

# **Modèle d'équilibre partiels pour comparer les instruments d'économie d'énergie A Madagascar.**

1-HERITIANA XAVIER

Ecole Doctorale Ingénierie et Géoscience (INGE)

2- RaKOTONIRINA Solonjatovo

Professeur Titulaire

Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

Université d'Antananarivo

3 RAZAFINJATO Victor

Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

Université d'Antananarivo

4- Docteur Abdillah Attoumani<sup>4</sup>

Ecole Doctorale Ingénierie et Géoscience (INGE)

Université d'Antananarivo

## **RESUME**

*Economiser l'énergie c'est éviter le gaspillage, et préserver l'environnement. L'objectif est d'opter l'efficacité énergétique c'est-à-dire d'utiliser rationnellement l'énergie. Afin d'atteindre un objectif d'économie d'énergie, il est nécessaire de mettre en œuvre une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie reposant sur des instruments basés sur des incitations. Un modèle d'équilibre partiel est utilisé dans ce travail pour la classification des instruments de la maîtrise de l'économie d'énergie selon le critère coût efficacité pour un objectif d'économie d'énergie fixé. L'utilisation des biens économes en énergies et la sensibilisation des utilisateurs à l'efficacité énergétique, ont été les solutions plus adéquates pour ne pas gaspiller les ressources.*

**Mots clés :** *efficacité énergétique, économie d'énergie, incitations, modèle d'équilibre partiel, sensibilisation.*

## **ABSTRACT**

*Saving energy means avoiding waste, and preserving the environment. The aim is to opt for energy efficiency, i.e. the rational use of energy. In order to achieve an energy saving objective, it is necessary to implement a policy of rational use of energy based on incentive-based instruments. A partial equilibrium model is used in this work for the classification of energy saving control instruments according to the cost-effectiveness criterion for a fixed energy saving objective. The use of energy-efficient goods and the awareness of users of energy efficiency have been the most appropriate solutions so as not to waste resources.*

**Keyword :** *energy efficiency, energy saving, incentives, partial equilibrium model, awareness raising*

## **1. INTRODUCTION**

Dans les pays en voie de développement, des problèmes sur l'approvisionnement en électricité ont été constatés [1]. En effet pour Madagascar, Le taux d'accès à l'électricité est parmi les plus faibles au monde, de l'ordre de 12 à 13% en moyenne, et de moins de 5% seulement en milieu rural, où vit pourtant 67% de la population, contre 54% en milieu urbain, comptant près d'un tiers de la population [2]. Néanmoins, des gaspillages d'électricité ont été enregistrés pour les abonnés de la JIRAMA. Alors que la production n'est pas encore suffisante pour couvrir les besoins de la population, les consommateurs ne savent pas économiser et utiliser rationnellement l'énergie. L'utilisation rationnelle de l'électricité n'est pas du tout facile et c'est ne pas gratuit, au contraire cela a de prix car une grande partie du potentiel peut être exploitée à faible coût et son estimation a été faite sur une base de compétitivité économique par rapport au coût de l'énergie économisée. Pour atteindre cet objectif, la participation de tout le monde est nécessaire, que ce soit des politiciens, fournisseurs (d'énergie, des biens économes pour l'efficacité, etc.), et les consommateurs. Dans cette étude, voyons les différentes incitations des instruments de maîtrise de l'énergie et l'utilisation d'un modèle d'équilibre partiel basé sur un modèle plus simple qui a été développé et adapté de notre côté, aux hypothèses et données énergétiques de Madagascar.

## 2. MATERIELS ET METHODE

### **Méthodologie de la planification énergétique territoriale**

Le processus d'élaboration d'une planification énergétique territorial comprend trois étapes :

- ✓ Mise en place de la structure de projet et définition du cahier des charges : les autorités locales mettent en place une structure de projet. Elles définissent également les objectifs de la planification en tenant compte des spécificités de leur territoire.
- ✓ Réalisation de l'étude de base : des spécialistes en planification énergétique et en aménagement du territoire. Elle comprend trois volets : diagnostic, scénarios et recommandations.
- ✓ Transposition dans les plans d'aménagement du territoire : sur la base des recommandations de l'étude, les autorités locales transposent l'étude de base dans les documents d'aménagement du territoire. [3]

A Genève, [4] le principe qui a été utilisé pour la planification énergétique est comme suit :

- ✓ Favoriser la diminution de la dépendance énergétique du canton, en application de la loi cantonale : diversification des sources d'approvisionnement, développement de la production locale, recours plus systématique à des énergies renouvelables, utilisation rationnelle et économe des énergies.
- ✓ Assurer la réalisation des objectifs de la politique énergétique cantonale et de la politique énergétique et climatique de la Ville de Genève : le plan directeur de l'énergie, lequel comprend notamment les plans directeurs des énergies de réseaux qui fixent les lignes directrices de leur développement.
- ✓ Coordonner l'aménagement du territoire et la politique énergétique, notamment lors de la localisation des zones à bâtir : intégrer la notion de concept énergétique dès les études préliminaires de planification d'un projet.

Dans la Communauté de communes de l'Estuaire [5] qui engage une planification énergétique sur son territoire, afin de concrétiser ces objectifs, le plan d'actions s'est attaché à la poursuite des efforts pour le développement des grands projets de

Production d'énergies renouvelables (parc éolien, centrale photovoltaïque) et préconise les actions sectorielles suivantes :

- ✓ la communication sur la sobriété énergétique ;
- ✓ une action sur la précarité énergétique ;
- ✓ la mise en œuvre d'un plan solaire ;
- ✓ la maîtrise de l'énergie dans le secteur tertiaire ;
- ✓ des actions sur le transport.

### **Instruments de maîtrise de l'énergie**

Il a été prévu que la quantité de produits énergétiques nécessaires pour produire les services requis peut être de 20 à 40% inférieure dans les vingt à trente prochaines années, selon les pays, par comparaison entre la poursuite des tendances actuelles et une politique vigoureuse de maîtrise de la demande d'énergie. [6]

L'utilisation efficace de l'électricité est nécessaire pour atteindre les objectifs de la stratégie énergétique dans le monde. Comme exemple, Genève a enregistré une baisse de la consommation des ménages privés de 4,6% par habitant entre 2010 et 2015. [7]

Par contre, la plupart des pays en développement ne doivent pas diminuer sans raison la leur puisque cela va affecter leur développement économique, mais ils peuvent atteindre cet objectif avec une croissance beaucoup plus faible de leur consommation, et éviter toute sorte de gaspillage.

La mise en œuvre d'une politique d'utilisation rationnelle de l'énergie repose sur deux types d'instrument selon les incitations :

- ✓ Instruments basés sur des incitations non financières
- ✓ Des incitations financières publiques et des mécanismes de financement

En considérant le cas simple où un instrument est mis en œuvre pour atteindre une certaine cible définie par les décideurs politiques, l'évaluation économique consiste à estimer les critères suivants :

- ✓ L'efficacité : le niveau de réalisations additionnelles par rapport à une situation de référence, l'atteinte des cibles prédéfinies ;
- ✓ le rapport coût-efficacité : le coût à lequel le niveau de réalisation est atteint ;
- ✓ l'efficacité : le niveau de réalisation atteint dégage des bénéfices sociaux nets.

### **Instruments basés sur des incitations non financières**

Ces instruments sont composés d'un dispositif institutionnel public dédié à l'utilisation rationnelle de l'énergie, chargé de la promotion, de l'animation et de l'incitation pour la mise en œuvre de programmes et de projets d'utilisation rationnelle de l'énergie, notamment par la sensibilisation, la communication, la formation et l'animation de réseaux ; et d'une législation et des réglementations spécifiques à l'utilisation rationnelle de l'énergie. [6]

- **Information sur l'efficacité énergétique:** l'ignorance est une origine de destruction dans la vie humaine en générale. On a besoin de connaissance pour mieux avancer et pour prendre les bonnes décisions. Informer les ménages et les consommateurs sur l'efficacité énergétique les aide à utiliser rationnellement leur électricité. Une mise en place d'une politique d'information basée sur la sensibilisation et la formation des utilisateurs d'électricité est alors nécessaire afin d'atteindre l'objectif de l'efficacité énergétique fixé. L'information fournie aux ménages concernant la consommation d'énergie des appareils en veille en réduit l'usage. [8] Un autre succès est la pratique de « feedback with peer comparaison », qui est l'inclusion d'une information personnalisée sur la facture énergétique où la consommation individuelle est comparée à celle des ménages similaires. [9]
- **Réglementation sur l'efficacité énergétique:** au milieu des années 1970, la réglementation a été le premier outil de l'utilisation rationnelle de l'énergie. C'est un outil puissant et le plus efficace dans plusieurs cas. La réglementation des consommations des appareils électriques est l'outil le plus puissant d'intervention car ces appareils représentent une part importante dans la consommation en électricité. [6] Les réglementations en faveur de l'efficacité énergétique recouvrent les standards de performance, qui imposent aux fabricants un niveau minimal d'efficacité énergétique des technologies mises sur le marché. La réglementation est appliquée au consommateur à qui l'utilisation de l'énergie n'est pas

Rationnelle, par exemple les consommateurs qui valorisent une certaine qualité d'éclairage sont réticents à acheter des ampoules basse consommation. [10] Le Brésil et la Tunisie ont appliqués l'utilisation des lampes à basse consommation dans le cadre de l'atteinte de l'objectif de l'efficacité énergétique. En effet, au Brésil, des LEDS ont été utilisé dans l'éclairage public pour conserver une part d'énergie ; quant à la Tunisie, une régression de taux de croissance passant de 7.7% par an entre 1984–1989 à 2.8% entre 2004 et 2009 a été connue grâce à une forte pénétration des lampes basses consommation. [6] Il est recommandé de mettre en place des mécanismes incitatifs qui permettent de renforcer les effets de la réglementation et d'accélérer la pénétration sur le marché des équipements les plus performants. Comme exemple en Danemark, les subventions ou primes à l'achat d'équipements performants est appliqué ; des appels d'offres pour achats importants ou groupés avec condition d'efficacité énergétique et des bons d'achat avec remboursement sur la facture d'électricité lié aux économies réalisées, sont également des mesures qui ont été prises. [6]

#### **Instruments basés sur des incitations financières**

- **Subvention à l'efficacité énergétique** : Les subventions en faveur de la maîtrise de l'énergie prennent la plupart du temps la forme de crédits d'impôt sur le revenu pour l'achat de biens efficaces. Des études ont montré que l'effet d'une telle subvention est trois à huit fois plus important que celui d'une taxe équivalente sur l'énergie. [10] Mais l'application de la subvention nécessite une bonne analyse surtout à propos des pouvoirs d'achat des bénéficiaires pour ne pas la dépenser avec des ménages à haut revenu (qui n'a même pas besoin de la subvention). On parle de l'effet aubaine c'est-à-dire effet survenant lorsque des individus non ciblés par un programme se trouvent néanmoins en être les destinataires des bénéfices. Par exemple en Allemagne, la moitié des ménages ayant bénéficié d'une subvention avaient une disposition à payer pour les investissements réalisés supérieure à leur coût. [11]

- **Taxe sur l'Énergie** : les taxes sur l'énergie sont l'effet des politiques d'augmentation du prix de l'énergie. L'augmentation des prix de l'énergie par la taxation pourrait être une approche pour pousser les consommateurs à utiliser rationnellement l'énergie. Cette approche pourrait marcher chez les pays développés où le prix de l'énergie est déjà moins élevé et les ménages possèdent des pouvoirs d'achat un peu hauts ; par contre dans les pays en voie de développement, l'électricité est très coûteuse et les ménages ont déjà du mal à payer leurs factures mensuelles, d'où la nécessité de faire une étude et une analyse sur la répartition des bénéficiaires par classe de revenu, information qui n'est pas toujours accessible.

### **Modèle d'équilibre partiel**

Le modèle utilisé est un modèle d'optimisation à l'équilibre partiel basé sur un modèle plus simple conçu par Quirion [12] [13], utilisé et amélioré par Giraudet [10] et qui a été développé et adapté de notre côté, aux hypothèses et données énergétiques de Madagascar.

Appliqué à notre étude, le modèle comporte :

- ✓ quatre agents : les consommateurs d'énergie (les ménages et industries...), les fournisseurs d'énergies (JIRAMA), les fournisseurs des biens et services économes en énergie (les quincailleries, les magasins...), les fournisseurs des biens composites ;
- ✓ trois biens produits par trois producteurs et consommés par un ménage représentatif : l'énergie ( $e$ ), un bien *green* ( $g$ ) désignant tout capital générateur d'efficacité énergétique, qu'il soit matériel (par exemple, ampoule basse consommation) ou immatériel (par exemple, réglementation, information sur l'efficacité énergétique), et un troisième bien composite ( $c$ ) représentant tous les autres biens consommés par le ménage.

Les consommateurs achètent de l'énergie (étiquetée  $e$ ) et des biens ou services économes en énergie (étiquetés  $g$ ) pour produire un certain niveau de service énergétique SE. SE est produit par les consommateurs, en combinant  $e$  et  $g$  dans la fonction d'utilité, avec une élasticité de substitution  $\sigma_b$ . Les consommateurs choisissent

la combinaison de e et g qui minimise leur coût sous réserve que le service énergétique atteigne un niveau SE:

$$\begin{cases} \underline{\text{Min}}_{e,g} P_e e + P_g g \\ \text{s. c. } SE = \left( \alpha_e e^{\frac{\sigma_b-1}{\sigma_b}} + \alpha_g g^{\frac{\sigma_b-1}{\sigma_b}} \right)^{\frac{\sigma_b}{\sigma_b-1}} \end{cases} \quad (1)$$

Le service énergétique autoproduit est déterminé par la combinaison de e et g sur l'isoquante (SE) qui minimise le coût sous contrainte budgétaire.

L'équation de la demande est comme suit :

$$e_d = \alpha_e^{\sigma_b} \left( \frac{P_{SE}}{P_e} \right)^{\sigma_b} SE \quad (2)$$

$$g_d = \alpha_g^{\sigma_b} \left( \frac{P_{SE}}{P_g} \right)^{\sigma_b} SE \quad (3)$$

où  $P_{SE}$  est le prix fictif du programme, défini par l'équation suivante:

$$P_{SE}^{1-\sigma_b} = \alpha_e^{\sigma_b} P_e^{1-\sigma_b} + \alpha_g^{\sigma_b} P_g^{1-\sigma_b} \quad (4)$$

Les consommateurs achètent également un bien composite étiqueté c, qui est combiné avec SE dans la fonction d'utilité, avec une élasticité de substitution  $\sigma_a$ , pour créer une utilité. Les consommateurs choisissent la combinaison SE et c qui minimise leur coût sous la contrainte que l'utilité atteigne un niveau exogène U:

$$\underline{\text{Min}}_{SE,c} P_{SE} SE + P_c c \quad (5)$$

$$\text{s. c. } \bar{U} = \left( \alpha_{SE} SE^{\frac{\sigma_a-1}{\sigma_a}} + \alpha_c c^{\frac{\sigma_a-1}{\sigma_a}} \right)^{\frac{\sigma_a}{\sigma_a-1}} \quad (6)$$

L'hypothèse  $\sigma_a < \sigma_b$  a été prise pour représenter le fait que e et g sont des substituts plus proches des uns des autres que de c et SE.

L'équation de la demande pour c et SE est comme suit :

$$SE_d = \alpha_{SE}^{\sigma_a} \left( \frac{P_U}{P_{SE}} \right)^{\sigma_a} \bar{U} \quad (7)$$

$$c_d = \alpha_c^{\sigma_a} \left( \frac{P_U}{P_c} \right)^{\sigma_a} \bar{U} \quad (8)$$

où  $P_U$  est le prix fictif du programme, défini par l'équation suivante:

$$P_U^{1-\sigma_a} = \alpha_{SE}^{\sigma_a} P_{SE}^{1-\sigma_a} + \alpha_c^{\sigma_a} P_c^{1-\sigma_a} \quad (9)$$



Les fournisseurs de tous les secteurs maximisent leurs profits dans une concurrence parfaite et produisent de manière linéaire des rendements décroissants :

$$\underset{c}{Max} \pi_c = P_c c - \left( \gamma_c c + \frac{\delta_c}{2} c^2 \right) \quad (10)$$

L'équation de l'offre est comme suit :

$$c_s = \frac{P_c - \gamma_c}{\delta_c} \quad (11)$$

$$\underset{s}{Max} \pi_s = P_s s - \left( \gamma_s s + \frac{\delta_s}{2} s^2 \right) \quad (12)$$

$$s_s = \frac{P_s - \gamma_s}{\delta_s} \quad (13)$$

$$\underset{g}{Max} \pi_g = P_g g - \left( \gamma_g g + \frac{\delta_g}{2} g^2 \right) \quad (14)$$

$$g_s = \frac{P_g - \gamma_g}{\delta_g} \quad (15)$$

L'égalisation de l'offre et de la demande sur tous les marchés, c'est-à-dire  $e_d=e_s$ ,  $g_d=g_s$  et  $c_d=c_s$  mène aux trois équations :

$$\frac{P_s - \gamma_s}{\delta_s} = \alpha_s^{\sigma_s} \left( \frac{P_{SE}}{P_s} \right)^{\sigma_s} SE \quad (16)$$

$$\frac{P_g - \gamma_g}{\delta_g} = \alpha_g^{\sigma_g} \left( \frac{P_{SE}}{P_g} \right)^{\sigma_g} SE \quad (17)$$

$$\frac{P_c - \gamma_c}{\delta_c} = \alpha_c^{\sigma_c} \left( \frac{P_U}{P_c} \right)^{\sigma_c} \bar{U} \quad (18)$$

Le coût supporté par les consommateurs pour obtenir une utilité donnée à partir de la consommation U est :

$$CC = P_s s + P_g g + P_c c = P_{SE} SE + P_c c = P_U \bar{U} \quad (19)$$

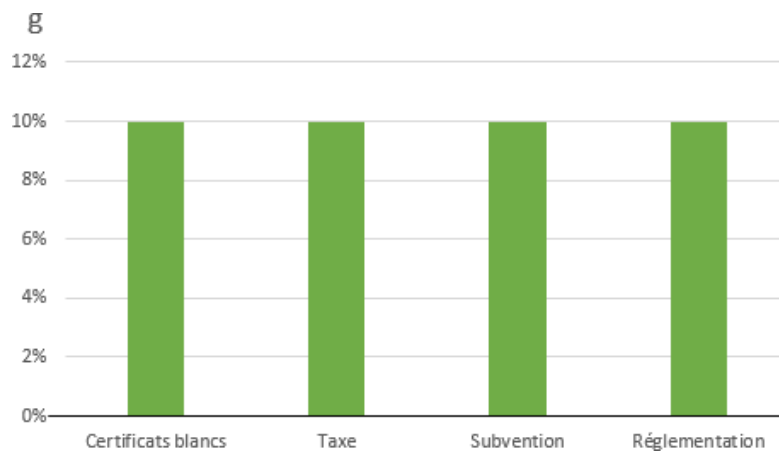
Puisque nous avons un modèle d'équilibre partiel dans lequel les bénéfices des entreprises ne sont pas distribués aux consommateurs, le coût total est le coût supporté par les consommateurs moins les bénéfices des entreprises :

$$TC = CC - (\pi_s + \pi_g + \pi_c) \quad (20)$$

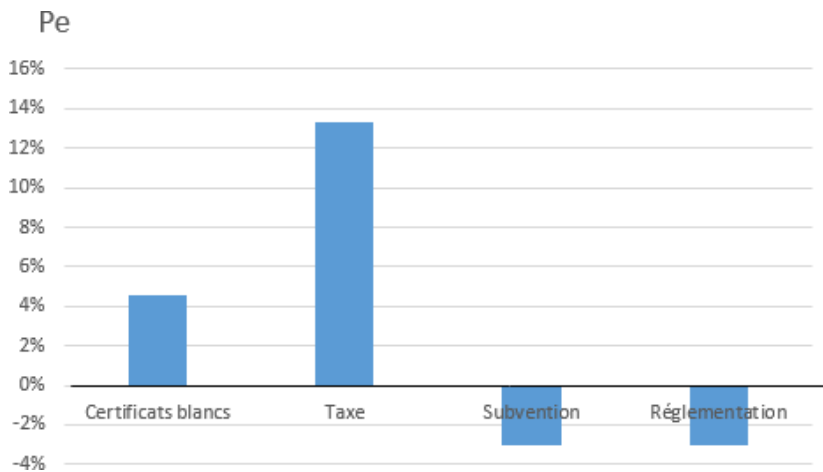
### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### Résultats

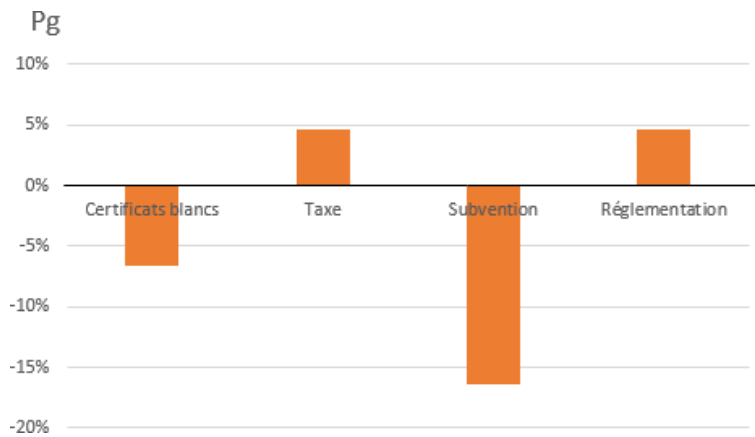
Dans chacun des six graphiques ci-dessous, on représente l'effet de l'application des différentes des quatre instruments sur les différentes variables, avec une économie d'énergie fixée à 5% par rapport au scénario de référence, générant un même service énergétique.



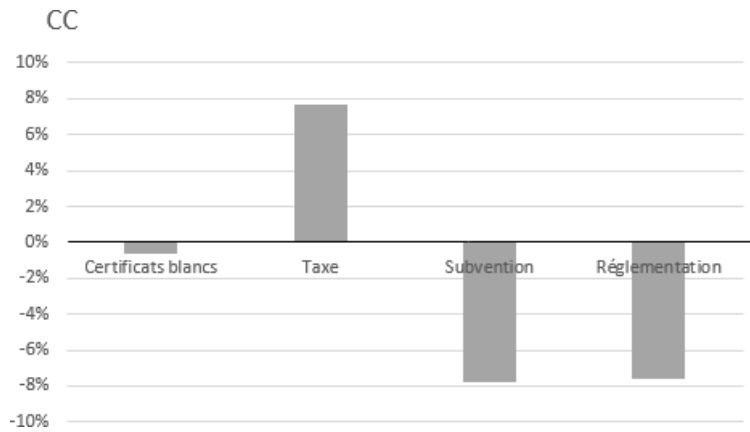
**Fig-1** : effet d'une diminution de 5% de e sur la consommation des biens g



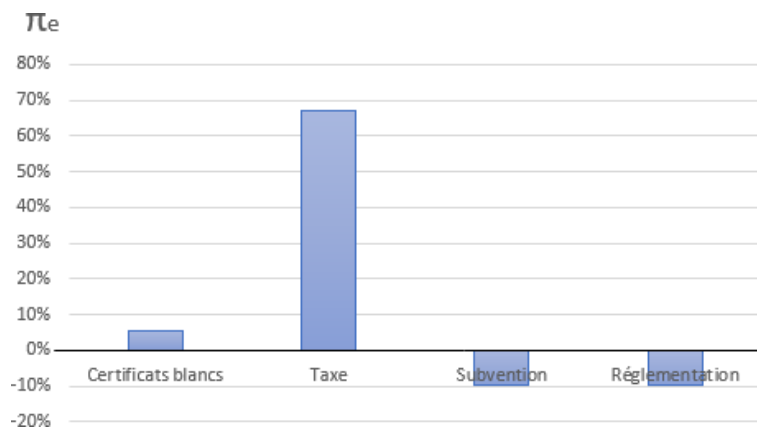
**Fig-2** : effet d'une diminution de 5% de e sur le prix d'électricité



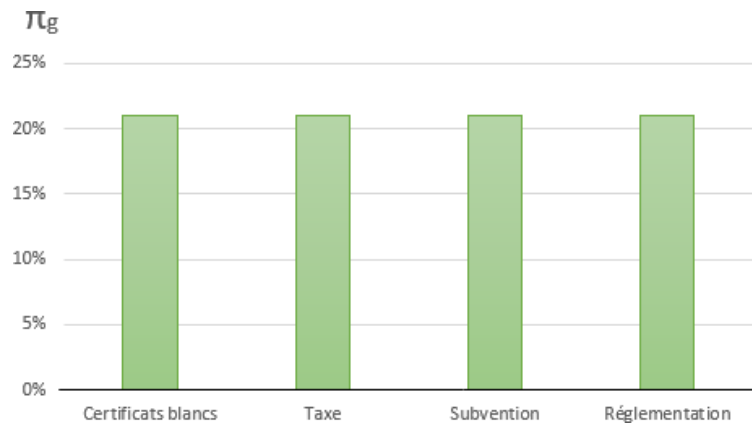
**Fig-3** : effet d'une diminution de 5% de e sur le prix des biens g



**Fig-4** : effet d'une diminution de 5% de e sur le coût supporté par les consommateurs



**Fig-5** : effet d'une diminution de 5% de e sur le profit des fournisseurs d'énergie



**Fig-6** : effet d'une diminution de 5% de  $e$  sur le profit des fournisseurs des biens  $g$

### Discussion

La figure 1 nous montre que la diminution de la consommation d'énergie  $e$  nécessite une augmentation de celle du bien  $g$ , quel que soit l'instrument utilisé. Cela prouve que l'utilisation rationnelle de l'électricité pour atteindre un même service énergétique repose sur la contribution des biens économes en énergie comme les appareils à puissance optimisée, ou les éclairages à faible consommation. L'emploi des biens économes en énergie est donc important pour conduire à l'efficacité énergétique, cela permet d'accéder à un service énergétique voulu sans gaspiller les ressources en électricité.

Du côté du prix de l'électricité, la figure 2 nous indique un accroissement du prix de  $e$  avec l'application de la taxe aux consommateurs et les certificats blancs. Cela s'explique par l'augmentation des prix pour couvrir le coût de l'instrument reflétée par l'écart entre le prix hors taxe et le prix taxe comprise. En effet, le prix de l'énergie augmente car les fournisseurs récupèrent une partie de la taxe dans leur prix de vente d'où les consommateurs sont forcés à réduire leur consommation ; cependant, le surcoût est moins élevé en utilisant les certificats blancs car ils comportent une incitation à réduire la consommation et une subvention aux ventes des biens économes  $g$ . Par contre, le prix de l'électricité décroît avec l'utilisation de la subvention et de la réglementation car la diminution de la consommation d'énergie crée une pression à la baisse sur le prix de l'énergie, vu que la courbe d'offre d'énergie est croissante du fait de l'hypothèse de rendements décroissants.

Comme indiqué dans la figure 3, le prix du bien  $g$  diminue avec les certificats blancs et la subvention, puisque ces derniers constituent une subvention plus ou moins importante à l'offre de ces biens. Ce prix augmente avec les autres instruments à cause de l'accroissement de la demande induit dans chaque cas.

Le coût pour les consommateurs augmente avec la taxe, comme la figure 4 indique, puisque le prix de l'électricité augmente sans compensation pour les consommateurs. Pourtant il diminue avec les autres instruments à cause de la baisse du prix du bien économe pour la subvention et les certificats blancs, et la diminution du prix de l'électricité pour la réglementation.

La figure 5 et 6 nous montre l'effet de la diminution de la consommation d'énergie sur le profit des fournisseurs d'énergie  $e$  et des biens économes  $g$ . On constate que le profit des fournisseurs des biens  $g$  augmente avec tous les instruments ; et celui des fournisseurs d'énergie diminue avec tous les instruments sauf avec application de la taxe.

### **3.2 Recommandation**

Avec les hypothèses posées et un objectif fixé pour une économie d'énergie, le modèle utilisé nous a permis de classer les quatre instruments étudiés selon le prix d'électricité, le coût et le prix des biens économes en énergies. L'application de la taxe est le plus coûteuse pour les consommateurs puisque ceux-ci supportent la hausse du prix de l'électricité sans recevoir de la compensation sous forme de subvention. Pour atteindre l'objectif de l'économie d'énergie, la taxe pourrait jouer un rôle important car l'augmentation du prix pousse les consommateurs à minimiser leur consommation, mais elle est difficile à mettre en œuvre politiquement et surtout dans les pays en voie de développement comme Madagascar où le prix de l'électricité est déjà très élevé pour les consommateurs. La subvention est une option intéressante vis-à-vis du coût pour les consommateurs, car il diminue tous les prix, pourtant elle pourra générer des effets d'aubaines ou effet de distribution qui aboutit à des coûts très élevés. La réglementation diminue le prix de l'énergie mais augmente le prix des biens économes  $g$ , le coût pour les consommateurs diminue légèrement mais l'augmentation du prix des biens économes pourrait affecter le choix des consommateurs sur l'utilisation de ces biens. Les certificats blancs avec un objectif en pourcentage d'énergie vendue ont des effets

Opposés sur les prix, c'est-à-dire augmenter un peu le prix d'énergie et diminuer le prix des biens économes, mais toujours plus modérés que dans les autres instruments, ce qui facilitera leur mise en œuvre.

A partir de ces effets de l'utilisation des instruments sur l'économie sur le prix des biens et le coût de l'énergie, des solutions sont proposés pour la ville d'Antananarivo. Vu que le prix de l'électricité est déjà élevé par rapport au pouvoir d'achat des ménages, l'utilisation de la taxe n'est pas encouragée puisque cela va en plus gonfler le prix de l'énergie. Les certificats blancs pourront être une option intéressante mais l'application se fait de la manière différente. Dans la ville, beaucoup de gens ignore l'économie d'énergie, ils ne savent pas utiliser rationnellement l'électricité, d'où les ressources sont gaspillées inutilement alors qu'on peut les économiser en sachant l'utiliser. L'information et la sensibilisation des consommateurs sur l'efficacité énergétique est alors une solution pour qu'ils optimisent leur consommation. Cette sensibilisation peut s'appliquer dans les médias, les réseaux sociaux, et même à l'école on peut renseigner les élèves sur l'utilisation rationnelle de l'énergie. Informés et sensibilisés, les consommateurs vont utiliser des biens économes en énergie, et on propose de remplir les quincailleries de la ville par des lampes à basse consommation ; l'importation massive des lampes LED à basse consommation est alors une action à mettre en œuvre. L'installation des systèmes d'Eclairage Solaire LED dans la ville d'Antananarivo en 2013 a eu un effet sur la courbe représentant l'accès en électricité de la ville, en effet 300 lampes ont été octroyées entre Andohatapenaka et Anosizato, entre Ampitatafika et Fenoarivo, et un accroissement léger du taux d'accès à l'électricité a été constaté. L'utilisation des lampes LED solaire pour l'éclairage public est alors une solution à envisager pour la ville. Par ailleurs, il est recommandé de vérifier tous les appareils et éclairage dans tous les bâtiments publics de la ville (ministère, cité universitaire, école, université, etc) et de les remplacer par des biens économes à faible consommation. De la part du fournisseur de l'électricité (JIRAMA), l'ajout des renseignements supplémentaire sur la facture d'abonnés, concernant l'utilisation rationnelle de l'énergie est vraiment intéressant ; en effet, on peut y introduire une comparaison de l'énergie consommé par l'abonné en question avec une consommation moyenne optimale d'une

Ménage de référence, et cela va inciter l'abonné à ne pas gaspiller de l'énergie et d'essayer à atteindre son service énergétique avec moins de consommation possible.

#### **4. CONCLUSION**

La maîtrise de l'économie d'énergie est très importante dans un pays à faible taux d'accès à l'électricité. Afin d'améliorer la qualité de service et l'accès à l'électricité à Madagascar, l'efficacité énergétique est une des solutions adéquates.

L'étude que nous avons faite se consacre sur la classification des instruments d'économies d'énergies selon le critère coût efficacité en utilisant le modèle d'équilibre partiel. Les résultats nous a permis de conclure que la subvention aux utilisations des biens économes en énergie, et la sensibilisation à l'efficacité énergétique sont les meilleures solutions envisageables pour Madagascar.

Le modèle de calcul de l'effet des instruments de l'efficacité énergétique sur les ménages se limite sur des incitations financières comme les taxes, et les subventions, mais on ne peut pas calculer l'effet des incitations non financières comme l'information et la sensibilisation.

Les résultats trouvés dans cette étude sont des éléments de calculs et d'outils d'aide à la décision sur le choix des instruments à utiliser pour l'efficacité énergétique, afin d'améliorer l'approvisionnement en électricité à Madagascar.

Une étude bien approfondie est encore envisageable pour élargir le modèle afin qu'on puisse évaluer et calculer l'effet des incitations non financières sur le coût et l'efficacité énergétique.

## REFERENCE

- [1] V. e. A. R. Foster, Repenser la réforme du secteur de l'électricité dans les pays en développement. Washington. Licence : Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO: Abrégé. Banque mondiale,, 2019.
- [2] M. I. d. I. d. H. M. AndryRamaroson Directeur General de l'Energie, «Le secteur de l'énergie de la Madagascar: Vision, Aperçu du secteur, Plan d'Actions et Opportunités d'Investissement,» chez *AEMP*, 2019.
- [3] <http://www.vd.ch/planification-energetique-territoriale/>.
- [4] L. Girard-Madoux, GUIDE de la Planification Energétique Territoriale, 2012: Energy Center-CREM
- [5] [www.gironde.fr](http://www.gironde.fr).
- [6] [www.coredem.info](http://www.coredem.info).
- [7] P. L. S. M. P. Stefan Schneider, ElectroWhat: A platform territorial analysis of electricity consumption, ScienceDirect, 2017.
- [8] W. L. S. C. V. T. R. Abrahamse, A review of intervention studies aimed at household, Journal of Environmental Psychology, 2005.
- [9] B. Boardman, New directions for household energy efficiency: evidence from the UK, Energy Policy, 2004.
- [10] L.-G. Giraudet, Les instruments économiques de maîtrise de l'énergie : une évaluation multidimensionnelle. Economies et finances. Université Paris-Est, 2011.
- [11] P. C. V. Grösche, Willingness to Pay for Energy Conservation and Free-Ridership on Subsidization:, The Energy J
- [12] P. Quirion, «Les certificats blancs face aux autres instruments de politique publique pour les économies d'énergie : Bilan de la littérature économique et priorités de recherche,» Institut français de l'énergie, 2004.
- [13] P. Quirion, Distributional Impacts of Energy-Efficient Certificates vs. Taxes and Standards, Social Science Research Network Electronic Paper Collection, 2006.