345.
- [Boucher and Bramoullé, 2010] Boucher, V. and Bramoullé, Y. (2010). Providing global public goods under uncertainty. *Journal of Public Economics*, 94(9-10) :591–603.
- [Brandts and Schwioren, 2009] Brandts, J. and Schwioren, C. (2009). Frames and economic behavior. Technical report, Working paper Universitat Autònoma de Barcelona.
- [Brewer and Kramer, 1986] Brewer, M. B. and Kramer, R. M. (1986). Choice behavior in social dilemmas : Effects of social identity, group size, and decision framing. *Journal of personality and social psychology*, 50(3) :543.
- [Brophy et al., 2009] Brophy, Haney, A., Jamasb, T., and Pollitt, M. G. (2009). Smart metering and electricity demand : Technology, economics and international experience.
- [Camerer et al., 1999] Camerer, C. F., Hogarth, R. M., Budescu, D. V., and Eckel, C. (1999). The effects of financial incentives in experiments : A review and capital-labor-production framework. In *Elicitation of Preferences*, pages 7–48. Springer.
- [Camerer et al., 2011] Camerer, C. F., Loewenstein, G., and Rabin, M. (2011). *Advances in behavioral economics*. Princeton university press.
- [Chao, 2010] Chao, H.-p. (2010). Price-responsive demand management for a smart grid world. *The Electricity Journal*, 23(1) :7–20.

- [Chao, 2011] Chao, H.-p. (2011). Demand response in wholesale electricity markets : the choice of customer baseline. *Journal of Regulatory Economics*, 39(1) :68–88.
- [Clerc and Marcus, 2009] Clerc, M. and Marcus, V. (2009). Élasticités-prix des consommations énergétiques des ménages. *INSEE-D3E Working paper*.
- [Cox, 2015] Cox, C. A. (2015). Decomposing the effects of negative framing in linear public goods games. *Economics Letters*, 126 :63–65.
- [Cox et al., 2013] Cox, J. C., Ostrom, E., Sadiraj, V., and Walker, J. M. (2013). Provision versus appropriation in symmetric and asymmetric social dilemmas. *Southern economic journal*, 79(3) :496–512.
- [Crampes and Léautier, 2010] Crampes, C. and Léautier, T.-O. (2010). Dispatching, re-dispatching et effacement de demande. *Institut d'économie industrielle, Toulouse, septembre*.
- [Csereklyei, 2020] Csereklyei, Z. (2020). Price and income elasticities of residential and industrial electricity demand in the european union. *Energy Policy*, 137 :111079.
- [Cubitt et al., 2011] Cubitt, R. P., Drouvelis, M., and Gächter, S. (2011). Framing and free riding : emotional responses and punishment in social dilemma games. *Experimental Economics*, 14(2) :254–272.
- [Dahl, 1993] Dahl, C. A. (1993). A survey of energy demand elasticities in support of the development of the nems.
- [Davis and Holt, 1993] Davis, D. D. and Holt, C. A. (1993). *Experimental economics*. Princeton university press.
- [Deci, 1971] Deci, E. L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of personality and Social Psychology*, 18(1) :105.
- [Deci, 1972] Deci, E. L. (1972). The effects of contingent and noncontingent rewards and controls on intrinsic motivation. *Organizational behavior and human performance*, 8(2) :217–229.
- [Deci et al., 1981] Deci, E. L., Nezlek, J., and Sheinman, L. (1981). Characteristics of the rewarder and intrinsic motivation of the rewardee. *Journal of personality and social psychology*, 40(1) :1.

- [Deci and Ryan, 1985a] Deci, E. L. and Ryan, R. M. (1985a). The general causality orientations scale : Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2) :109–134.
- [Deci and Ryan, 1985b] Deci, E. R. and Ryan, S. (1985b). Rm (1985)intrinsic motivation and self-determination in human behavior.
- [Dufwenberg et al., 2011] Dufwenberg, M., Gächter, S., and Hennig-Schmidt, H. (2011). The framing of games and the psychology of play. *Games and Economic Behavior*, 73(2) :459–478.
- [Ebohon, 1996] Ebohon, O. J. (1996). Energy, economic growth and causality in developing countries : a case study of tanzania and nigeria. *Energy policy*, 24(5) :447–453.
- [Espey and Espey, 2004] Espey, J. A. and Espey, M. (2004). Turning on the lights : A meta-analysis of residential electricity demand elasticities. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1) :65–81.
- [Eurobarometer, 2008] Eurobarometer, S. (2008). Attitudes of european citizens towards the environment. *European Commission*, 295.
- [Faruqui et al., 2007] Faruqui, A., Hledik, R., Newell, S., and Pfeifenberger, H. (2007). The power of 5 percent. *The Electricity Journal*, 20(8) :68–77.
- [Faruqui and Sergici, 2010] Faruqui, A. and Sergici, S. (2010). Household response to dynamic pricing of electricity : a survey of 15 experiments. *Journal of regulatory Economics*, 38(2) :193–225.
- [Faruqui et al., 2010] Faruqui, A., Sergici, S., and Sharif, A. (2010). The impact of informational feedback on energy consumption : A survey of the experimental evidence. *Energy*, 35(4) :1598–1608.
- [Faruqui and Wood, 2008] Faruqui, A. and Wood, L. (2008). Quantifying the benefits of dynamic pricing in the mass market. *Edison Electric Institute, Tech. Rep.*
- [Ferguson et al., 2000] Ferguson, R., Wilkinson, W., and Hill, R. (2000). Electricity use and economic development. *Energy policy*, 28(13) :923–934.
- [Ferrara and Serret, 2008] Ferrara, I. and Serret, Y. (2008). Household behaviour and the environment, reviewing the evidence. *Organization for Economic Cooperation and Development : Paris, France*, pages 153–180.

- [Fischbacher and Gächter, 2010] Fischbacher, U. and Gächter, S. (2010). Social preferences, beliefs, and the dynamics of free riding in public goods experiments. *The American economic review*, 100(1) :541–556.
- [Fischbacher et al., 2012] Fischbacher, U., Gächter, S., and Quercia, S. (2012). The behavioral validity of the strategy method in public good experiments. *Journal of Economic Psychology*, 33(4) :897–913.
- [Fleishman, 1988] Fleishman, J. A. (1988). The effects of decision framing and others' behavior on cooperation in a social dilemma. *Journal of Conflict Resolution*, 32(1) :162–180.
- [Frachet, 2013] Frachet, L. (2013). *Tarifs résidentiels pour la réduction de la consommation électrique : une évaluation expérimentale d'acceptation et d'impact*. PhD thesis, Université de Grenoble.
- [Frey, 1999] Frey, B. S. (1999). *Economics as a science of human behaviour : Towards a new social science paradigm*. Springer Science & Business Media.
- [Frey, 2002] Frey, B. S. (2002). *Inspiring economics : Human motivation in political economy*. Edward Elgar Publishing.
- [Frey et al., 1998] Frey, B. S. et al. (1998). *Not just for the money*. Citeseer.
- [Frey et al., 1996] Frey, B. S., Oberholzer-Gee, F., and Eichenberger, R. (1996). The old lady visits your backyard : A tale of morals and markets. *Journal of political economy*, 104(6) :1297–1313.
- [Friedman and Hausker, 1988] Friedman, L. S. and Hausker, K. (1988). Residential energy consumption : models of consumer behavior and their implications for rate design. *Journal of Consumer Policy*, 11(3) :287–313.
- [Fujimoto and Park, 2010] Fujimoto, H. and Park, E.-S. (2010). Framing effects and gender differences in voluntary public goods provision experiments. *The Journal of Socio-Economics*, 39(4) :455–457.
- [Gangadharan and Nemes, 2009] Gangadharan, L. and Nemes, V. (2009). Experimental analysis of risk and uncertainty in provisioning private and public goods. *Economic Inquiry*, 47(1) :146–164.

- [Gächter et al., 2017] Gächter, S., Kölle, F., and Quercia, S. (2017). Reciprocity and the tragedies of maintaining and providing the commons. *Nature human behaviour*, 1(9) :650–656.
- [Gillingham et al., 2009] Gillingham, K., Newell, R. G., and Palmer, K. (2009). Energy efficiency economics and policy. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 1(1) :597–620.
- [Gillingham and Palmer, 2014] Gillingham, K. and Palmer, K. (2014). Bridging the energy efficiency gap : Policy insights from economic theory and empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8(1) :18–38.
- [Gneezy et al., 2011] Gneezy, U., Meier, S., and Rey-Biel, P. (2011). When and why incentives (don't) work to modify behavior. *The Journal of Economic Perspectives*, 25(4) :191–209.
- [Gneezy and Rustichini, 2000a] Gneezy, U. and Rustichini, A. (2000a). A fine is a price. *The Journal of Legal Studies*, 29(1) :1–17.
- [Gneezy and Rustichini, 2000b] Gneezy, U. and Rustichini, A. (2000b). Pay enough or don't pay at all. *The Quarterly Journal of Economics*, 115(3) :791–810.
- [Goodwin et al., 2004] Goodwin, P., Dargay, J., and Hanly, M. (2004). Elasticities of road traffic and fuel consumption with respect to price and income : a review. *Transport reviews*, 24(3) :275–292.
- [Graham and Glaister, 2002] Graham, D. J. and Glaister, S. (2002). The demand for automobile fuel : a survey of elasticities. *Journal of Transport Economics and policy*, pages 1–25.
- [Gustafsson et al., 2000] Gustafsson, M., Biel, A., and Gärling, T. (2000). Egoism bias in social dilemmas with resource uncertainty. *Group processes & intergroup relations*, 3(4) :351–365.
- [Haas and Schipper, 1998] Haas, R. and Schipper, L. (1998). Residential energy demand in oecd-countries and the role of irreversible efficiency improvements. *Energy economics*, 20(4) :421–442.
- [Hahn and Metcalfe, 2016] Hahn, R. and Metcalfe, R. (2016). The impact of behavioral science experiments on energy policy. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 5(2) :27–44.

- [Hausman and Joskow, 1982] Hausman, J. A. and Joskow, P. L. (1982). Evaluating the costs and benefits of appliance efficiency standards. *The American Economic Review*, 72(2) :220–225.
- [Hill and Jones, 1992] Hill, C. W. and Jones, T. M. (1992). Stakeholder-agency theory. *Journal of management studies*, 29(2) :131–154.
- [Hogarth, 1987] Hogarth, R. M. (1987). *Judgement and choice : The psychology of decision*. Number Sirsi) i9780471914792.
- [Holt and Laury, 2002] Holt, C. A. and Laury, S. K. (2002). Risk aversion and incentive effects. *American economic review*, 92(5) :1644–1655.
- [Horton et al., 2011] Horton, J. J., Rand, D. G., and Zeckhauser, R. J. (2011). The online laboratory : Conducting experiments in a real labor market. *Experimental economics*, 14(3) :399–425.
- [Hourcade et al., 2006] Hourcade, J.-C., Jaccard, M., Bataille, C., and Gherzi, F. (2006). Hybrid modeling : New answers to old challenges introduction to the special issue of "the energy journal". *The Energy Journal*, pages 1–11.
- [Howarth and Sanstad, 1995] Howarth, R. B. and Sanstad, A. H. (1995). Discount rates and energy efficiency. *Contemporary Economic Policy*, 13(3) :101–109.
- [Jenkins Jr, 1986] Jenkins Jr, G. D. (1986). Financial incentives. *Generalizing from laboratory to field settings*, pages 167–180.
- [Jenkins Jr et al., 1998] Jenkins Jr, G. D., Mitra, A., Gupta, N., and Shaw, J. D. (1998). Are financial incentives related to performance? a meta-analytic review of empirical research.
- [Jorgenson and Dunnette, 1973] Jorgenson, D. O. and Dunnette, M. D. (1973). Effects of the manipulation of a performance-reward contingency on behavior in a simulated work setting. *Journal of Applied Psychology*, 57(3) :271.
- [Joskow, 1994] Joskow, P. L. (1994). More from the guru of energy efficiency : 'there must be a pony!'. *The Electricity Journal*, 7(4) :50–61.
- [Kahneman and Tversky, 2013] Kahneman, D. and Tversky, A. (2013). Prospect theory : An analysis of decision under risk. In *Handbook of the fundamentals of financial decision making : Part I*, pages 99–127. World Scientific.

- [Kavgic et al., 2010] Kavgic, M., Mavrogianni, A., Mumovic, D., Summerfield, A., Stevanovic, Z., and Djurovic-Petrovic, M. (2010). A review of bottom-up building stock models for energy consumption in the residential sector. *Building and environment*, 45(7) :1683–1697.
- [Keirstead, 2006] Keirstead, J. (2006). Evaluating the applicability of integrated domestic energy consumption frameworks in the uk. *Energy policy*, 34(17) :3065–3077.
- [Kempton and Montgomery, 1982] Kempton, W. and Montgomery, L. (1982). Folk quantification of energy. *Energy*, 7(10) :817–827.
- [Khadjavi and Lange, 2015] Khadjavi, M. and Lange, A. (2015). Doing good or doing harm : Experimental evidence on giving and taking in public good games. *Experimental Economics*, 18(3) :432–441.
- [Kingsley, 2015] Kingsley, D. C. (2015). Peer punishment across payoff equivalent public good and common pool resource experiments. *Journal of the Economic Science Association*, 1(2) :197–204.
- [Kingsley and Liu, 2014] Kingsley, D. C. and Liu, B. (2014). Cooperation across payoff equivalent public good and common pool resource experiments. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 51 :79–84.
- [Komaki et al., 1996] Komaki, J., Coombs, T., and Schepman, S. (1996). Motivational implications of reinforcement theory. published in rm steers, lw porter, & ga bigley (eds.) motivation and leadership at work (pp. 34-52).
- [Koomey and Sanstad, 1994] Koomey, J. G. and Sanstad, A. H. (1994). Technical evidence for assessing the performance of markets affecting energy efficiency. *Energy Policy*, 22(10) :826–832.
- [Kunz and Pfaff, 2002] Kunz, A. H. and Pfaff, D. (2002). Agency theory, performance evaluation, and the hypothetical construct of intrinsic motivation. *Accounting, Organizations and Society*, 27(3) :275 – 295.
- [Laffont and Martimort, 2009] Laffont, J.-J. and Martimort, D. (2009). *The theory of incentives : the principal-agent model*. Princeton university press.
- [Lambert, 2001] Lambert, R. A. (2001). Contracting theory and accounting. *Journal of Accounting and Economics*, 32(1) :3 – 87.

- [Lancaster, 1966] Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of political economy*, 74(2) :132–157.
- [Leautier, 2014] Leautier, T.-O. (2014). Is mandating" smart meters" smart? *Energy Journal*, 35(4).
- [Ledyard, 1995a] Ledyard, J. (1995a). 0. 1995. public goods : A survey of experimental research. *Division of the Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, CA*.
- [Ledyard, 1995b] Ledyard, J. O. (1995b). Is there a problem with public goods provision. *The handbook of experimental economics*, pages 111–194.
- [Lepper and Greene, 1978] Lepper, M. and Greene, D. (1978). *The Hidden Costs of Reward : New Perspectives on the Psychology of Human Motivation*. Hillsdale, N.J. : L. Erlbaum Associates; New York.
- [Libby and Lipe, 1992] Libby, R. and Lipe, M. G. (1992). Incentives, effort, and the cognitive processes involved in accounting-related judgments. *Journal of Accounting Research*, pages 249–273.
- [Locke and Latham, 1990] Locke, E. A. and Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Prentice-Hall, Inc.
- [Locke et al., 1981] Locke, E. A., Shaw, K. N., Saari, L. M., and Latham, G. P. (1981). Goal setting and task performance : 1969–1980. *Psychological bulletin*, 90(1) :125.
- [Locke and Laslett, 1988] Locke, J. and Laslett, P. (1988). *Locke : Two treatises of government student edition*. Cambridge university press.
- [Maresca et al., 2009] Maresca, B., Dujin, A., and Picard, R. (2009). *La consommation d'énergie dans l'habitat entre recherche de confort et impératif écologique*. CREDOC.
- [Marschak, 1955] Marschak, J. (1955). Elements for a theory of teams. *Management science*, 1(2) :127–137.
- [McBride, 2006] McBride, M. (2006). Discrete public goods under threshold uncertainty. *Journal of Public Economics*, 90(6-7) :1181–1199.
- [Mellstrom and Johannesson, 2008] Mellstrom, C. and Johannesson, M. (2008). Crowding out in blood donation : was titmuss right? *Journal of the European Economic Association*, 6(4) :845–863.

- [Messick et al., 1988] Messick, D. M., Allison, S. T., and Samuelson, C. D. (1988). Framing and communication effects on group members' responses to environmental and social uncertainty. *Applied behavioral economics*, 2 :677–700.
- [Metcalf and Hassett, 1999] Metcalf, G. E. and Hassett, K. A. (1999). Measuring the energy savings from home improvement investments : evidence from monthly billing data. *Review of economics and statistics*, 81(3) :516–528.
- [Monroe, 1990] Monroe, K. B. (1990). Pricing : Making profitable decisions mcgraw-hill, new york. *Monroe Making Profitable Decisions 1990*.
- [Olmos et al., 2010] Olmos, L., Ruester, S., Liong, S. J., and Glachant, J.-M. (2010). Energy efficiency actions related to the rollout of smart meters for small consumers.
- [Opsahl and Dunnette, 1966] Opsahl, R. L. and Dunnette, M. D. (1966). Role of financial compensation in industrial motivation. *Psychological bulletin*, 66(2) :94.
- [Park, 2000] Park, E.-S. (2000). Warm-glow versus cold-prickle : a further experimental study of framing effects on free-riding. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 43(4) :405–421.
- [Parti and Parti, 1980] Parti, M. and Parti, C. (1980). The total and appliance-specific conditional demand for electricity in the household sector. *The Bell Journal of Economics*, pages 309–321.
- [Pelletier and Vallerand, 1993] Pelletier, L. and Vallerand, R. (1993). Une perspective humaniste de la motivation : les théories de la compétence et de l'autodétermination. *Introduction de la psychologie de la motivation*, pages 233–281.
- [Prendergast, 1999] Prendergast, C. (1999). The provision of incentives in firms. *Journal of Economic Literature*, Vol. 37(No. 1 (Mar., 1999)) :7–63.
- [Rapoport et al., 1992] Rapoport, A., Budescu, D. V., Suleiman, R., and Weg, E. (1992). Social dilemmas with uniformly distributed resources.
- [Richard A. Guzzo, 1985] Richard A. Guzzo, R. D. J. R. A. K. (1985). The effects of psychologically based intervention programs on worker productivity : A meta-analysis. *Personnel Psychology*, 38(2) :275 – 291.
- [Rosenberg, 1998] Rosenberg, N. (1998). The role of electricity in industrial development. *The Energy Journal*, pages 7–24.

- [Sandler et al., 2003] Sandler, T. et al. (2003). Pure public goods versus commons : benefit-cost duality. *Land economics*, 79(3) :355–368.
- [Sen, 1993] Sen, A. (1993). Internal consistency of choice. *Econometrica : Journal of the Econometric Society*, pages 495–521.
- [Shogren and Taylor, 2008] Shogren, J. F. and Taylor, L. O. (2008). On behavioral-environmental economics. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2(1) :26–44.
- [Simon, 1959] Simon, H. A. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American economic review*, 49(3) :253–283.
- [Simon, 1982] Simon, H. A. (1982). *Models of bounded rationality : Empirically grounded economic reason*, volume 3. MIT press.
- [Simon, 1986] Simon, H. A. (1986). Rationality in psychology and economics. *Journal of Business*, pages S209–S224.
- [Skinner, 1931] Skinner, B. F. (1931). The concept of the reflex in the description of behavior. *The Journal of General Psychology*, 5(4) :427–458.
- [Sonnemans et al., 1998] Sonnemans, J., Schram, A., and Offerman, T. (1998). Public good provision and public bad prevention : The effect of framing. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 34(1) :143–161.
- [Steers, 1996] Steers, Porter, B. (1996). *Motivation and Leadership at Work (6e edit)*. Richard M. Steers, Lyman W. Porter, Gregory A. Bigley.
- [Stoddard et al., 2014] Stoddard, B., Walker, J. M., and Williams, A. (2014). Allocating a voluntarily provided common-property resource : An experimental examination. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 101 :141–155.
- [Suleiman et al., 2001] Suleiman, R., Budescu, D. V., and Rapoport, A. (2001). Provision of step-level public goods with uncertain provision threshold and continuous contribution. *Group Decision and Negotiation*, 10(3) :253–274.
- [Swan and Ugursal, 2009] Swan, L. G. and Ugursal, V. I. (2009). Modeling of end-use energy consumption in the residential sector : A review of modeling techniques. *Renewable and sustainable energy reviews*, 13(8) :1819–1835.
- [Thaler, 1980] Thaler, R. (1980). Toward a positive theory of consumer choice. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1(1) :39–60.

- [Titmus, 1971] Titmus (1971). Back matter. *The British Journal of Sociology*, 22(2).
- [Torriti et al., 2011] Torriti, J., Leach, M., and Devine-Wright, P. (2011). Demand side participation : price constraints, technical limits and behavioural risks. *The Future of Electricity Demand : Customers, Citizens and Loads. Department of Applied Economics Occasional Papers (69)*. Cambridge University Press, Cambridge, pages 88–105.
- [Tversky and Kahneman, 1974] Tversky, A. and Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty : Heuristics and biases. *science*, 185(4157) :1124–1131.
- [Tversky and Kahneman, 1979] Tversky, A. and Kahneman, D. (1979). Prospect theory : An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2) :263–291.
- [Vesely et al., 2017] Vesely, S., Wengström, E., et al. (2017). Risk and cooperation : Experimental evidence from stochastic public good games. Technical report.
- [Vickrey, 1971] Vickrey, W. (1971). Responsive pricing of public utility services. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, pages 337–346.
- [Vroom, 1995] Vroom, V. H. (1995). *Work and motivation*. San Francisco : Jossey-Bass Publishers, 1st ed edition. Originally published : New York : Wiley, 1964.
- [Wit and Wilke, 1998] Wit, A. and Wilke, H. (1998). Public good provision under environmental and social uncertainty. *European journal of social psychology*, 28(2) :249–256.
- [Wolak, 2007] Wolak, F. A. (2007). Residential customer response to real-time pricing : The anaheim critical peak pricing experiment. *Center for the Study of Energy Markets*.
- [Zelizer, 1989] Zelizer, V. A. (1989). The social meaning of money : " special monies". *American journal of sociology*, 95(2) :342–377.
- [Zimmerman, 2000] Zimmerman, J. L. (2000). *Accounting for Decision Making and Control (3rd ed)*. Boston (Mass.) : Irwin McGraw-Hill.