



Tarif progressif, efficience et équité

1. Consommation vitale et distorsions tarifaires

Claude Crampes and Jean-Marie Lozachmeur

Mai 2012

Résumé

Contrairement aux attentes des politiques, les tarifs progressifs ne permettent pas de lutter contre la précarité énergétique et, simultanément, de réduire la consommation totale d'énergie. Le rapport étudie les avantages et les inconvénients des tarifs linéaires croissant par blocs et des tarifs convexes. Il montre aussi les différences entre le tarif de première nécessité actuellement utilisé en France et les tarifs linéaires croissant par blocs.

La tarification progressive de l'électricité (et de l'eau, et du gaz naturel, etc.) est considérée par certains hommes politiques en France et à l'étranger comme une solution miracle qui permettrait de promouvoir à la fois une utilisation efficiente des ressources rares et une répartition équitable de ces ressources.

Pour comprendre cette prise de position, plaçons-nous dans le cas élémentaire où l'électricité a deux prix unitaires¹. Le premier prix est très faible, voire nul. Il n'est facturé que sur un volume limité de kWh (la consommation vitale). Le second prix, plus élevé, voire très élevé, n'est facturé que sur les kWh consommés au-delà de cette limite (la consommation de confort). Avec ce barème, les ménages pauvres obtiennent la consommation vitale de kWh sans y consacrer une proportion trop importante de leurs ressources, ce qui satisfait le souci d'équité. Les riches, de leur côté, sont incités par le prix élevé à réduire leur consommation d'électricité de confort, ce qui est bon en termes d'économies d'énergie, donc bon pour l'environnement. Si, par ailleurs, les ressources ainsi prélevées sur les riches concourent au financement de la consommation de base des plus pauvres, on promet aussi la solidarité nationale.

Ce principe tarifaire est tellement simple et semble tellement efficace qu'on ne comprend pas pourquoi il n'est pas universellement utilisé pour valoriser les biens essentiels, en particulier l'électricité.

En fait, les pays, états ou provinces qui ont mis en place des tarifs progressifs pour l'électricité sont assez peu nombreux (Afrique du Sud, Australie, Californie, Japon, Ontario) et les résultats sont loin d'y être probants².

L'objet de ce travail est de comprendre pourquoi les tarifs progressifs ne donnent pas les résultats collectifs espérés dans le secteur de l'électricité et d'identifier les outils qu'il faut mettre en oeuvre pour y promouvoir efficience et équité.

On peut distinguer essentiellement deux groupes de raisons :

- i) les tarifs progressifs reposent sur une hypothèse implicite de rationalité des consommateurs d'électricité qui est loin d'être satisfaite dans la réalité. En effet, les consommateurs n'ont ni les qualifications ni les moyens techniques nécessaires pour interpréter les

¹Ou un seul prix mais deux niveaux de taxe.

²L'Italie avait instauré une tarification progressive mais l'a abandonnée en 2004 avant de lancer un nouveau programme en 2007. L'Allemagne et la Belgique envisagent de le faire mais hésitent à sauter le pas. En France, il existe depuis 2005 un Tarif de Première Nécessité, maintenant réservé aux titulaires de la CMU, comprenant une réduction sur l'abonnement et sur les 100 premiers kWh mensuels consommés. Il n'y a pas progressivité du tarif facturé à l'ensemble des consommateurs.

- signaux complexes de prix qu'ils reçoivent et pour traduire en demande d'électricité les besoins qu'ils ressentent pour les services énergétiques (lumière, chaleur, temps de jeux électroniques, etc.)³.
- ii) la précarité énergétique et l'efficacité énergétique sont partiellement corrélées de façon négative. Par conséquent, un système tarifaire simple permettant d'améliorer le confort énergétique des ménages précaires ne saurait automatiquement réduire la consommation totale. Le levier tarifaire ne devrait donc pas être utilisé isolément pour poursuivre les deux objectifs.

Pour comprendre les effets attendus et les effets observés d'un mécanisme de prix progressifs, nous présentons dans le chapitre 1 une première approche reposant sur un modèle élémentaire de demande d'électricité⁴. Ce modèle permet d'identifier les difficultés que le système de tarification progressive soulève. Dans le deuxième chapitre, nous construisons un modèle plus élaboré prenant en compte la relation entre consommation d'électricité et service rendu énergétique au travers de l'efficacité énergétique du logement et des équipements de consommation. Nous abordons également les problèmes d'identification des ayants droit et les comportements opportunistes que peut déclencher la tarification progressive. Dans le troisième chapitre, nous présentons des suggestions pour améliorer le tarif de première nécessité actuellement en vigueur en France.

1 Consommation vitale et distorsions tarifaires

L'intervention des pouvoirs publics pour des raisons d'équité peut prendre des formes très diverses, souvent liées à la définition donnée de l'équité. Nous nous focaliserons dans ce premier chapitre sur l'outil tarifaire. Pour introduire le problème le plus simplement possible, nous allons étudier l'impact d'une contrainte de consommation plancher que le secteur électrique doit autofinancer, par exemple les kWh mensuels jugés nécessaires pour l'électroménager de base, l'éclairage et une connexion internet. Nous verrons comment cette contrainte quantitative peut être réinterprétée en termes de revenu disponible. En supposant que les agents économiques réagissent au signal donné par le prix marginal, nous étudions sous quelles conditions l'optimum contraint peut être décentralisé par un système de prix progressif (1.1). Après avoir discuté le risque que ce système progressif soit socialement contreproductif, nous

³Sur ce dernier point, voir Crampes et Léautier (2012).

⁴Ce rapport ne propose qu'une analyse économique. Pour le traitement juridique de la question, voir par exemple CREG (2010) p. 44-55.

traitons des conséquences d'une rationalité limitée des agents qui les ferait réagir au prix moyen et non au prix marginal (1.2).

1.1 Efficience avec plancher de consommation

On suppose qu'il y a deux types de consommateurs d'électricité indicés par L et H . Il y a n_L (respectivement n_H) consommateurs de type L (resp. H). Le surplus brut que le type L (resp. H) retire de la consommation de e_L kWh (resp. e_H) est $S_L(e_L)$ (resp. $S_H(e_H)$). Les fonctions de surplus sont croissantes et concaves. Elles vérifient le classement :

$$\begin{aligned} S_L(e) &< S_H(e) & \forall e \\ S'_L(e) &< S'_H(e) & \forall e \end{aligned}$$

Le groupe H est donc identifié comme celui qui a la plus forte disposition à payer l'électricité, globalement et marginalement. Le modèle ne permet pas de distinguer si cet écart s'explique par le fait que les membres de ce groupe ont des revenus plus élevés que ceux du groupe L ou parce qu'ils ont des besoins en électricité plus intenses, par exemple en raison de leur équipement en chauffage.

L'électricité est produite au coût unitaire constant c sans limitation de capacité⁵.

L'allocation de premier rang est la solution (e_L^*, e_H^*) du problème

$$\max_{e_L, e_H} n_L S_L(e_L) + n_H S_H(e_H) - c(n_L e_L + n_H e_H) \quad (\text{P1})$$

Elle est donc caractérisée par les conditions de premier ordre

$$S'_L(e_L^*) = S'_H(e_H^*) = c \quad (1.1)$$

dont on déduit $e_H^* > e_L^*$ puisque $S'_H(e) > S'_L(e) \quad \forall e$ et que les deux surplus marginaux sont décroissants.

Cette allocation peut être décentralisée par un prix $p^* = c$, donc par un marché imparfait où le prix serait régulé sans biais ou par un marché parfaitement concurrentiel où le prix s'instaurerait naturellement au niveau c . A ce prix, les producteurs équilibrent leurs comptes.

⁵Pour simplifier la présentation, on suppose que le parc installé est optimal de sorte que c est le coût marginal de long terme (coût de l'énergie + coût de développement).

1.1.1 Plancher de consommation

Le résultat précédent est exclusivement guidé par un critère d'efficacité utilitariste, la maximisation du surplus social sans pondération particulière des deux groupes, H et L . Il est facile d'imaginer qu'elle puisse être jugée inacceptable par les pouvoirs publics en termes de volume consommé, de facture payée, de pourcentage des dépenses dans le surplus net, etc. Pour l'heure, nous allons simplement supposer que c'est la quantité optimale e_L^* qui n'est pas socialement acceptable parce qu'elle est inférieure à un seuil \underline{e} défini comme consommation vitale.⁶ L'optimum de second rang est alors donné par la résolution du programme (P1) sous la contrainte additionnelle $e_L \geq \underline{e}$.

A priori cette contrainte n'a pas d'effet sur la consommation du type H puisque l'optimisation donne $\underline{e}_L = \underline{e}$, $\underline{e}_H = e_H^*$. En réalité, ces consommateurs sont concernés à double titre quand on veut décentraliser l'allocation de second rang :

- d'une part, la décentralisation exige deux prix différents

$$\underline{p} = S'_L(\underline{e}) < c = p^* \quad (1.2)$$

Elle n'est donc envisageable que s'il est possible techniquement ou réglementairement d'empêcher le type H de se fournir au prix \underline{p} . Supposons pour l'instant que cela soit possible.

- d'autre part, puisque $\underline{p} < c$ les vendeurs font des pertes sur leurs ventes au groupe L . S'il existe une obligation de couverture des coûts interne à l'industrie⁷, le couple (\underline{e}, e_H^*) n'est pas décentralisable. Il faut que la consommation du groupe H soit modifiée de façon à obtenir

⁶Dans la loi Grenelle II du 12 juillet 2010, est en précarité énergétique une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison notamment de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat (Article 3 bis A).

Dans le cadre du programme européen EPEE (European fuel Poverty and Energy Efficiency), " La précarité énergétique se définit comme l'incapacité à chauffer correctement son habitation à un prix raisonnable." (Ademe 2009, page 3). Ces deux approches mêlent donc les disponibilités financières du ménage et les quantités d'énergie qu'il aurait besoin d'acquérir. Notre première approche, uniquement en volume, est donc réductrice. Nous élargissons l'analyse dans la section 1.1.3 et dans le second chapitre.

⁷C'est souvent le cas. En France, le Tarif de Première Nécessité est répercuté sur la facture des consommateurs en passant par la Contribution au Service Public de l'Electricité (Décret du 8 avril 2004).

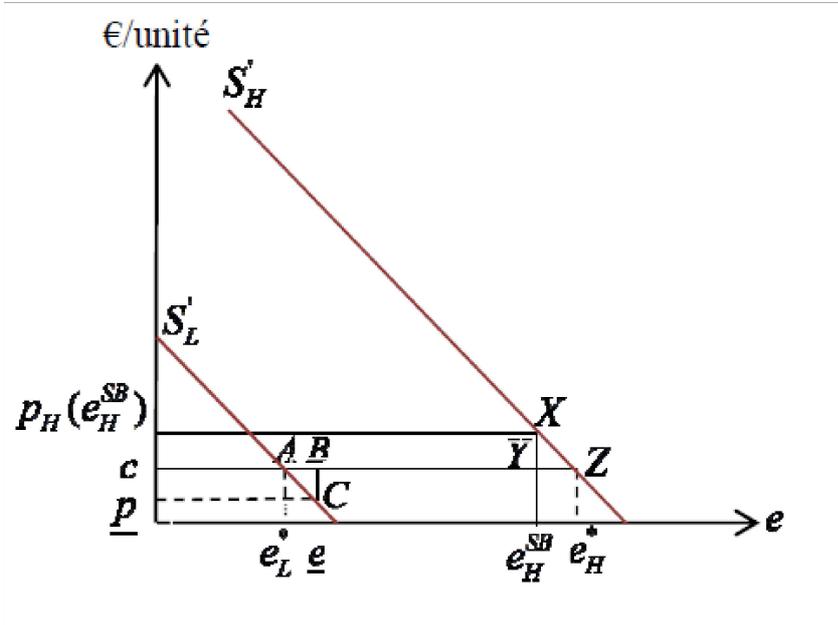


FIG. 1 – Effet d'un plancher de consommation

$$n_L(\underline{p} - c)\underline{e} + n_H(p_H(e_H) - c)e_H = 0 \quad (1.3)$$

où $p_H(e_H)$ est la disposition à payer du groupe H :

$$p_H(e_H) \stackrel{def}{=} S'_H(e_H).$$

Puisque $\underline{p} < c$, la contrainte financière (1.3) ne peut être satisfaite que si $p_H(e_H) > c$, donc si la consommation du groupe H est réduite à $e_H^{SB} < e_H^*$.

La figure 1 donne une illustration de l'impact de la contrainte $e_L \geq \underline{e}$ sur la consommation des deux types de consommateurs.

La perte d'efficacité provoquée par \underline{e} est la somme des triangles ABC (multiplié par n_L) et XYZ (multiplié par n_H), la seconde étant la conséquence de l'obligation de financer grâce au rectangle $(p_H(e_H^{SB}) - c)e_H^{SB}$ la perte que subissent les vendeurs sur le segment des consommateurs de type L (rectangle $(c - \underline{p})\underline{e}$); le premier multiplié par n_H , le second par n_L .

A cause de l'augmentation de p_H qui en résulte, la classe de consommateurs H réduit sa consommation d'un montant qui dépend du nombre

de consommateurs dans chaque classe, de l'élasticité de leur demande et de l'importance de la contrainte \underline{e} . En effet en dérivant totalement la contrainte (1.3) par rapport à \underline{e} , on obtient :

$$\frac{de_H^{SB}}{d\underline{e}} = -\frac{n_L \underline{p}(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c}{n_H p_H(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c} \quad (1.4)$$

où $\eta_i \stackrel{def}{=} -\frac{p_i}{p_i e_i} > 0$ est l'élasticité-prix de la demande de $i = L, H$. Cette expression donne une idée du type de difficultés que peut soulever ce système de financement interne. On voit bien sur la figure 1 que $de_H^{SB}/d\underline{e}$ doit être négatif. Donc de (1.4) on déduit qu'il faut avoir $p_H(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c < 0$ alors même que $p_H - c > 0$. Il est donc nécessaire que η_H soit assez petit. Si ce n'est pas le cas, les consommateurs de type H réagissent trop violemment à la hausse de prix nécessaire à l'équilibrage du système en réduisant leur consommation de façon disproportionnée. Il est alors impossible de trouver les fonds qui permettraient de couvrir la vente à perte des kWh consommés par le groupe L .

A supposer que la redistribution soit réalisable, on voit que l'effet de \underline{e} sur e_H peut prendre une valeur absolue très variable selon les valeurs des paramètres. Par exemple, toutes choses restant égales par ailleurs, plus il y a de ménages de type L , plus fort sera l'effet sur e_H . Autre exemple, si la demande de L est très inélastique (i.e. si η_L est proche de 0) pour atteindre la cible \underline{e} il faut une réduction très forte du prix facturé à L donc une forte hausse du prix facturée à H , ce qui réduit fortement la consommation de H *ceteris paribus*.

En ce qui concerne la consommation totale $n_L e_L + n_H e_H$, l'effet de \underline{e} n'est pas assuré. En effet, en utilisant (1.4) il est facile de calculer

$$\frac{d(n_L \underline{e} + n_H e_H^{SB})}{d\underline{e}} = \frac{\left[p_H(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c \right] - \left[\underline{p}(1 - \frac{1}{\eta_L}) - c \right]}{\left[p_H(1 - \frac{1}{\eta_H}) - c \right]} n_L.$$

Comme le dénominateur de cette expression est négatif, cette dérivée a le signe inverse de celui de son numérateur. Donc, toutes choses restant égales par ailleurs, si η_L est beaucoup plus petit que η_H , la consommation totale diminue quand \underline{e} augmente puisque le groupe H réagit fortement

à la hausse de prix nécessaire pour compenser les pertes des fournisseurs. Mais si la différence entre les élasticités n'est pas très grande, voire inversée, la consommation totale peut augmenter. L'importance des élasticités est plus visible dans le cas simple suivant. Supposons que \underline{e} soit en fait très proche de e_L^* , de sorte que \underline{p} et p_H^{SB} soient très peu différents l'un de l'autre et proches de c . On a alors

$$\frac{d(n_L \underline{e} + n_H e_H^{SB})}{d\underline{e}} = \left(1 - \frac{\eta_H}{\eta_L}\right) n_L,$$

qui est positif si $\eta_L > \eta_H$ et négatif dans le cas inverse.

Compte tenu des informations statistiques dont nous disposons sur l'élasticité de la demande d'électricité et sous réserve que le groupe H représente les hauts revenus et L les bas revenus, il reste plus probable que $\eta_H > \eta_L$ et donc que la consommation totale diminue à la suite de l'instauration d'un plancher.⁸

Si la demande d'électricité est croissante avec le revenu⁹, il est logique de supposer que H représente les hauts revenus. Cependant, il ne faut pas négliger le fait que la demande dépend aussi de l'équipement électrique du ménage, notamment pour le chauffage (l'isolation du logement devenant alors un facteur essentiel), du nombre de personnes habitant le logement et du temps passé sur place (ex. travailleur *vs.* sans emploi).

1.1.2 Tarif linéaire croissant par blocs

Le système de prix $\underline{p}, p_H^{SB}(e_H^{SB})$ décrit dans la section précédente n'est décentralisable que s'il est possible de discriminer sans coût entre les deux types de consommateurs. Que se passe-t-il s'il est impossible de les distinguer, de sorte que le type H va rationnellement demander à bénéficier du prix \underline{p} ?¹⁰

⁸Voir en particulier l'étude du CREG [2010] p. 10-16 qui fait le bilan des travaux d'estimation de l'élasticité-prix dans différents pays : "En conclusion, il existe un large éventail d'estimation de l'élasticité-prix de la demande électrique. (...) Une élasticité-prix moyenne de court terme de l'ordre de 0,2 à 0,4 est généralement admise. (...) L'élasticité-prix des tranches de revenus supérieurs est estimée comme étant plus élevée que celle des tranches de revenus plus faibles" (op. cit., p. 16).

⁹Ce qui est loin d'être toujours vrai puisque l'équipement de consommation, logement compris, est une pièce essentielle de la fonction de demande. Voir sur ce sujet le chapitre 2.

¹⁰Nous étudierons dans le chapitre 2 comment on peut inciter les consommateurs du type H à ne pas demander à bénéficier du prix \underline{p} .

Si un seul mécanisme tarifaire doit être proposé aux deux types de consommateurs parce qu'il est techniquement et/ou légalement impossible de proposer des prix discriminants et si la contrainte $e_L \geq \underline{e}$ est active, on peut mettre en place un tarif progressif linéaire par blocs dont les trois paramètres sont :

- le prix linéaire du premier bloc \underline{p} ,
- le seuil de changement de bloc \underline{e} ,
- le prix linéaire du second bloc \bar{p} .

La contrainte de financement (1.3) devient

$$(n_L + n_H) (\underline{p} - c) \underline{e} + n_H (\bar{p} - c) (e_H(\bar{p}) - \underline{e}) = 0.$$

qui permet de déterminer le second prix \bar{p} du barème progressif étant donné \underline{e} et \underline{p} .

Comme il faut couvrir la perte $(\underline{p} - c)\underline{e}$ venant de tous les consommateurs, avec la seule consommation de confort $(e_H - \underline{e})$ des membres du groupe H , il est évident que le prix \bar{p} nécessaire est beaucoup plus grand que si le groupe H est exclu du tarif \underline{p} pour la partie \underline{e} de sa consommation. Il en découle une baisse de la consommation de confort du groupe H également plus forte et, par conséquent, une perte sociale pour ce groupe bien plus grande que le triangle XYZ de la Figure 1.

On en déduit que le tarif progressif (représenté sur la figure 2)

$$T(e) = \begin{cases} \underline{p}e & \text{pour } e \leq \underline{e} \\ \underline{p}\underline{e} + \bar{p}(e - \underline{e}) & \text{pour } e > \underline{e} \end{cases} \quad (1.5)$$

ne doit être instauré que s'il est impossible de créer une discrimination entre les deux groupes. En effet, ce tarif est très coûteux en termes de surplus social. Si elle est possible, la discrimination qui consiste à facturer \underline{p} au seul groupe L et p_H^{SB} au seul groupe H pour la totalité de sa consommation est préférable.

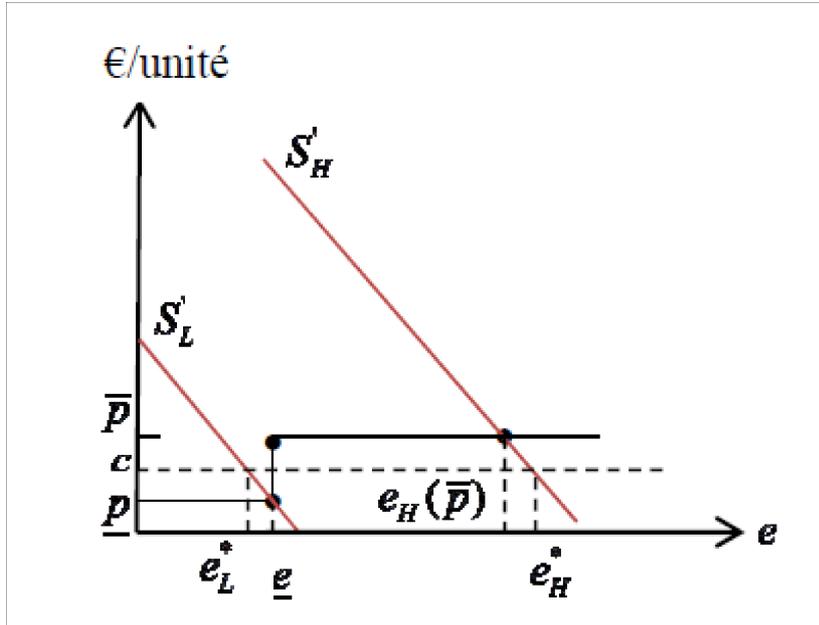


FIG. 2 – Tarif linéaire par blocs

1.1.3 Autres définitions de la solidarité et autres mécanismes

La contrainte absolue $e_L \geq \underline{e}$ utilisée dans la section précédente a le mérite de la simplicité. En fait, quelle que soit la forme donnée à la contrainte redistributive, dès lors que le seul instrument utilisé est tarifaire on n'échappe pas aux pertes de bien être dues à l'obligation d'auto-financement, à l'éventuelle impossibilité de financer la redistribution si les consommateurs de la classe H ont une élasticité-prix trop forte, aux effets négatifs en termes de consommation totale si leur élasticité est trop faible, etc. Par exemple, au lieu d'être absolue la contrainte de volume, peut être relative :¹¹

$$e_H - e_L \leq \Delta < e_H^* - e_L^*$$

$$\text{ou} \quad e_L \geq \alpha e_H \quad \text{avec} \quad \frac{e_L^*}{e_H^*} < \alpha < 1$$

¹¹Dans les sociétés développées, les jugements sur l'appauvrissement sont plus portés en termes d'inégalité entre classes que en termes absolus. En Belgique, en 2001 les 10 % des ménages les plus riches consommaient 5 fois plus d'électricité que les 10 % de ménages les plus pauvres (CREG, 2010 page 22). C'est ce genre d'écart qui peut être politiquement inacceptable.

Le choix de Δ ou de α est fait sur une base sociale, morale ou politique. Une contrainte de ce type donne des résultats qualitativement identiques à ceux obtenus avec la contrainte absolue tout en offrant plus de souplesse (sous réserve que le problème admette une solution) puisque la consommation e_L n'est pas fixée.

Par exemple, la résolution du programme (P1) sous la contrainte $e_H - e_L \leq \Delta$ admet comme conditions de premier ordre

$$n_L (S'_L(e_L) - c) + n_H (S'_H(e_L + \Delta) - c) = 0 \quad \text{et} \quad e_H = e_L + \Delta$$

La solution vérifie donc

$$S'_L(e_L) < c < S'_H(e_H)$$

ce qui signifie encore une fois que la décentralisation de cette solution par le tarif exige une discrimination, laquelle peut être aggravée par la contrainte de financement.

Au lieu de contraintes quantitatives de consommation (qui ont une forte connotation paternaliste), on peut préférer des contraintes définies en termes du surplus que les ménages retirent de leur consommation d'électricité, par exemple contraindre le système tarifaire $T(e)$ par

$$S_L(e_L) - T(e_L) \geq \underline{SN}$$

ou par

$$\frac{T(e_L)}{S_L(e_L) - T(e_L)} \leq \beta$$

où \underline{SN} est le surplus net plancher socialement acceptable et β le taux définissant le seuil de précarité énergétique.¹² L'idée est que le surplus net de la consommation d'électricité, l'écart entre ce que les ménages sont prêts à payer et ce qu'ils doivent effectivement payer, va être utilisé pour l'achat d'autres biens et services. Il s'agit donc par ces contraintes de laisser suffisamment de ressources aux ménages démunis après règlement de leur facture énergie. Une autre méthode consiste à surpondérer $S_L(\cdot)$ par rapport à $S_H(\cdot)$ dans la fonction de surplus social de façon à expliciter le fait que la recherche de l'efficacité allocative n'est pas le seul objectif des politiques publiques.

¹²Rappelons que nous utilisons ici une fonction de surplus cardinale. Donc le surplus brut et le surplus net se mesurent en euros. En ce qui concerne le coefficient β , citons le plan national de lutte contre la précarité énergétique (2010) : "sont considérées en situation de précarité énergétique celles et ceux qui consacrent plus de 10% de leurs ressources à payer leurs factures d'énergie : en France, cela représente près de 3 400 000 ménages". (www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-de-lutte-contre.html)

Que la contrainte d'équité soit définie en termes de quantité ou en termes de surplus, le recours exclusif au tarif avec financement interne se heurte à de grosses difficultés de mise en oeuvre quand on souhaite les dimensionner pour minimiser l'impact négatif sur le surplus collectif.¹³

Pour comprendre ces difficultés, prenons les deux exemples les plus simples de tarifs progressifs : le tarif linéaire croissant par blocs que nous avons déjà présenté et le tarif convexe.

Le tarif linéaire par bloc défini dans (1.5) crée des discontinuités inhérentes à la linéarité de ses composantes et aux seuils déclanchant les changements de prix. Comme le montre l'Annexe A1, vouloir améliorer la situation du groupe L (ce qui exige de réduire \underline{p}) en le finançant par un relèvement du prix \bar{p} (seulement payé par le groupe H) exige d'avoir ciblé de façon très précise le seuil \underline{e} qui agrège tous les agents des groupes "intermédiaires" M pour que ces derniers ne soient affectés ni par la baisse de \underline{p} ni par la hausse de \bar{p} . A prix donnés, si le seuil \underline{e} est fixé trop bas on exclut de la partie basse du tarif des consommateurs dont la disposition à payer est peu différente de celle de L . Si \underline{e} est trop grand, le système est trop généreux pour les consommateurs dont la disposition à payer est proche de celle du groupe H . Dans ce dernier cas, la charge financière supportée par ceux qui doivent payer un fort \bar{p} sur la quantité $e_H(\bar{p}) - \underline{e}$ peut être tellement lourde que le système ne parvient pas à s'équilibrer sans financement externe.

Un moyen pour réduire ces accumulations au voisinage des seuils et ces ségrégations inéquitables consiste à augmenter le nombre de seuils du tarif progressif.¹⁴ Les discontinuités évoquées précédemment s'estompent mais elles ne disparaissent jamais complètement car il est impossible de définir un tarif progressif par blocs simples (donc opérationnel) permettant de décentraliser parfaitement l'optimum de second rang quand il y a beaucoup d'hétérogénéité dans la population des consommateurs.

Considérons maintenant le cas d'un tarif convexe, dont l'expression la plus simple est un tarif où le prix unitaire est une fonction linéaire croissante,

$$p(e) = \beta + \alpha e$$

¹³Meran et von Hirschhausen (2009) étudient le mécanisme des prix linéaires croissant par blocs dans le secteur de l'eau. Ils y voient plutôt un outil de "second best empirique" qu'un système de prix optimal.

¹⁴En Afrique du Sud, le tarif se compose de 4 tranches (Eskom, Connect, Issue 3, 2010). En Californie, dans certaines zones de fourniture, il y a 5 tranches progressives pour l'électricité (www.cpuc.ca.gov/NR/rdonlyres/6AF20251-011C-4EF2-B99D-74CA315A4C40/0/RatesFAQ0710_3.pdf).

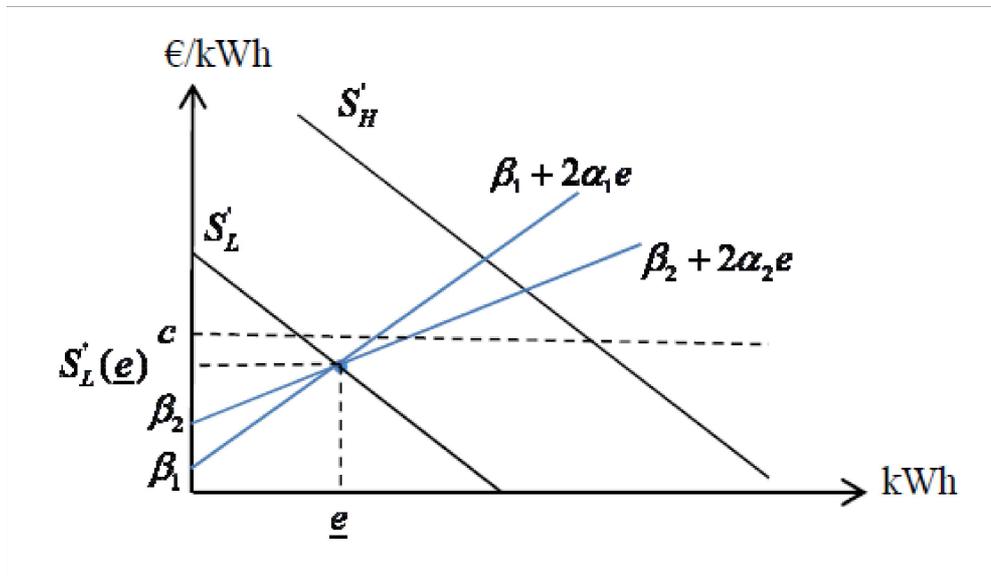


FIG. 3 – Tarif convexe

de sorte que la facture payée par le client qui consomme e est

$$T(e) = ep(e) = \beta e + \alpha e^2.$$

On voit sur la Figure 3 que ce tarif peut être facilement ajusté pour décentraliser un optimum contraint par $e_L \geq \underline{e}$ et par le financement interne $T(e_H) + T(\underline{e}) \geq c(\underline{e} + e_H)$.

En effet, on peut pivoter autour du point $(\underline{e}, S'_L(\underline{e}))$ déterminé par la contrainte sociale en jouant simultanément sur la partie fixe β et sur le coefficient de la partie variable α : $\beta_2 > \beta_1 \Rightarrow \alpha_2 < \alpha_1$. Le graphique montre bien que plus on veut être généreux avec les ménages précaires (réduire β , voire lui donner une valeur négative), plus le tarif doit être progressif, ce qui peut être très pénalisant pour les ménages qui consomment bien au delà de \underline{e} malgré leurs faibles revenus.

La tarification convexe permet d'éviter les effets de seuil toujours ressentis comme une injustice. Mais elle introduit une complexité dans le calcul de la facture qui exige des payeurs des connaissances au-delà de l'arithmétique élémentaire. Or, comme nous allons le voir maintenant, les consommateurs d'électricité ne sont pas mesure de faire des calculs complexes pour déterminer leur consommation.

1.2 Prix moyen et prix marginal

La Californie offre un cadre d'analyse idéal pour comprendre les effets d'un tarif linéaire par bloc.¹⁵ En effet, l'organisation géographique de la fourniture d'électricité combinée à l'obligation faite aux fournisseurs de proposer des tarifs par blocs dont certaines composantes peuvent être librement choisies permet de disposer de données statistiques sur des groupes de ménages quasi identiques confrontés à des tarifs différents.

Certaines villes californiennes sont traversées par la frontière séparant les zones attribuées à deux fournisseurs.¹⁶ De chaque côté de cette frontière, on trouve des populations très homogènes en termes de catégories socioprofessionnelles, donc de revenus et d'habitudes de consommation. Elles sont par ailleurs parfaitement homogènes pour ce qui est des conditions climatiques. En revanche, selon qu'un ménage est situé d'un côté ou de l'autre de la frontière, il fait face à des tarifs qui peuvent être très différents. Cette discontinuité spatiale, donc tarifaire, appliquée à des populations homogènes permet d'analyser le comportement des ménages face à des variations dans les composantes d'un tarif linéaire croissant par blocs.

La figure 4 (tirée de la page 43 de Ito, *op.cit.*) représente les tarifs proposés en août 2002 par Southern California Edison (SCE) et San Diego Gas and Electric (SDG&E), deux fournisseurs non concurrents de Californie du sud servant des ménages situés à moins de 1 mile de part et d'autre de leur limite commune de desserte : 25 710 points de livraison pour SCE, 28 570 pour SDG&E. Ce système à 5 tranches existe depuis 2001 (auparavant il n'y avait que deux blocs). Il consiste

- i) à fixer une consommation de référence (baseline) en fonction de la zone climatique et de la saison (par exemple 10,2 kWh quotidien pour un ménage servi par ces opérateurs en août 2002),
- ii) à fixer un premier prix du kWh qui s'appliquera à la totalité de la consommation mensuelle de référence, un second prix pour la tranche de consommation entre 100 % et 130 % de la référence, un troisième pour la tranche 130-200 %, un quatrième pour la tranche 200-300 % et un cinquième au-delà.

¹⁵Cette section est essentiellement basée sur le travail de Ito (2010).

¹⁶Cette bizarrerie a une origine historique : dans le sud de la Californie, beaucoup de frontières municipales ont été fixées dans les années 1980 alors que les limites des zones de desserte de la Southern California Edison (SCE) et de la San Diego Gas and Electric (SDG&E) datent des années 1940.

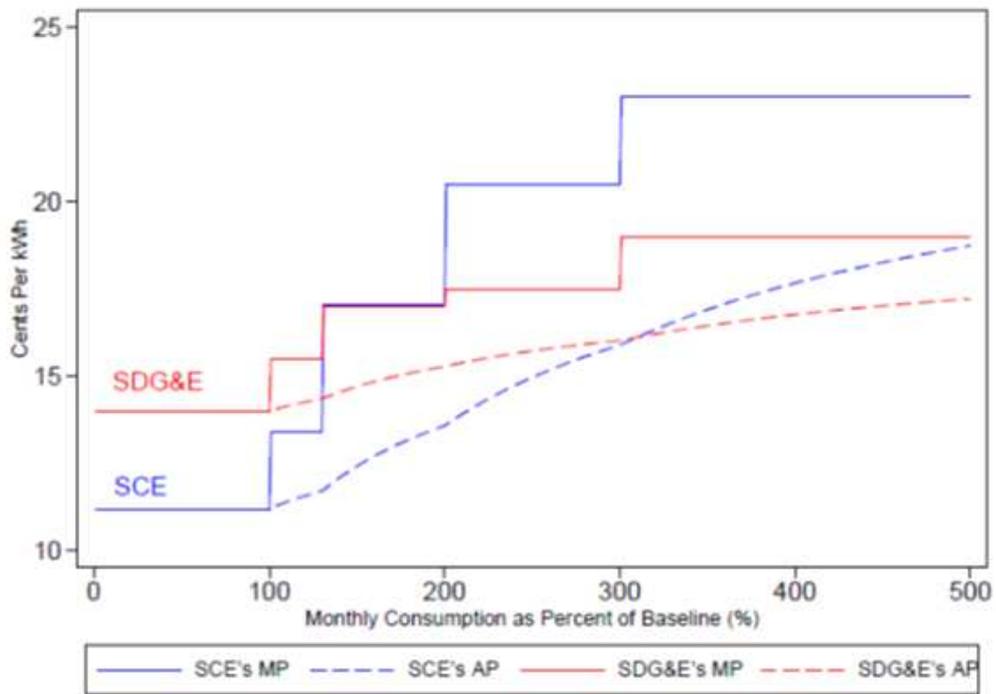


FIG. 4 – Standard Residential Electricity Price Schedules in SCE and SDG&E in 2002

Les tranches 1 et 2 font l'objet d'une régulation assez stricte. En revanche, ce n'est pas le cas des trois suivantes. Les opérateurs peuvent donc fixer pour ces tranches les prix qu'ils souhaitent. On voit ainsi sur la figure 4 que SCE tenu de fixer un tarif plus faible que celui de SDG&E pour les tranches 1 et 2, fait ensuite librement progresser plus rapidement les prix des tranches supérieures.¹⁷

A cause de cet effet de ciseau sur les prix marginaux, les prix moyens se croisent aussi, mais avec un décalage. On note ainsi que dans la tranche 200-300 % le prix marginal de SCE est plus élevé que celui de SDG&E alors que c'est l'inverse pour le prix moyen.

Partant des observations de prix et des quantités consommées par des ménages semblables face à des prix progressifs différents, Ito note que les ménages ne se comportent pas de façon conforme à ce que l'on pourrait attendre de consommateurs rationnels face à des prix marginaux en escalier. En particulier :

- i) on n'observe pas l'effet d'accumulation (bunching) qui devrait se faire au passage des contre-marches du barème, surtout si les écarts de prix marginaux sont grands,¹⁸
- ii) on n'observe pas de consommation des ménages variant en sens inverse de la variation d'un prix marginal.¹⁹

Il montre en revanche qu'il existe une relation négative entre le niveau de consommation et le prix moyen, lequel est une fonction régulièrement croissante de la consommation mais reste inférieur au prix marginal dans toute tarification progressive (voir les courbes en pointillés dans la figure 4).

¹⁷Notons que la partie économétrique de l'étude de Ito (2010) porte sur la période janvier 1999 - décembre 2008 au cours de laquelle il y a eu des changements tarifaires répétés. Donc en plus de la variabilité géographique instantanée des prix observés, l'analyse économétrique peut s'appuyer sur une grande variabilité intertemporelle affectant un panel de plus de 50 000 points de livraison.

¹⁸Une explication pourrait être que la demande d'électricité étant inélastique (représentée par une droite $S'_M(e)$ verticale dans le graphique A1 de l'annexe) la population des ménages qui ont une demande juste égale au seuil de passage d'un prix marginal à l'autre est de densité nulle. Cette explication ne tient pas car Ito dispose de suffisamment d'observations en coupe et en dynamique pour montrer que la demande n'a pas une élasticité nulle.

¹⁹En fait, il s'agit d'une analyse des variations de différences, non des variations de niveaux absolus de consommation. Avec un prix marginal de SDG&E décroissant plus que celui de SCE on observe en 2002, 2003, 2007 et 2008 une consommation de SDG&E diminuant plus que celle de SCE, en violation de ce que prédit la théorie marginaliste.

S'il est constant que les consommateurs ne savent pas lire le signal de rareté transmis par le prix marginal et se calent sur le prix moyen, la consommation observée sera toujours plus grande que la consommation attendue d'agents rationnels, même s'ils sont réactifs au prix. De fait, il est plus facile de calculer $\frac{T(e)}{e}$ que $\frac{\Delta T(e)}{\Delta e}$, surtout si le second est discontinu.

Le bilan en termes d'efficacité est donc plus que médiocre :

- i) les hautes marches du tarif sont conçues pour équilibrer financièrement les comptes des fournisseurs au lieu de donner un signal clair du coût marginal de la fourniture et
- ii) les consommateurs prennent en considération le tarif moyen qui est inférieur au tarif marginal, donc probablement au coût marginal pour certaines catégories.

Ce deuxième élément peut avoir un effet très négatif en termes d'efficacité. Considérons la figure 5 où nous avons représenté un tarif à deux tranches en trait gras, le tarif moyen associé en pointillés, le coût marginal de production et trois types de demandes.

Pour $e \leq \underline{e}$, $T(e) = \underline{p}e$ de sorte que $\frac{T}{e} = T' = \underline{p}$. En revanche, pour $e > \underline{e}$, $T(e) = \underline{p}\underline{e} + \bar{p}(e - \underline{e})$ dont on déduit que

$$\frac{T}{e} = \bar{p} - \frac{(\bar{p} - \underline{p})\underline{e}}{e} < \bar{p} = T'.$$

Le tarif étant conçu pour couvrir les coûts, on a $\underline{p} < c < \bar{p}$ et, comme on le voit sur le graphique, le tarif moyen coupe le coût unitaire en un point \hat{e} situé à droite de \underline{e} . Pour trois groupes de consommateurs (L , M

et H) nous avons porté sur le graphique de la Figure 5 les points représentant la consommation optimale étant donné le coût (B_L, B_M, B_H), la consommation attendue étant donné le tarif progressif (A_L, A_M, A_H) et la consommation observée si les agents utilisent le tarif moyen comme signal de prix (A_L, C_M, C_H). On voit ainsi que le groupe M et le groupe H sont supposés consommer moins que ce qui est optimum (A_M est à gauche de B_M , A_H à gauche de B_H) mais le groupe M consomme en réalité plus qu'à l'optimum malgré le tarif progressif (C_M est à droite de B_M) et le groupe H réduit sa consommation moins que prévu (C_H est entre A_H et B_H).

L'effet "tarif moyen" peut donc provoquer une demande excessive par rapport à la demande qui se révélerait avec un tarif linéaire couvrant les coûts. L'effet net dépend du nombre d'agents dans chaque catégorie et

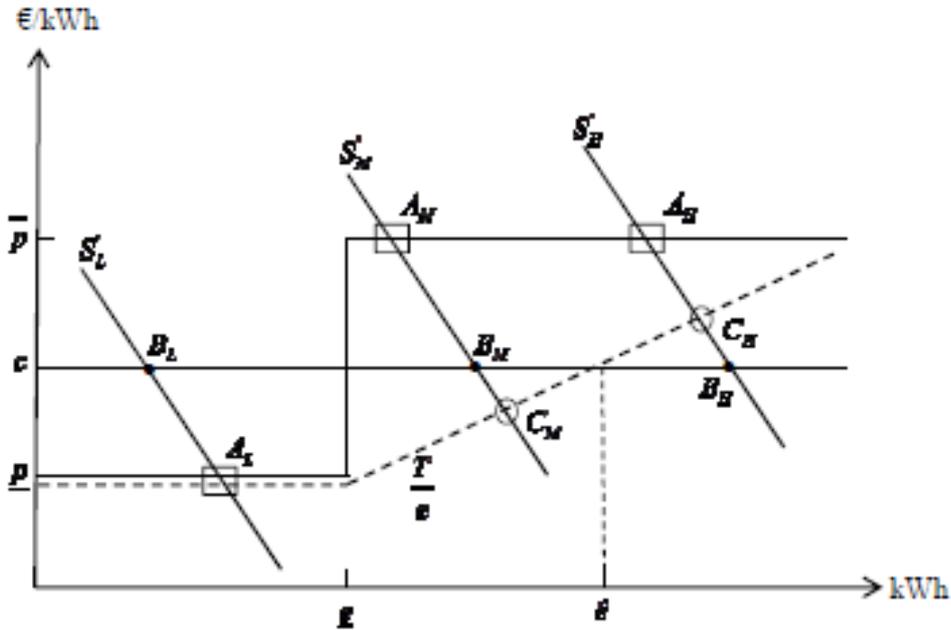


FIG. 5 – Consommations basées sur le prix moyen

de l'élasticité de leur demande par rapport au prix moyen. Ainsi, Ito (2010) trouve que, contrairement à l'objectif, la consommation observée dans le cadre du tarif linéaire à 5 blocs est de 0,54 % plus élevée que la consommation que l'on peut estimer face à un prix linéaire égal au coût moyen de l'électricité alors qu'elle devrait être 5,31 % inférieure si les agents s'ajustaient aux prix marginaux (*op. cit.* pages 30-31).

1.3 Coût de l'énergie et coût de la capacité

Nous avons montré les difficultés soulevées par la mise en place d'un tarif progressif qui permettrait de lutter à la fois contre la précarité énergétique et contre une consommation excessive d'électricité. La première leçon à tirer de ces développements est que le tarif linéaire par blocs, qui est le système progressif le plus utilisé, est très coûteux en termes de surplus collectif (sans parler des coûts administratifs) et probablement contreproductif. En effet, il augmente la consommation totale au lieu de la réduire, notamment en raison de la difficulté pour le consommateur de comprendre un système discontinu de prix marginaux. Dès lors, il encourage la consommation d'électricité par les ménages précaires sans

réduire suffisamment celle des autres.

Nous n'avons pas remis en cause jusqu'ici le principe même d'une intervention des pouvoirs publics pour modifier la tarification de l'électricité dans un sens jugé plus équitable. Pour lutter contre la précarité, il est d'autres moyens que tarifaires. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre 2 en traitant des services énergétiques. Auparavant, il est utile de faire deux remarques concernant la relation entre le tarif progressif et la structure des coûts du secteur.

- i) Comme le coût marginal de production est croissant (ordre de préséance) une tarification progressive est considérée comme vertueuse car elle reflèterait le coût de la ressource.²⁰ Cet argument mélange en fait le coût global de la ressource et le coût provoqué par la consommation de chacun. Le coût marginal de production est élevé quand il faut mobiliser certaines technologies ayant un coût élevé en énergie primaire et en droits d'émission, donc aux heures de pointe. Au niveau du consommateur individuel, ce qui devrait être facturé à prix élevé c'est la consommation à certaines dates et non un certain volume. Or, avec un système tarifaire uniquement basé sur les volumes d'énergie, on risque de faire payer un prix bas aux heures de pointe et un prix élevé aux heures hors pointe. Cette discussion entre partisans de tarifs élevés selon les pointes de consommation individuelle plutôt que selon les pointes du système électrique a été tranchée en faveur des seconds par Gibbings dès 1894.²¹
- ii) Le volume total consommé par un ménage dans une période donnée n'est qu'un indicateur très incomplet du coût imposé au système électrique. La durée d'utilisation de la puissance installée est au moins aussi importante. Supposons que le ménage L ne consomme que 20 kWh au cours de la journée alors que H en consomme 40. Si L les consomme en une heure, il provoque le coût $C(20kWh, 1h) = 20c + 20r$, où c est le coût du kWh produit et r le coût du kW installé. Si H répartit sa consommation sur 10 heures, il provoque le coût $C(40kWh, 10h) = 40c + 4r$ puisqu'il n'est besoin que de 4kW pour satisfaire sa demande. Alors, pour $c < \frac{4}{5}r$ c'est le consommateur de type L qui est le plus coûteux. Dans ce

²⁰En fait, le seul cas dans lequel un prix progressif reflète parfaitement le coût du système est celui dans lequel un monopole est en mesure de discriminer parfaitement. Avec un tarif strictement calqué sur le coût marginal, il s'approprie la totalité du surplus de l'industrie. Encore faut-il que le dit tarif varie avec les lieux, les dates et les états de la nature pour bien signaler les coûts.

²¹Pour une synthèse du débat, voir Faulhaber and Baumol (1988), pages 586-588.

cas, il serait préférable d'économiser les capacités que d'économiser l'énergie. Une tarification progressive de l'énergie permettant d'augmenter de 10 % la consommation de L et de réduire de 10 % celle de H atteint le double objectif d'équité et d'économie d'énergie (la consommation totale passe de $20 + 40 = 60$ kWh à $22 + 36 = 58$ kWh). Mais si les profils de consommation ne changent pas, les besoins en capacité passent de $20 + 4 = 24$ kW à $22 + 3.6 = 25.6$ kW). Donc, si $c < \frac{4}{5}r$, on peut calculer que $60c + 24r < 58c + 25.6r$ de sorte que les économies d'énergie obtenues par le tarif progressif sont plus que compensées par le surcoût en capacité.²²

²²Au Japon, la puissance souscrite fait aussi l'objet d'une tarification progressive (p. 27 de CREG, 2010).

Annexe

A.1 Comportement d'un consommateur face à un tarif linéaire par blocs

Le problème

$$\max_e S(e) - T(e)$$

où $T(e)$ est défini par 1.5 admet pour conditions de premier ordre

$$e(\underline{p}, \bar{p}, \underline{e}) = \begin{cases} S'^{-1}(\bar{p}) & \text{si } S'(\underline{e}) > \bar{p} \\ \underline{e} & \text{si } \bar{p} > S'(\underline{e}) > \underline{p} \\ S'^{-1}(\underline{p}) & \text{si } S'(\underline{e}) < \underline{p} \end{cases}$$

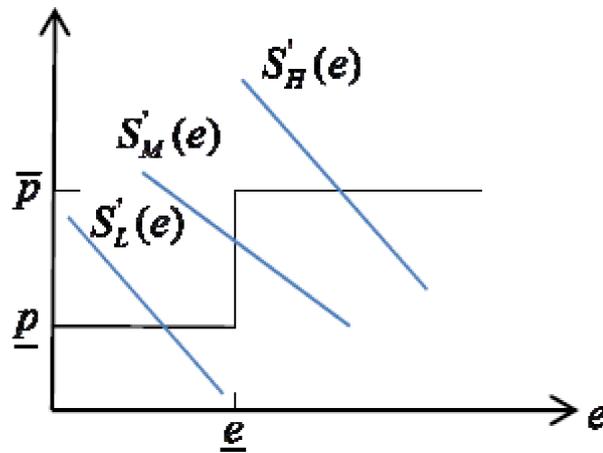


Figure A1 : Marches et contre-marches d'un tarif linéaire par blocs

Notons $e(\underline{p}, \bar{p}, \underline{e})$ la solution qui satisfait ces conditions.

Le surplus net du consommateur est alors

$$SN(\underline{p}, \bar{p}, \underline{e}) \stackrel{def}{=} S(e(\underline{p}, \bar{p}, \underline{e})) - T(e(\underline{p}, \bar{p}, \underline{e}))$$

On en déduit les dérivées

$$\frac{\partial SN}{\partial \underline{p}} = \begin{cases} -\underline{e} & \text{si } S'(\underline{e}) \geq \underline{p} \\ -S'^{-1}(\underline{p}) & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\frac{\partial SN}{\partial \bar{p}} = \begin{cases} -(S'^{-1}(\bar{p}) - \underline{e}) & \text{si } S'(\underline{e}) > \bar{p} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\frac{\partial SN}{\partial \underline{e}} = \begin{cases} \bar{p} - \underline{p} & \text{si } S'(\underline{e}) > \bar{p} \\ S'^{-1}(\underline{e}) - \underline{p} & \text{si } \bar{p} > S'(\underline{e}) > \underline{p} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Sur les trois outils du tarif linéaire par bloc,

- seul le premier \underline{p} a un effet sur le ménage dont la disposition à payer est la plus faible :

$$\frac{\partial SN_L}{\partial \underline{p}} < 0 \quad , \quad \frac{\partial SN_L}{\partial \bar{p}} = 0 \quad , \quad \frac{\partial SN_L}{\partial \underline{e}} = 0,$$

- le premier prix \underline{p} et le seuil \underline{e} ont un effet sur le ménage dont la disposition est moyenne :

$$\frac{\partial SN_M}{\partial \underline{p}} < 0 \quad , \quad \frac{\partial SN_M}{\partial \bar{p}} = 0 \quad , \quad \frac{\partial SN_M}{\partial \underline{e}} > 0,$$

- les trois instruments ont un impact sur le surplus net du ménage dont la disposition à payer est forte :

$$\frac{\partial SN_H}{\partial \underline{p}} < 0 \quad , \quad \frac{\partial SN_H}{\partial \bar{p}} < 0 \quad , \quad \frac{\partial SN_H}{\partial \underline{e}} > 0.$$

A.2 Comportement d'un consommateur face à un tarif convexe

Soit $p(e) = \beta + \alpha e$ où $\beta \geq 0, \alpha \geq 0$ qui donne une fonction de dépense $T(e) = ep(e)$ croissante et convexe.

Le problème

$$\max_e S(e) - (\beta + \alpha e)e$$

donne la demande $e(\alpha, \beta)$ définie par la condition de premier ordre

$$S'(e) = \beta + 2\alpha e.$$

Le surplus net réalisé est

$$SN(\alpha, \beta) \stackrel{def}{=} S(e(\alpha, \beta)) - (\beta + \alpha e(\alpha, \beta))e(\alpha, \beta).$$

Compte tenu de la condition de premier ordre, on démontre facilement que

$$\frac{\partial SN}{\partial \alpha} = -e^2 \quad , \quad \frac{\partial SN}{\partial \beta} = -e \quad , \quad \frac{\partial e}{\partial \alpha} = \frac{2e}{S'' - 2\alpha} \quad , \quad \frac{\partial e}{\partial \beta} = \frac{1}{S'' - 2\alpha}.$$

Toutes ces dérivées sont négatives.

A.3 Tarif convexe optimal face à une contrainte de consommation plancher²³ et obligation d'autofinancement

On suppose qu'il n'y a que deux groupes de consommateurs, de taille égale. La consommation plancher est $\underline{e} > e_L^*$, donc cette contrainte est liante, de sorte que $e_L = \underline{e}$. Il faut déterminer les coefficients α et β du tarif convexe $p(e) = \beta + \alpha e$ à partir du programme

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \beta} SN_H(\alpha, \beta) + SN_L(\alpha, \beta; \underline{e}) \\ s.c. \quad (\beta + \alpha \underline{e} - c)\underline{e} + (\beta + \alpha e_H - c)e_H = 0 \end{aligned}$$

sachant que le consommateur de type H adapte sa consommation par $S'_H(e_H) = \beta + 2\alpha e_H$ et que, pour L , les coefficients α et β sont contraints par $S'_L(\underline{e}) = \beta + 2\alpha \underline{e}$.

Comme il n'y a que deux types de consommateurs, la minimisation de la perte sociale créée par la contrainte \underline{e} jointe à l'obligation de financement permet de résoudre le problème seulement à partir du système de trois équations

$$\begin{aligned} S'_H(e_H) &= \beta + 2\alpha e_H \\ S'_L(\underline{e}) &= \beta + 2\alpha \underline{e} \\ (\beta - c)(\underline{e} + e_H) + \alpha(\underline{e}^2 + e_H^2) &= 0 \end{aligned}$$

dont les inconnues sont α, β et e_H .

²³On peut faire le même type d'analyse avec une contrainte du type $SN_L \geq \underline{SN}$. Le modèle est alors plus complexe puisqu'il faut tenir compte du fait que $\partial e_L / \partial \alpha$ et $\partial e_L / \partial \beta$ sont différentes de zéro.

Références bibliographiques

Ademe (2009), "Lutter contre la précarité énergétique en Europe. Guide de recommandations à l'attention des décideurs politiques", septembre, http://www.fuel-poverty.org/files/WP5_D15_FR.pdf

Borenstein S. (2008), "Equity effects of increasing-block electricity pricing", Center for the study of energy markets, WP, Berkeley.

Commission de Régulation de l'électricité et du gaz (2010), "La faisabilité de l'instauration d'une tarification progressive de l'électricité en Belgique", Bruxelles, juin.

Crampes C. et T.O. Léautier (2012), "Acheteurs réactifs sur le marché de détail", chapitre 9 de "Les régulations électriques" (coordinateur M. Lapeyre), Éditions Lavoisier-Hermes

Faulhaber G.R and W.J. Baumol (1988), "Economists as Innovators : Practical Products of Theoretical Research", *Journal of Economic Literature*, Vol. 26, No. 2 (Jun., 1988), pp. 577-600

Gibbins, A.H. (1894), "The Various Methods of Charging the Public for Electricity from a Central Station," *The Electrical Review*, July 27

Ito K, (2010), "Do consumers respond to marginal or average price? Evidence from nonlinear electricity pricing, EI@Haas, Haas WP 210, Energy Institute at Haas Berkeley.

Meran G. et C. von Hirschhausen (2009), "Increasing Block Tariffs in the water sector. A semi-welfarist approach", DIW Berlin, February.