La politique nationale de tarification du service des déchets ménagers en présence de politiques municipales hétérogènes

Matthieu Glachant

CERNA, Ecole des mines de Paris[1]

Juin 2004

Résumé

Cet article décrit un contexte dans lequel des municipalités sont en charge du choix des instruments de tarification aval du service des déchets ménagers - redevance incitative ou taxe forfaitaire – alors qu'un réglementeur national peut éventuellement imposer une taxe amont sur le contenu en déchet intrinsèque des produits. Le modèle intègre la possibilité pour les ménages de détourner illégalement leurs déchets pour échapper à la redevance incitative. Le point de départ, réaliste, de l'analyse est de supposer qu'une partie des municipalités vont utiliser des taxes forfaitaires inefficaces. Dans ce contexte, quelle est la politique nationale efficace en matière de taxe amont ? Nous montrons qu'elle comporte une taxe amont dont le taux diminue avec le nombre de communes ayant adopté une redevance incitative. En outre, nous établissons que ne pas affecter intégralement les recettes de la taxe amont aux communes conduit à distordre leurs choix tarifaires. Enfin, mous montrons que le détournement illégal des déchets ne pose un problème d'efficacité que quand la redevance incitative a été adoptée par un nombre suffisant de communes.

Mots clé : déchets ménagers, tarification
Classification JEL : H31, H71, Q28

---

[1] Contact : Matthieu Glachant, CERNA, Ecole des mines de Paris, 60, boulevard St Michel, 75772 Paris cedex 06, tel: 0140519229, Email : matthieu.glachant@ensmp.fr. La recherche dont cet article est issu a été financée par la Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

1 Introduction

La tarification du service des déchets ménagers est notoirement inefficace. Pour la désigner, il serait même plus exact d'évoquer une politique de financement tant les instruments sont choisis et paramétrés pour couvrir le coût du service des déchets et non pour inciter les agents à des choix conformes à l'intérêt général. Dans la pratique, le mode de tarification quasi exclusif reste une taxe forfaitaire payée par chaque ménage pour faire collecter et traiter ses déchets. En France, ce forfait prend le plus souvent la forme d'une Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères dont l'assiette - la valeur locative du logement - n'a rien à voir avec le niveau de consommation du service des déchets.

Ces outils conduisent à l'absence quasi-totale d'incitation économique des ménages à réduire leur production de déchet ou à les trier. Or cette réduction à la source est un enjeu majeur des politiques de déchets ménagers. L'ADEME estime l'augmentation annuelle moyenne de la production par habitant à 1,2% ce qui correspond à une augmentation d'environ 12,5 % sur la dernière décennie. Chaque habitant produit maintenant 450 kg d'ordures ménagères par an en moyenne. Et l'exemple des Etats-Unis où la production est de 760 kg est là pour nous rappeler jusqu'où peut nous conduire cette évolution.

Dans ce contexte, une réforme de la tarification du service des déchets ménagers paraît urgente. En simplifiant, deux approches sont proposées dans ce but. Tout d'abord, il est suggéré de mettre en œuvre des redevances incitatives au poids ou au volume de déchets produits. Cette assiette individuelle peut être mesurée via un système de sacs pré-payés, un système de pesée embarquée, ou en laissant les ménages choisir la taille de leur conteneur. En France, quelques municipalités se sont engagées dans cette voie dont la plus importante est Besançon. Dans les pays du Nord de l'Europe, en Belgique, en Suisse, au Japon, en Corée du Sud et aux Etats Unis, c'est une solution d'ores et déjà très répandue. Cet instrument tarifaire est la solution qui ressemble le plus à ce que serait une taxe pigouvienne optimale qui ferait payer le coût social marginal de traitement des déchets à l'émetteur. Mais il souffre d'un inconvénient majeur mis en avant tant par les praticiens sur le terrain que par les économistes théoriciens (Fullerton et Kinnaman, 1995) : la redevance au poids ou au volume peut susciter des comportements illégaux de détournement de flux des déchets - incinération individuelle non contrôlée, dépôt sauvage, etc.

Une seconde approche tarifaire consiste à cibler l'amont du processus de consommation en taxant les producteurs de biens à l'origine des déchets. En effet, les choix de conception des produits effectués par les producteurs ont un impact essentiel sur les quantités de déchet produites. Cette approche amont permet également d'éviter le détournement illégal des déchets. Concrètement, elle prend la forme de taxe sur les produits dont l'assiette reflète le contenu intrinsèque en déchet du bien. En France, le dispositif EcoEmballages–Adelphe fait payer aux industriels conditionneurs une contribution de ce type sur chaque unité d'emballage mise sur le marché qui dépend du type et de la quantité de matériau utilisé pour emballer le produit. Ces taxes amont s'inscrivent souvent dans un cadre juridique plus général dit de Responsabilité Elargie des Producteurs à la post-consommation de leurs produits.

Même si l'exemple de EcoEmballages–Adelphe ou de Besançon montre un début d'évolution en France, la réforme de la tarification reste à faire. Les redevances incitatives ne concernent qu'une poignée de communes. Quant au dispositif du type EcoEmballages-Adelphe, les taux des taxes correspondantes sont encore très faibles (Glachant, 2003). Dans ce contexte, nous développons un modèle d'équilibre partiel de tarification du service des déchets ménagers qui vise à alimenter la réflexion sur ce thème.

La littérature théorique sur la tarification du service des déchets ménagers est en plein développement depuis le milieu des années 1990 et elle fournit d'ores et déjà des réponses. Son point de départ est une méfiance vis-à-vis de la redevance incitative qui incite à la réduction à la source mais aussi au détournement illégal (Fullerton et Kinnaman, 1995). La taxe amont sur les produits permet de contourner cette difficulté. Mais le prix à payer est qu'elle n'incite pas les ménages à la réduction à la source légale – par le compostage individuel, le tri sélectif, etc. En conséquence, la tarification efficace résulte nécessairement d'un compromis ce qui conduit à plaider pour des combinaisons de taxe amont et de redevance incitative aval (Choe et Fraser, 1999). Des modèles complexifient ce schéma de départ en y intégrant la question du recyclage matières comme moyen d'éviter l'élimination d'une partie des déchets ou en raffinant la formalisation des choix de conception des producteurs en amont sans changer fondamentalement le message général sur l'intérêt des combinaisons de taxes amont et de redevances incitatives en aval (voir par exemple Palmer et Walls, 1997 ; Eichner et Pethig, 2001 ; Calcott et Walls 2000).

Tous ces modèles simplifient à l'extrême la dimension institutionnelle du service des déchets ménagers. Les différents tarifs y sont choisis par un réglementeur unique maximisateur bénévole du bien-être social. Dans ce cadre, la prescription qui en découle est la suivante : le réglémenteur national doit imposer la redevance incitative à toutes les communes ; en complément, il doit mettre en place une taxe amont sur les produits dont la fonction est de diminuer les taux des redevances en aval, limitant ainsi les incitations au détournement illégal.

Nous proposons de reprendre cette réflexion dans un contexte institutionnel plus complexe dans lequel la tarification du service des déchets est une responsabilité partagée entre des municipalités en charge des instruments de tarification aval et un niveau national en charge des dispositifs amont. Nous allons nous poser la question suivante. Supposons que pour des raisons diverses – politiques, informationnelles ou autres – le réglementeur ne puisse imposer une généralisation de la redevance incitative telle que le prescrit la littérature. Supposons en outre qu'une partie des municipalités vont continuer à utiliser des taxes forfaitaires. Quelle doit être alors la politique nationale en matière de taxe amont ? L'hypothèse selon laquelle certaines municipalités vont continuer à utiliser des taxes forfaitaires inefficaces pour financer le service de gestion des déchets ménagers est réaliste. Même dans des pays promouvant vigoureusement les redevances incitatives, la taxe forfaitaire y reste très majoritaire. Par exemple, seuls 27 millions d'américains sont soumis à des redevances incitatives. Seule la Corée du Sud a pour l'instant généralisé par la loi l'usage de la redevance incitative.

En matière de taxe amont, le réglementeur dispose de deux variables d'action : le taux de la taxe et la destination des recettes qu'il peut affecter aux communes ou au budget de l'Etat. Nous montrons que la taxe amont optimale a un taux qui diminue avec le nombre de communes ayant adopté une redevance incitative. En outre, nous établissons que ne pas affecter intégralement les recettes de la taxe amont aux communes conduit à distordre leurs choix tarifaires. Enfin, mous montrons que le détournement illégal des déchets ne pose un problème d'efficacité que quand la redevance incitative a été adoptée par un nombre suffisant de communes.

L'article est structuré en quatre parties. La première partie présente les hypothèses générales du modèle. Dans la seconde partie, pour faciliter l'exposition, nous analysons une première version simplifiée sans détournement illégal. Puis la troisième partie développe la version complète avec détournement. Ces deux parties supposent toutes que les recettes de la taxe amont sont reversées aux municipalités. La quatrième partie relâche cette hypothèse. Enfin, nous tirons en conclusion les enseignements de cet exercice de modélisation, en particulier pour la politique française.

2 Les hypothèses générales du modèle

Il s'agit d'un modèle économique ; il prête donc aux acteurs qui y sont décrits - des consommateurs, des producteurs de biens, des maires et un réglementeur national - des comportements rationnels qui ne sont parfois qu'une imparfaite approximation de la réalité particulièrement en matière de déchets ménagers. Nous discuterons donc le réalisme de certaines hypothèses avec soin dans ce qui suit. Les ingrédients de départ du modèle empruntent à Choe et Fraser (1999). Nous considérons tout d'abord une firme concurrentielle représentative qui produit un bien de consommation avec une fonction de coût linéaire $C(q,k) = (c+k)q$ avec q, la quantité de bien produit, $c > 0$ le coût marginal constant de production et $k \geq 0$ le coût marginal que le producteur doit supporter pour réduire la quantité de déchet intrinsèque du bien produit. Par quantité de déchet intrinsèque, nous entendons la quantité de déchet qui résulte de la consommation du bien avant que les consommateurs ne fassent des efforts de réduction à la source évitant que le déchet ne se retrouve dans leur poubelle (par le tri sélectif ou le compostage individuel). C'est en quelque sorte le potentiel "déchet" d'un bien. Concrètement, cela peut correspondre par exemple à la quantité d'emballage pour un produit alimentaire. Cette quantité de déchet intrinsèque est décrite par une fonction $\alpha(k)$. On fait les hypothèses que $0 \leq \alpha(k) \leq 1$, $\alpha' < 0$ et $\alpha'' > 0$. Ainsi cette quantité diminue quand le coût marginal de la réduction à la source augmente et cette réduction à la source par le producteur fait l'objet de rendements décroissants. En fait, le modèle décrit une situation de différenciation produit avec un producteur représentatif qui définit deux attributs du bien, q et k puis qui vend sur un marché concurrentiel. Ce sont des hypothèses classiques de la littérature sur la tarification optimale du service des déchets ménagers. Même si ces hypothèses caricaturent pour une part la réalité, elles ne sont pas totalement irréalistes : la différenciation des produits est une stratégie concurrentielle généralisée dans les secteurs produisant les biens de grande consommation à l'origine des déchets. De plus, sans être parfaitement concurrentiels au sens de la théorie économique, ces marchés sont le lieu d'une compétition très vigoureuse entre producteurs notamment du fait du rôle de la grande distribution.

Les consommateurs sont homogènes. Comme les producteurs, ils peuvent réduire à la source grâce à du compostage individuel, du tri etc. et éviter ainsi qu'une partie des déchets intrinsèques ne se retrouvent dans la poubelle pour être éliminés. Par ailleurs, ils consomment le bien différencié qu'ils achètent sur le marché concurrentiel. Pour diminuer les paiements liés à d'éventuelles redevances incitatives ou pour réduire leur propre effort de réduction à la source, ils peuvent acheter une variété du bien moins riche en déchet. De ce point de vue, nous leur supposons une rationalité leur permettant de faire le lien entre leurs décisions d'achat et la quantité de déchets qu'ils produisent. Là encore, cette hypothèse microéconomique classique est, dans une certaine mesure, caricaturale. Mais l'hypothèse inverse selon laquelle le consommateur n'intègrerait pas dans son comportement d'achat le fait que certains biens vont gonfler sa facture "déchet" l'est tout autant.

Traduisons mathématiquement ces hypothèses de comportement des consommateurs. Excluant à ce stade les paiements monétaires liés à la gestion des déchets, le consommateur représentatif a une fonction d'utilité $U(q, e) = u(q) - v(e)$ avec e le niveau de l'effort de réduction à la source, $e \in [0, \bar{e}]$. L'effort de réduction à la source correspond aux efforts consacrés par le consommateur à la réduction physique de la quantité de déchets à éliminer, à l'achat de matériel de compostage individuel, au temps ou à l'énergie nécessaire pour trier ou composter les déchets. Nous faisons les hypothèses classiques $u' > 0$, $u'' < 0$, $v' > 0$, $v'' > 0$ et $v(0) = 0$.

La quantité de déchet générée par le consommateur est décrite par une fonction $w(q, k, e) = \alpha(k)q - \rho e$, avec $\rho > 0$ un paramètre qui décrit l'effectivité de la réduction à la source par le consommateur. Avec ces hypothèses, la quantité de déchet à éliminer augmente avec la quantité de déchet intrinsèque et diminue avec l'effort de réduction à la source du consommateur. Dans le cas extrême où l'effort de réduction à la source est nul ($e = 0$), on observe que $w(q, k, e = 0) = \alpha(k)q$. Ainsi la quantité de déchet intrinsèque correspond au volume de déchet à éliminer en l'absence de réduction à la source par le consommateur.

Nous supposons que le consommateur a deux options pour se débarrasser de w. Il peut le faire éliminer légalement ce qui occasionne un coût social par unité de déchet constant que nous notons γ. Ce coût inclut les coûts techniques mais aussi les coûts environnementaux de l'élimination que nous supposons donc internalisés. C'est une hypothèse qui ne correspond pas *a priori* à la réalité. Son rôle est simplement d'évacuer du modèle la discussion des politiques visant à internaliser les externalités liées aux activités de traitement et de collecte des déchets. Nous reviendrons sur les conséquences de cette hypothèse sur nos résultats quand, en conclusion, nous discuterons du contexte français.

Le consommateur a également la possibilité de détourner illégalement les déchets. Par exemple, il peut brûler les déchets dans son jardin ; il peut aller les déposer dans la nature, dans la poubelle du voisin ou dans celle de son lieu de travail. Nous supposons que ce détournement exige un effort de sa part. Cette hypothèse est raisonnable ; alors que l'élimination légale ne nécessite que de sortir un conteneur devant la porte de son domicile, détourner les flux exige plus d'organisation, de déplacement et de temps perdu. Mathématiquement, nous faisons l'hypothèse que détourner une unité de déchet suscite un effort (marginal) constant $\delta > 0$.

Nous notons f la proportion de déchets détournée illégalement par un consommateur ($0<f<1$). Nous supposons que le détournement illégal de la fraction $f \cdot w(q,k,e)$ provoque un dommage marginal constant noté ε. La somme $\delta + \varepsilon$ est donc le coût social par unité de déchet "éliminée" illégalement. On suppose $\delta + \varepsilon > \gamma$. Cela signifie que l'élimination illégale induit un coût social marginal plus élevé que l'élimination contrôlée, d'où la nécessité pour l'intérêt général de limiter autant que possible ce phénomène. Par ailleurs, on fait l'hypothèse que $\delta < \gamma$. Cela rend le problème de tarification non trivial puisque si une commune veut tarifer le service d'élimination légale au coût social marginal - comme le réclame l'efficacité économique en l'absence de détournement de flux - cela suscite du détournement illégal. Les communes désirant mettre en œuvre des redevances incitatives devront donc opérer des compromis entre incitation du consommateur à la réduction à la source et incitation au détournement illégal. Au final, les effets environnementaux des déchets ménagers dépendront de k, sélectionné par les producteurs, de e et de f, déterminés par les consommateurs.

Considérons enfin les instruments de tarification disponibles. Trois instruments peuvent être utilisés seuls ou en combinaison. Primo, il est possible d'évaluer et de contrôler la quantité intrinsèque de déchet du bien $\alpha(k)q$ et d'imposer une taxe, notée t, sur cette assiette. Cette taxe sera payée par le producteur. Il est également possible de mesurer $(1-f) \cdot w(q,k,e)$, la quantité de déchet que le consommateur souhaite faire éliminer légalement et d'imposer une redevance incitative sur cette assiette.[2] Nous noterons τ le taux de cette redevance payée par les

[2] Dans le modèle, il n'est pas possible de mesurer le détournement illégal $f.w$ ce qui rend le problème non trivial puisqu'on ne peut tarifer cette élimination à son coût social marginal. Comme Choe et Fraser (1999), on aurait pu faire l'hypothèse qu'il est possible de repérer ce détournement avec une certaine probabilité et sur cette base, mettre en place un système de contrôle et de sanction. Cela aurait complexifié notre propos sans modifier le message général qui résulte de l'analyse.

consommateurs. Enfin, il est possible d'opter pour un financement aval forfaitaire, c'est à dire sans lien direct avec la production individuelle de déchet (du type impôt ou TEOM). Nous noterons y cette taxe forfaitaire payée par les consommateurs.

Le modèle fait l'hypothèse que, conformément à la pratique, la responsabilité du choix des différents instruments de financement est partagée entre le niveau national et le niveau municipal. Au niveau national, un réglementeur maximisateur de bien-être social est en charge du choix de la taxe amont sur le contenu en déchet intrinsèque.

Au niveau municipal, le maire est souverain en matière de choix des instruments "aval" que sont la redevance incitative ou la taxe forfaitaire. Son objectif est de maximiser l'intérêt municipal qui intègre le surplus des consommateurs de la commune et le coût social du traitement des déchets ménagers. En outre, il doit satisfaire une contrainte budgétaire qui égalise le coût social de l'élimination avec les recettes fiscales en provenance des différents instruments de tarification.

Cette dernière hypothèse nécessite une précision à propos de la redevance incitative. Si la redevance est linéaire, la recherche de l'efficacité allocative peut entrer en contradiction avec la contrainte d'équilibre budgétaire dans la mesure où les coûts fixes conduisent le coût marginal à être inférieur au coût moyen. Le modèle suppose que la municipalité règle ce problème en utilisant un tarif non linéaire binomial comportant une partie fixe et une partie variable.[3] Ce type de tarif permet de séparer les deux questions. La partie variable détermine l'efficacité allocative, alors que la partie fixe permet le respect de l'équilibre budgétaire.

Le modèle considère comme une donnée de départ que une proportion β des communes ont choisi la redevance incitative alors que les autres préfèrent (conserver) un système de financement forfaitaire. Les raisons à l'origine du choix de taxes forfaitaires par certaines communes peuvent être bonnes ou mauvaises ; elles ne sont pas modélisées. Le modèle se borne à considérer comme donnée l'existence de taxes forfaitaires dans certaines communes.

Pour terminer la présentation du modèle, la séquence des décisions est la suivante :

1. Le réglementeur choisit le taux de la taxe amont. Il est donc le leader de ce jeu séquentiel.

[3] Dans la pratique, c'est une pratique extrêmement répandue dans les municipalités sous redevance incitative.

2. Les municipalités sous redevance incitative choisissent le taux de la redevance et les municipalité sous régime forfaitaire sélectionnent le montant de la taxe forfaitaire.
3. Les consommateurs et les producteurs prennent leurs décisions de production, de consommation et de réduction à la source.

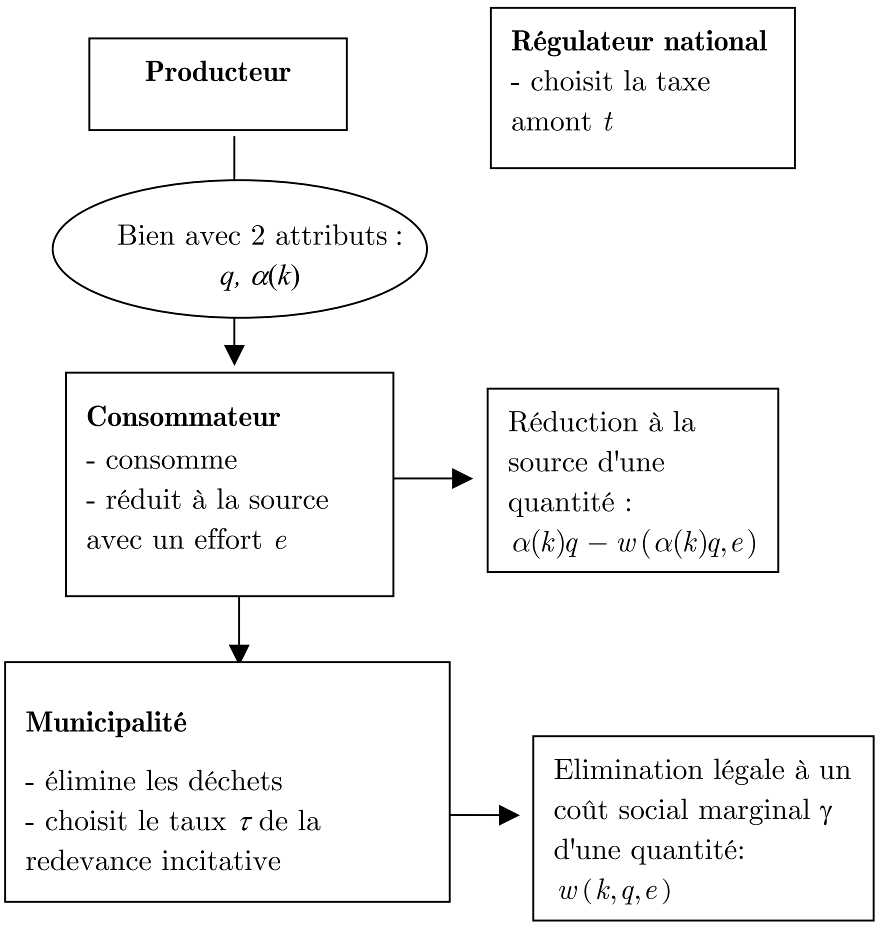
3 Une version sans détournement illégal de flux

Pour faciliter l'exposition, nous allons résoudre le modèle en considérant une première version simplifiée dans laquelle les consommateurs n'ont pas la possibilité de détourner illégalement les flux. Nous allons d'abord analyser les politiques municipales des deux types de communes. Puis nous caractériserons la politique nationale optimale.

3.1 Les communes sous redevance incitative

Avant d'engager l'analyse de la politique municipale de ces communes, la Figure 1 la structure générale du problème auquel elles sont confrontées.

Figure 1 : Le problème tarifaire des communes sous redevance incitative



Nous raisonnons à rebours en considérant dans un premier temps les décisions du producteur et du consommateur représentatif. Le producteur représentatif maximise son profit qui est diminué de la taxe amont sur le contenu en déchet intrinsèque du bien :

$$\max_{q,k} \quad pq - (c+k)q - t\alpha(k)q \; ,$$

On obtient alors les deux conditions définissant implicitement la fonction de réaction du producteur :

$$p = c + k + t\alpha(k) \tag{1}$$

$$\frac{\partial p}{\partial k} = 1 + t\alpha'(k) \tag{2}$$

La première équation (1) établit l'égalisation du prix avec un coût marginal de production qui inclut la taxe marginale amont. Ainsi, la concurrence conduit à ce que la taxe amont est totalement répercutée dans le prix du bien. Dans l'équation (2), le terme $\partial p / \partial k$ reflète le fait que les producteurs sont confrontés à une demande agrégée des consommateurs pour k : ces derniers sont prêts à payer pour un contenu en déchet plus faible car ils sont soumis à une redevance incitative.[4] Considérons maintenant le programme d'optimisation du consommateur:

$$\max_{q,e,k} \quad u(q) - v(e) - pq - \tau \cdot w(q,k,e)$$

Le dernier terme $\tau \cdot w(q,k,e)$ correspond au coût de la redevance incitative. La solution est définie par les trois conditions de premier ordre :

$$u'(q) = p + \alpha(k) \cdot \tau \tag{3}$$

$$v'(e) = \rho \cdot \tau \tag{4}$$

$$\partial p \,/\, \partial k = -\alpha'(k) \cdot \tau \tag{5}$$

En combinant (5) et (2), et en substituant (1) dans (3), ce système d'équation peut se réécrire :

[4] Remarquons que le fait que le prix varie avec une variable de décision du producteur (k en l'occurrence) n'est pas contradictoire avec l'hypothèse de marché est concurrentiel. L'influence de k sur le prix n'est pas due à la décision du producteur mais au fait que la demande agrégée est modifiée. Rappelons qu'il s'agit ici de marchés concurrentiels avec différenciation produit.

$$u'(q) = c + k + \alpha(k) \cdot (t + \tau) \quad (6)$$

$$v'(e) = \rho \cdot \tau \quad (7)$$

$$(t + \tau)\alpha'(k) = -1 \quad (8)$$

Ces trois équations résument la réaction des producteurs et des consommateurs à une taxe amont t et à une redevance incitative τ . Dans la suite, nous noterons $q = q(t,\tau)$, $e = e(t,\tau)$ et $k = k(t,\tau)$, les niveaux de consommation et de réduction à la source amont et aval tels qu'ils sont implicitement définis par (6), (7) et (8). Commentons ces trois équations. La première équation établit que l'utilité marginale du consommateur est égale au coût marginal de production augmentée d'un terme $\alpha(k) \cdot (t + \tau)$ qui correspond au coût marginal fiscal du contenu en déchet intrinsèque $\alpha(k)$. Dans la seconde équation, l'effort marginal de réduction à la source par le consommateur s'égalise avec le bénéfice fiscal marginal de cet effort $\rho \cdot \tau$. Enfin la dernière équation définit implicitement l'intensité de l'effort de réduction à la source du producteur. Cet effort dépend à la fois de la taxe amont et de la redevance incitative via la demande des consommateurs pour des produits moins riches en déchet.

Remarquons que la taxe amont et la redevance incitative n'ont pas les mêmes effets sur les efforts de réduction à la source des producteurs et des consommateurs. En effet, si la première a un effet incitatif sur le producteur, elle n'incite pas les ménages à la réduction à la source. On peut le montrer en différenciant l'équation (8) par rapport à t et τ. On obtient $\partial k / \partial t = \partial k / \partial \tau = (\alpha'(k))^2 / \alpha''(k) > 0$ ce qui signifie que, du point de vue de l'effet incitatif sur le producteur, la taxe amont et la redevance incitative aval sont donc de parfaits substituts. En revanche, la différenciation de (4) donne $\partial e / \partial \tau = \rho / v''(e) > 0$ et $\partial e / \partial t = 0$. Ainsi seule la redevance incite les consommateurs à l'effort. La taxe amont ne les fait participer à la diminution de la quantité de déchet qu'au travers de leur décision d'achat.[5] En l'occurrence, ils achètent des biens moins riches en déchet car ces biens sont moins chers sous l'effet de la taxe amont. Ces résultats sont rassemblés ci-dessous.

[5] Cette différence de comportement de la redevance incitative et de la taxe amont implique la supériorité de la redevance incitative sur la taxe amont quand réduire à la source - ou plus généralement trier ou recycler - exige un effort de la part des ménages et quand les ménages n'ont pas la possibilité de détourner illégalement des déchets. C'est un résultat établi par Choe et Fraser (1999).

Lemme 1 *En l'absence de détournement illégal des déchets et sous l'effet d'une combinaison d'une taxe amont t et d'une redevance incitative τ, on a* $\partial k / \partial t = \partial k / \partial \tau = (\alpha'(k))^2 / \alpha''(k) > 0$, $\partial e / \partial \tau = \rho / v''(e) > 0$ *et* $\partial e / \partial t = 0$.

En revanche, redevance incitative et taxe amont ont exactement la même capacité à réduire la quantité de bien produit et consommé. Pour le montrer, il suffit de différencier l'équation (6) par rapport t et à τ et on obtient le lemme suivant.

Lemme 2 *En l'absence de détournement illégal des déchets et sous l'effet d'une combinaison d'une taxe amont t et d'une redevance incitative τ, on a* $\partial q / \partial t = \partial q / \partial \tau = \alpha(k) / u''(q) < 0$.

La taxe amont vient directement déprimer la consommation via son effet sur le prix alors que la redevance vient réduire la consommation plus indirectement : elle induit un coût supplémentaire au stade de la post-consommation que le consommateur anticipe en achetant un bien moins riche en déchet et en quantité moindre.

Après avoir analysé la réponse des producteurs et des consommateurs à la redevance incitative et à la taxe amont, nous pouvons maintenant analyser le choix de la commune. Pour définir le taux de la redevance incitative, elle maximise une fonction objectif qui s'écrit par hypothèse :

$$\max_{q,e,k} \quad S \equiv [u(q) - v(e) - pq] - [w(q,k,e) \cdot \gamma + \Phi] + t \cdot \alpha(k) q . \tag{9}$$

Le premier terme correspond au surplus du consommateur représentatif auquel on retranche un terme qui décrit le coût social d'élimination du déchet généré par la consommation. Ce second terme inclut le coût fixe Φ de la redevance incitative. Enfin, le dernier terme correspond à la recette de la taxe amont dont on suppose qu'elle est reversée aux municipalités au prorata des sommes payées par les consommateurs de chaque commune. Cette hypothèse est cohérente avec l'idée que la taxe amont est également un instrument de financement de la politique déchet. Nous reviendrons plus loin sur les implications de cette modalité d'utilisation des recettes de la taxe amont.

La municipalité va maximiser (9) sous les contraintes décrivant le comportement des consommateurs et producteurs que l'on note $q = q(t,\tau)$, $e = e(t,\tau)$ et $k = k(t,\tau)$ et sous une contrainte d'équilibre du budget municipal de service des déchets ménagers. La satisfaction de la contrainte budgétaire ne pose pas de problème à partir du moment où le tarif peut être binomial. Il suffira d'imposer une partie fixe équilibrant le coût social de l'élimination avec les recettes en provenant de la redevance et des reversements de taxe amont. On peut substituer les autres contraintes et le prix défini par l'équation (1) dans la fonction objectif de la commune et le programme d'optimisation se résume alors à :

$$\max_{\tau} \quad S = u\left(q(t,\tau)\right) - v\left(e(t,\tau)\right) - \left(c + k(t,\tau)\right) \cdot q(t,\tau) \\ - \left[\gamma \cdot \left(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau)\right)\right]$$

Au passage, on remarque que le dernier terme $t \cdot \alpha(k)q$ a disparu en s'annulant avec un élément du surplus consommateur. La proposition ci-dessous présente alors la solution de ce programme.

Proposition 1 *Le taux de la redevance incitative choisi par le maire dans un contexte dans lequel existe une taxe amont t est donné par :*

$$\tau^*(t) = \mathrm{Max} \quad \left[0, \quad \gamma - \frac{\Omega(q,k) \cdot t}{\Omega(q,k) + \rho^2 / v''(e)}\right] \tag{10}$$

avec $$\Omega(q,k) = -\left[\frac{(\alpha(k))^2}{u''(q)} + \frac{(\alpha'(k))^3 \cdot q}{\alpha''(k)}\right] > 0\,.$$

Démonstration : voir l'annexe.

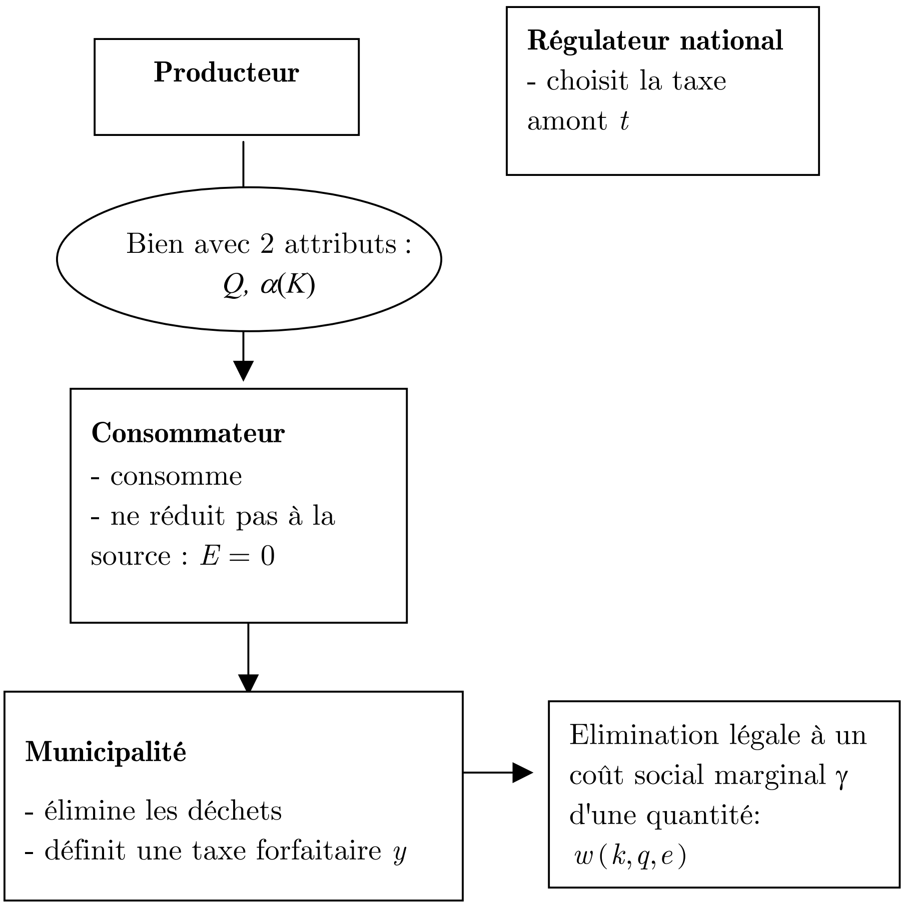
Derrière cette expression,[6] la logique générale est assez simple. Si la taxe amont est très élevée, la redevance incitative n'est pas nécessaire et son taux est donc nul. A des niveaux plus modestes de taxe amont, la redevance incitative vient compléter l'effet incitatif amont. En conséquence, les taux varient en sens opposé : plus la taxe amont est élevée, plus la redevance incitative est faible et inversement. Le cas limite est constitué par une taxe amont à taux nul pour lequel on retrouve une redevance incitative égale au coût social marginal d'élimination. Ce cas limite correspond en fait à une taxe pigouvienne.

[6] Remarquons que l'équation (10) ne résout pas l'équation puisque l'expression de τ fait intervenir q, e, et k qui dépendent aux-mêmes de τ . Cette équation fournit simplement une définition du taux mieux interprétable économiquement.

3.2 Les communes sous taxe forfaitaire

Pour éviter les confusions avec les communes sous redevance incitative, nous noterons maintenant Q la quantité de bien consommée par le consommateur (au lieu de q), $\alpha(K)$ le contenu en déchet du bien (au lieu de $\alpha(k)$), E le niveau de réduction à la source par le consommateur (au lieu de e) et P le prix du bien (au lieu de p). Remarquons immédiatement que, comme la taxe est forfaitaire, le consommateur n'a aucune incitation à réduire à la source. On a donc directement $E = 0$. La situation à analyser est représentée par la Figure 2.

Figure 2 : Le problème tarifaire de la commune sous taxe forfaitaire



Toujours en raisonnant à rebours, quel est le comportement des consommateurs de ces communes et des producteurs leur vendant les biens ? Celui du consommateur représentatif est très différent du cas précédent. Nous avons déjà argumenté qu'il ne faisait aucun effort de réduction à la source ($E = 0$) puisqu'il n'en tire aucun bénéfice financier. En outre, il n'exprime plus de demande pour des biens moins riches en déchet ce qui conduit à modifier le comportement des producteurs en amont. Ecrivons le programme du consommateur. Il se résume à :

$$\max_{Q,K} \quad u(Q) - PQ - y$$

La solution est alors définie implicitement par ces deux conditions :

$$u'(Q) = P \tag{11}$$

$$\partial P / \partial K = 0 \tag{12}$$

Le producteur qui sert la demande correspondante maximise son profit:

$$\max_{Q,K} \quad PQ - (c + K)Q - t\alpha(K)Q\,,$$

ce qui conduit aux deux conditions définissant implicitement la fonction de réaction du producteur :

$$P = c + K + t\alpha(K) \tag{13}$$

$$\partial P / \partial K = 1 + t\alpha'(K) \tag{14}$$

En substituant (14) dans (12) et (13) dans (11), on obtient les deux équations définissant implicitement Q et K en fonction de t et τ :

$$U'(Q) = c + K + t\alpha(K) \tag{15}$$

$$t\alpha'(K) = -1 \tag{16}$$

Contrairement au scénario avec redevance incitative, K ne dépend plus que de la taxe amont t puisque les consommateurs n'expriment plus de demande pour un bien moins riche en déchet.

Dans ce contexte, quel sera le montant de la taxe forfaitaire choisie par la commune ? Comme cette taxe n'a aucun effet sur le comportement des consommateurs et donc des producteurs, l'effet de cette taxe sur l'efficacité est neutre. La commune fixera donc son niveau sur des considérations budgétaires. En l'occurrence, elle choisira le taux qui équilibre le budget du service, soit :

$$y = (\gamma - t) \cdot \alpha(K)Q \qquad (17)$$

3.3 Quel taxe amont va fixer le réglementeur national ?

Il est confronté à une population hétérogène avec deux types de communes. Une proportion β d'entre elles a adopté une redevance incitative alors que les autres sont sous un régime de taxe forfaitaire. Dans ce contexte, le réglementeur cherche à maximiser le bien-être social qui est la somme du bien-être municipal dans les deux communes, pondérée par leur proportion dans la population totale :

$$\begin{aligned}\max_t \quad R(t,\tau) \equiv \beta \cdot [u\,(q(t,\tau)) - v\,(e(t,\tau)) - (c + k(t,\tau)) \cdot q(t,\tau) - \\ \gamma \cdot (\,\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau))] + (1-\beta)[u\,(Q(t)) \\ -(c + K(t)) \cdot Q(t) - \gamma \cdot \alpha(K(t))Q(t)]\end{aligned}$$

Dans cette expression, on conserve les conventions de notation utilisées précédemment. Ainsi $q(t,\tau)$, $e(t,\tau)$, $k(t,\tau)$, $Q(t)$ et $K(t)$ désignent les fonctions de réaction des consommateurs de différentes communes et des producteurs. La résolution de ce programme, effectuée en annexe, conduit alors à la proposition suivante.

Proposition 2 *Dans un contexte de politiques municipales hétérogènes dans lequel une proportion β des communes a adopté une redevance incitative alors que les autres sont sous un régime de taxe forfaitaire, la taxe amont optimale a pour taux :*

$$t^* = \frac{(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K)}{(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K) + \beta \cdot \left[\frac{\Omega(q,k) \cdot \left(\rho^2 / v''(e)\right)}{\Omega(q,k) + \rho^2 / v''(e)}\right]} \cdot \gamma \qquad (18)$$

avec $\Omega(q,k) = -\left[\frac{(\alpha(k))^2}{u''(q)} + \frac{(\alpha'(k))^3 q}{\alpha''(k)}\right]$ et $\Omega(Q,K) = -\left[\frac{(\alpha(K))^2}{u''(Q)} + \frac{(\alpha'(K))^3 Q}{\alpha''(K)}\right] > 0$

L'expression (18) indique que ce taux reflète le coût social marginal d'élimination γ. Par ailleurs, le premier terme est strictement inférieur à un. Cela résulte de la logique de compromis à l'œuvre dans ce dispositif. S'il n'y avait pas de communes sous redevance incitative (β=0), la taxe amont efficace s'égaliserait avec le coût social marginal $[t^*(\beta = 0) = \gamma]$. Mais l'existence d'une proportion β de communes avec des redevances incitatives conduit à réduire ce taux. A défaut, la réduction à la source serait trop importante dans ces communes. Remarquons enfin que ce taux diminue avec β : plus les communes avec un régime aval incitatif sont nombreuses, moins la taxe amont est utile puisque son rôle est de compenser l'absence d'incitation aval de réduction à la source dans les communes sous taxe forfaitaire. A la limite, quand toutes les communes sont sous redevance incitative ($\beta = 1$), la taxe amont n'est plus nécessaire $[t^*(\beta = 1) = 0]$.

4 La politique optimale avec détournement illégal

Cette partie va développer la version complète du modèle. Par rapport à la version précédente, nous introduisons la possibilité pour les consommateurs de se débarrasser illégalement de leurs déchets par des dépôts sauvages, de l'incinération domestique non contrôlée, le dépôt dans les poubelles du voisin ou dans celles disposées dans les aires publiques.

Ces nouvelles hypothèses vont défavoriser la redevance incitative puisque les consommateurs pourront être tentés d'adopter des comportements illégaux pour réduire leur facture "déchet". Dans les communes sous taxe forfaitaire, le détournement de flux - qui réclame un effort δ de la part du consommateur - ne se développera pas puisqu'il n'offre aucun gain au niveau de la facture déchet. Ainsi ces nouvelles hypothèses n'affectent que les communes sous redevance incitative. Nous allons donc considérer les décisions des consommateurs de ces communes, puis la politique municipale de ces mêmes communes. Enfin, nous identifierons la politique nationale.

4.1 Les consommateurs des communes sous redevance incitative

Leur programme de maximisation de surplus s'écrit :

$$\max_{q,e,k,f} \quad U = u(q) - v(e) - pq - [\tau \cdot (1-f) + f \cdot \delta] \cdot w(q,k,e)$$

On observe immédiatement que :

$$\frac{\partial U}{\partial f} = [\tau - \delta] \cdot w(q,k,e)$$

Comme $w > 0$, le signe de cette dérivée partielle n'est pas ambigu. Selon le niveau de la redevance incitative τ par rapport à l'effort marginal de détournement de flux, le consommateur choisira un niveau de détournement décrit par la fonction :

$$f(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{si} \quad \tau \leq \delta \\ 1 & \text{si} \quad \tau > \delta \end{cases}$$

Ainsi, selon le niveau de la redevance incitative, la réaction des pollueurs sera décrite de la manière suivante :

- Si $\tau \leq \delta$, alors $f = 0$. Il n'y a pas de détournement illégal et les ménages maximisent $U = u(q) - v(e) - pq - \gamma \cdot w(q,k,e)$. C'est la même fonction objectif que dans la version précédente sans détournement de flux. La réaction des consommateurs est donc décrite par les trois mêmes conditions (3)-(5).

- Si $f = 1$, il n'y a que de l'élimination illégale. Les ménages maximisent alors $U = u(q) - v(e) - pq - \delta \cdot w(q,k,e)$ et leur réaction est alors décrite par les trois conditions de premier ordre :

$$u'(q) = p + \delta \cdot \alpha(k) \tag{19}$$

$$v'(e) = \delta \cdot \rho \tag{20}$$

$$\partial p / \partial k = -\delta \cdot \alpha'(k) \tag{21}$$

4.2 Les politiques des communes sous redevance incitative

Pour identifier le taux de la redevance incitative, nous conservons les notations de la première version du modèle. Les fonctions de réaction du consommateur implicitement définies dans la section précédente et celles du producteur définis par (1) et (2) sont donc toujours notés: $q = q(t,\tau)$,

$e = e(t, \tau)$ et $k = k(t, \tau)$. Le programme d'optimisation s'écrit alors de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \max_{\tau} \quad & S \equiv u\left(q(t,\tau)\right) - v\left(e(t,\tau)\right) - \left(c + k(t,\tau)\right) \cdot q(t,\tau) \\ & \qquad - \left[\gamma(1-f) + f(\varepsilon + \delta)\right] \cdot \left(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau)\right) \end{aligned} \tag{22}$$

On observe immédiatement que :

$$\frac{\partial S}{\partial f} = \left[\gamma \ - (\varepsilon + \delta)\right] \cdot \left(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau)\right) < 0$$

Atteindre l'optimum municipal implique donc nécessairement $f = 0$. Etant donnée la fonction de réaction des consommateurs, éviter totalement le détournement de flux impose une contrainte sur le niveau de la redevance incitative qui doit rester inférieure à l'effort marginal de détournement de flux $\tau(t) \leq \delta$. Tant que la contrainte est respectée, le consommateur sélectionne un niveau de détournement de flux nul. Il se comporte donc exactement comme le ménage de la version précédente du modèle. Dans ces conditions, on peut réécrire le programme d'optimisation de la commune (22) comme suit :

$$\begin{aligned} \max_{\tau} \quad & S = u\left(q(t,\tau)\right) - v\left(e(t,\tau)\right) - \left(c + k(t,\tau)\right) \cdot q(t,\tau) \\ & \qquad - \gamma\left(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau)\right) \end{aligned} \tag{23}$$

sous la contrainte : $\tau(t) \leq \delta$

La solution variera selon que la contrainte $\tau(t) \leq \delta$ est serrée ou non. Si elle n'est pas serrée, le programme est identique à celui de la version du modèle sans détournement de flux. La municipalité fixe donc la redevance incitative définie par l'équation (18). Si la contrainte est serrée, le réglementeur fixe la redevance $\tau(t) = \delta$. Au final, la solution du programme d'optimisation (22) est décrite dans la proposition ci-dessous.

Proposition 3 *Quand les consommateurs ont la possibilité de détourner illégalement les déchets, la redevance incitative optimale doit rester inférieure à l'effort marginal δ du détournement illégal. Le taux de la redevance optimale est donc donné par l'expression*

$$\tau(t) = \text{Min} \quad \left[\delta, \quad \text{Max}\left(0, \gamma - \frac{\Omega(q,k) \cdot t}{\Omega(q,k) + {}^{\rho^2}\!/_{v''(e)}}\right)\right] \tag{24}$$

avec $$\Omega(q,k) = -\left[\frac{(\alpha(k))^2}{u''(q)} + \frac{(\alpha'(k))^3 \cdot q}{\alpha''(k)}\right] > 0$$

Il n'est pas inutile d'identifier la redevance incitative qui aurait été choisie par le réglementeur, c'est à dire celle qui maximiserait le bien-être national. Cette redevance et celle définie dans la Proposition 3 diverge potentiellement puisque l'objectif de la municipalité et du réglementeur diffèrent. En particulier, la commune ne tient pas compte du surplus des producteurs. En fait, nous allons voir que le fait que la recette de la taxe amont soit affecté aux communes supprime cette divergence d'objectifs. En effet, le réglementeur en charge de la redevance incitative aurait maximisé la fonction :

$$W^* = u(q) - v(e) - (c+k)\cdot q - [\gamma(1-f) + f(\varepsilon+\delta)]\cdot w(k,q,e)$$

En comparant cette fonction avec celle de la municipalité définie par l'équation (22), on observe effectivement qu'elles sont identiques :

$$W^* = S$$

La cause de cette égalité est bien l'affectation de la recette de la taxe amont aux communes. En effet, l'équation (1) permet d'écrire la recette de la taxe amont sous la forme $t\alpha(k)q = (p-c+k)q$, ce qui signifie que la recette est égale au surplus du producteur, taxe exclue. Ainsi, l'affectation de la recette réintègre dans la fonction objectif de la commune le surplus du producteur. Ces développements sont résumés dans une nouvelle proposition.

Proposition 4 *L'affectation des recettes de la taxe amont aux municipalités conduit celles qui sont sous redevance incitative à mettre en place des redevances ayant des taux optimaux du point de vue de l'intérêt général national.*

Qu'advient-il si on relâche cette hypothèse, et en particulier, si cette recette n'est pas reversée aux communes mais vient abonder le budget de l'Etat pour financer d'autres activités ? Nous répondrons à cette question dans la section 5.

4.3 La politique nationale

Rappelons que la politique nationale optimale en l'absence de détournement de flux correspond à une taxe d'un taux t^* définie dans la proposition 2. Or, si cette politique nationale ne sature pas la contrainte qui pèse sur la politique municipale des communes sous redevance incitative ($\tau(t) \leq \delta$), elle reste la politique nationale optimale. Cette situation est très favorable puisqu'elle est identique à la situation idéale de la première version dans laquelle il n'y avait pas de risque de détournement de flux. Elle est définie par l'inégalité :

$$\tau(t^*) \leq \delta \tag{25}$$

Intuitivement, cette situation correspond à un contexte dans lequel la proportion des communes sous redevance incitative est faible. En effet, quand β est faible, le nombre de communes sous taxe forfaitaire est important ce qui légitime une taxe amont au taux élevé pour compenser le déficit d'incitation. La redevance incitative dans les autres communes est donc faible ce qui limite le risque de détournement illégal. En substituant (18) dans (25), on obtient après quelques calculs une expression caractérisant la proportion β^* de communes sous redevances incitatives qui correspond au niveau en deçà duquel le détournement illégal est nul :

$$\frac{\beta^*}{1-\beta^*} = \Omega(Q,K) \cdot \frac{v''(e)}{\rho^2} \cdot \left[\left(\frac{\gamma}{\gamma - \delta} \right) - \frac{\Omega(q,k) + \rho^2 / v''(e)}{\Omega(q,k)} \right] \tag{26}$$

C'est un résultat ayant des implications importantes sur les politiques déchet : tant que la proportion des communes avec redevance incitative est au-dessous de ce seuil, le détournement illégal de flux ne pose pas de problème.[7] En revanche au-delà de ce seuil β^*, les politiques municipales dans les communes sous redevance incitative sont caractérisées par $\tau(t) = \delta$. Dans ce contexte, le réglementeur maximise alors :

$$\begin{aligned} \max_t \quad R(t,\tau) \equiv \beta \cdot [u(q(t,\tau)) - v(e(t,\tau)) - (c + k(t,\tau)) \cdot q(t,\tau) - \\ \gamma(\alpha(k(t,\tau)) \cdot q(t,\tau) - \rho e(t,\tau))] + (1-\beta) \cdot [u(Q(t)) \\ -(c + K(t)) \cdot Q(t) - \gamma \cdot \alpha(K(t)) \cdot Q(t)] \end{aligned}$$

[7] Dans notre modèle, ce résultat est extrêmement tranché puisqu'il n'y a aucun détournement (f=0) si $\beta < \beta^*$. Cela est directement déterminé par l'hypothèse selon laquelle l'effort marginal du détournement illégal est constant. Cela induit des réponses polaires des consommateurs à la redevance incitative: f=1 ou f=0. Avec d'autres hypothèses, plus réalistes, de rendements décroissants dans le détournement illégal, on obtiendrait des résultats moins tranchés mais l'idée générale resterait la même. En revanche, le modèle perdrait en lisibilité.

La solution de ce programme - résolue en annexe - est alors :

$$t^* = \gamma - \frac{\beta \cdot \Omega(q,k)}{\beta \cdot \Omega(q,k) + (1-\beta) \cdot \Omega(Q,K)} \cdot \delta \tag{27}$$

Commentons brièvement cette expression. Tout d'abord, on observe que ce taux diminue quand l'effort marginal du détournement augmente. En effet, un effort marginal élevé permet d'augmenter le taux de la redevance incitative aval sans détournement illégal. Cela conduit alors à la diminution du taux de la taxe amont. En outre, ce taux diminue avec la proportion β de communes sous redevance incitative. En effet, cela correspond à une diminution de la part des communes sous taxe forfaitaire, exigeant de ce fait un taux élevé en amont.

Ensuite, il est intéressant d'étudier le cas particulier dans lequel toutes les communes sont sous redevance incitative ($\beta = 1$). L'équation (27) devient $t^*[\beta = 1] = \gamma - \delta$. Ainsi dans un contexte de redevance incitative généralisée, une taxe amont reste nécessaire. Elle vient exactement compenser l'écart entre le coût social marginal d'élimination et le taux de la redevance incitative, lui même égal à l'effort marginal de détournement de flux. L'autre cas extrême dans lequel aucune commune n'est sous redevance incitative est également intéressant puisqu'il correspond approximativement au contexte français actuel. Dans ce cas, on a une taxe égale au coût social marginal de l'élimination légale $t^*[\beta = 0] = \gamma$.

Les résultats de cette analyse sont résumés dans la proposition ci-dessous.

Proposition 5 *Dans un contexte de politiques municipales hétérogènes dans lequel seule une proportion β des communes ont adopté une redevance incitative et dans lequel les consommateurs ont la possibilité de détourner illégalement les déchets, le taux de taxe amont optimale dépend de manière cruciale de la proportion β de communes sous redevance incitative :*

- *Si cette proportion est inférieure à un certain seuil β^* définie par l'équation (26), alors la politique optimale est identique à une situation idéale sans possibilité de détournement illégal de flux. Le taux de la taxe est alors égal à :*

$$t^* = \frac{(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K)}{(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K) + \beta \cdot \left[\frac{\Omega(q,k) \cdot \left(\rho^2 / v''(e) \right)}{\Omega(q,k) + \rho^2 / v''(e)} \right]} \cdot \gamma$$

- *Si $\beta > \beta^*$, la redevance incitative dans les communes concernées à un taux égal à δ l'effort marginal de détournement illégal pour éviter le détournement Dans ce contexte, la taxe amont a alors un taux :*

$$t^* = \gamma - \frac{\beta \cdot \Omega(q,k)}{\beta \cdot \Omega(q,k) + (1-\beta) \cdot \Omega(Q,K)} \cdot \delta$$

Finalement, dans le cas extrême où toutes les communes sont sous redevance incitative une taxe amont reste nécessaire. Son taux est égal à la différence entre le coût social marginal d'élimination et le taux de la redevance : $t^* = \gamma - \delta$ *.*

5 Comment utiliser les recettes de la taxe amont ?

Nous avons supposé jusque là que les recettes de la taxe amont étaient reversées aux communes. Mais d'autres choix sont possibles. En particulier, les recettes peuvent alimenter le budget général de l'Etat pour être utilisé à d'autres fins, notamment à l'allègement de la fiscalité distorsive dans une logique de double dividende. Nous avons développé un modèle d'équilibre partiel qui décrit finement la gestion des déchets ménagers mais laisse dans l'ombre le reste de l'économie. Cela limite de facto sa capacité à analyser sérieusement l'efficacité économique de choix d'utilisation de la recette dans des usages non directement liés aux déchets. On peut toutefois développer une première analyse en caractérisant les effets qu'aurait la non-affectations de la recette aux communes *sur la gestion des déchets ménagers*. Pour cela, il nous faut considérer les conséquences de la non affectation sur la politique municipale des communes sous taxe forfaitaire, et sur celle des communes sous redevance incitative. Considérons successivement ces deux questions.

Pour les communes sous taxe forfaitaire, l'absence de ressources financières en provenance de la taxe amont va simplement les conduire à augmenter la taxe budgétaire pour équilibrer le budget municipal du service des déchets.[8] Mais cela sera sans effet sur l'efficacité de la gestion des déchets ménagers puisque le caractère forfaitaire de la tarification supprime tout lien entre tarification et gestion.

Concernant les communes sous redevance incitative, rappelons que le respect de l'équilibre budgétaire leur impose un tarif binomial. L'absence de

[8] En l'occurrence, elle fixeront une taxe forfaire $y = \gamma \cdot \alpha(K)Q$

recette imposera une augmentation de la part fixe pour couvrir le budget municipal selon une logique similaire à celle que nous venons de décrire pour les municipalités sous régime forfaitaire. Mais au delà, la non-affectation va aussi conduire les communes à réviser le taux de la part variable du tarif, c'est à dire le taux de la redevance incitative. On peut le montrer sans analyse mathématique en considérant la fonction objectif de la municipalité représentative dans un contexte sans affectation. Elle est égale à :

$$S - t \cdot \alpha(k)q\,,$$

avec S représentant la fonction objectif de la municipalité dans le scénario avec affectation des recettes. Ainsi, la fonction objectif est diminuée d'un terme $t \cdot \alpha(k)q$ par rapport à la situation de référence dans laquelle la commune bénéficie de la recette de la taxe amont. La commune va alors être incitée à mettre en place une redevance incitative qui réduit $t \cdot \alpha(k)q$, ou plus précisément $\alpha(k)q$ puisque t relève du réglementeur national. Cela revient à chercher à réduire q et/ou à augmenter k.. D'après les lemmes 1 et 2, cela requiert d'augmenter le taux de la redevance incitative. Au final, elles choisiront donc des taux plus élevés que le cas de référence avec affectation de la recette aux communes.[9] La Proposition 4 avait montré que l'affectation assurait la conformité des taux des redevances incitatives avec l'intérêt général national. A contrario, la non affectation conduit donc les redevances incitatives à ne plus être socialement optimales.

Ces développements conduisent alors la formulation d'une dernière proposition.

Proposition 6 *Dans l'hypothèse où la recette de la taxe amont n'est pas reversée aux communes au prorata des quantités consommées par leurs administrés, les communes sous redevance incitative fixent des taux de redevance trop élevés par rapport au niveau socialement optimal.*

En fait, cette proposition conduit plutôt à une conclusion générale négative sur la non-affectation. Son seul avantage est de faciliter la diffusion de la redevance incitative. Mais cette diffusion peut être obtenue par d'autres moyens (communication, voire réglementation) qui n'auront pas d'effet négatif sur les taux des redevances incitatives.

[9] En fait, les calculs non reproduits ici montrent que la redevance sera $\tau = \delta$.

5 Conclusion et implications pour la politique française

Cet exercice prend comme donnée de départ que les communes sont souveraines en matière de tarification aval du service des déchets et qu'une partie d'entre elles (en proportion β) continueront sur le court-moyen terme à utiliser des instruments forfaitaires pour financer le service de gestion des déchets ménagers. Comme nous l'avons argumenté en introduction, c'est un point de départ réaliste pour de nombreux pays, dont la France. Dans ce contexte, nous avons cherché à identifier la taxe amont efficace. Le modèle établit que cette politique est son taux dépend fondamentalement de la proportion de communes sous redevance incitative. Tant que cette proportion est inférieure à un certain seuil β^*, le taux reflète le coût social marginal d'élimination mais lui est inférieur car il existe déjà des redevances incitatives dans certaines communes. Au-delà de ce seuil, la taxe amont reflète le coût social d'élimination diminué d'un terme dans lequel intervient l'effort marginal de détournement illégal de flux de déchet. Dans tous les cas, ce taux diminue avec la proportion des communes sous redevance incitative ce qui est conforme à une logique dans laquelle la taxe amont vient compenser le déficit d'incitation en aval.

Le modèle montre également que ne pas affecter intégralement les recettes de la taxe amont aux communes conduit à distordre les choix tarifaires des communes sous redevance incitative. Enfin, nous montrons que le détournement illégal des déchets ne pose un problème d'efficacité que quand la redevance incitative a été adoptée par un nombre suffisant de communes.

Quelles sont les leçons de cet exercice pour la politique française ? Le modèle a moins été développé pour analyser la situation française que pour combler une lacune dans la littérature. Il peut toutefois fournir des enseignements utiles. Tout d'abord, l'analyse suggère qu'il convient de ne pas d'opposer la taxe amont sur les produits - et plus généralement le principe de responsabilité élargie du producteur, la REP - à la redevance incitative aval. Les deux approches ne sont pas substituables mais complémentaires. La redevance incitative est irremplaçable car elle est le seul instrument à inciter les ménages à réduire à la source et à trier - la taxe amont n'a d'influence que sur leur comportement d'achat via le prix des biens. La taxe amont est essentielle car elle vient compenser à la fois l'absence totale d'incitation à la prévention dans les communes sous taxe forfaitaire mais aussi l'incitation réduite des redevances incitatives dont le taux doit être modéré pour éviter le développement du détournement illégal des déchets.

Les implications plus précises pour la politique française dépendent ensuite de la valeur du paramètre β qui décrit la proportion de communes sous redevance incitative. En France, cette proportion tend à priori vers zéro. En effet, les redevances incitatives relèvent nécessairement du régime juridique des Redevances d'Enlèvement des Ordures Ménagères. En 2001, environ 7,6 millions d'habitants soit 12,3% de la population était soumis à une REOM. Mais la plupart des REOM ne sont pas incitatives. L'association AMORCE a récemment enquêté sur un échantillon limité de 40 communes de la Région Rhône-Alpes pratiquant la REOM (2001). Seule une commune de l'échantillon utilisait une REOM dont l'assiette était incitative (la taille du conteneur).

La redevance incitative est donc une réalité marginale en France. La littérature économique sur la tarification des déchets ménagers a largement démontré l'inefficacité de cette situation et plaide pour des politiques vigoureuses de promotion des redevances incitatives. Dans l'attente d'une généralisation des redevances incitatives, notre modèle préconise une taxe amont ayant un taux très proche du coût social marginal de l'élimination légal : $t^*[\beta \to 0] \to \gamma$.

Cela correspond-il à la pratique actuelle ? Nous nous limiterons à avancer quelques éléments de réponse concernant les déchets d'emballages. Dans ce domaine, une "taxe" amont est en place sous la forme du barème amont de EcoEmballages. Comparer les taux de ce barème avec le coût social marginal du traitement des déchets n'est pas possible faute notamment d'une connaissance fiable des coûts externes. Mais un raisonnement simple suffit à montrer que ces taux sont pour l'instant trop faibles. Pour l'essentiel, les contributions EcoEmballages sont transférées aux communes pour financer le service des déchets ménagers. D'après l'ADEME, ces aides couvrent environ 37% du coût de collecte et de traitement des déchets d'emballage ménagers (ADEME, 2002). Comme par ailleurs ce coût de collecte et de traitement n'intègre qu'une partie des coûts externes, il conviendrait donc de procéder au minimum à un triplement des taux du barème amont pour refléter le coût social du traitement.

Avec des taxes plus élevées que les taxes actuelles, le taux de la redevance incitative dans les communes pionnières serait alors plus faible puisqu'il varie inversement avec le taux de la taxe amont et les problèmes de détournement illégal seraient plus limités. Pour les mêmes raisons, l'analyse suggère que les éventuels problème de détournement illégal observés dans la situation actuelle ont pour origine des taxes amont trop faibles, ce qui conduit les municipalités pionnières à des redevances incitatives ayant des taux trop élevés.

Pour résumer, le message général du modèle est le suivant : la priorité en France est de multiplier les taxes amont pour les différents biens à l'origine de déchets ménagers et de renchérir les taux des dispositifs existants. Cela permettra à la fois de compenser le déficit d'incitation lié au très grand nombre de communes sous taxe forfaitaire et de limiter les problèmes de détournement illégal dans les communes pionnières en matière de redevance incitative.

Références

[1] ADEME (2002) Niveau de prise en charge des coûts par les sociétés agrees, note du 4 novembre 2002, Département Techniques des Déchets

[2] AMORCE (2001) Financement du Service Public de Gestion des Déchets Ménagers, étude réalisée pour le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, 43 p.

[3] Calcott P, Walls M. (2000) "Can downstream waste disposal waste policies encourage upstream "Design for the Environment" ", *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 90, pp 233-37

[4] Choe C., Fraser I. (1999) "An economic analysis of household waste management", *Journal of Environmental Economics and Management*, 38, pp 234-246

[5] Eichner T., Pethig R. (2001) "Product design and efficient management of recycling and waste treatment", *Journal of Environmental Economics and Management*, 41, pp 109-34

[6] Fullerton D., Kinnaman T.C. (1995) "Garbage, recycling and illegal burning or dumping", *Journal of Environmental Economics and Management*, 29, pp 78-91

[7] Glachant M. (2003) "La réduction à la source des déchets ménagers : pourquoi ne pas essayer la tarification incitative ?" *Annales des Mines – Responsabilité et Environnement*, 29, janvier, pp 58-72

[8] Palmer K., Walls M. (1997) "Optimal policies for solid waste disposal taxes, subsidies, and standards", *Journal of Public Economics*, 65, pp 193-205

Annexe

Démonstration de la Proposition 1
Il s'agit de résoudre le programme :

$$\max_{\tau} \quad S(t,\tau) = u\left(q(t,\tau)\right) - v\left(e(t,\tau)\right) - \left(c + k(t,\tau)\right) \cdot q(t,\tau) \\ -\gamma\left(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau)\right)$$

La condition de premier ordre s'écrit :

$$\begin{aligned} \frac{\partial S(t,\tau)}{\partial \tau} &= \frac{\partial q}{\partial \tau}\left[u'(q) - (c + k) - \gamma \cdot \alpha(k)\right] \\ &\quad - \frac{\partial k}{\partial \tau}\left[1 + \gamma \cdot \alpha'(k)\right]q - \frac{\partial e}{\partial \tau}\left[v'(e) - \gamma \cdot \rho\right] = 0 \end{aligned} \tag{A.1}$$

Nous utilisons ensuite le théorème de l'enveloppe pour substituer dans cette condition les équations définissant la réaction du consommateur. La substitution de (1) dans (3) donne $u'(q) = c + k + \alpha(k) \cdot (\tau + t)$. Substituons cette équation, (4) et (8) dans la condition (A.1). On obtient :

$$\frac{\partial S(t,\tau)}{\partial \tau} = \left(\alpha(k)\frac{\partial q}{\partial \tau} + \frac{\partial k}{\partial \tau}\alpha'(k)q\right)\left[t + \tau - \gamma\right] - \frac{\partial e}{\partial \tau}\left[\tau - \gamma\right]\rho = 0 \tag{A.2}$$

On peut alors substituer les dérivées partielles des fonctions de réaction fournies par les lemmes 1 et 2 dans la condition (A.2) et on obtient :

$$\left[t + \tau - \gamma\right] \cdot \left[\tfrac{(\alpha(k))^2}{u''(q)} + \tfrac{(\alpha'(k))^3 \cdot q}{\alpha''(k)}\right] - \left[\tau - \gamma\right] \cdot \rho^2 / v''(e) = 0$$

ce qui peut se réécrire $\tau = \gamma - \dfrac{\Omega(q,k)}{\Omega(q,k) + {}^{\rho^2}\!/_{v''(e)}} \cdot t$,

avec $\Omega(q,k) = -\frac{(\alpha(k))^2}{u''(q)} - \frac{(\alpha'(k))^3 \cdot q}{\alpha''(k)} > 0$.

Démonstration de la proposition 2
Considérons le programme d'optimisation :

$$\begin{aligned} \max_{t} \quad & R(t,\tau) \equiv \beta[u\left(q(t,\tau)\right) - v\left(e(t,\tau)\right) - \left(c + k(t,\tau)\right) \cdot q(t,\tau) \\ & -\gamma\left(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau)\right)] + (1 - \beta)[u\left(Q(t)\right) \\ & \qquad -(c + K(t)) \cdot Q(t) - \gamma(1 + \lambda)\alpha(K(t))Q(t)] \end{aligned}$$

La condition de premier ordre s'écrit :

$$
\begin{aligned}
&\frac{\partial R(t,\tau)}{\partial t} = \beta \cdot \frac{\partial q}{\partial t}[u'(q) - (c+k) - \gamma \cdot \alpha(k)] \\
&-\beta \frac{\partial k}{\partial t}[1 + \gamma \cdot \alpha'(k)]q + (1-\beta)\frac{\partial Q}{\partial t}[u'(Q) - (c+K) - \gamma \cdot \alpha(K)] \\
&-(1-\beta)\frac{\partial K}{\partial t}[1 + \gamma \cdot \alpha'(K)]Q = 0
\end{aligned}
\tag{A.3}
$$

Les lemmes 1 et 2 nous informent que $\partial q / \partial t = \partial q / \partial \tau = \alpha(k) / u''(q)$ et $\partial k / \partial t = \partial k / \partial \tau = (\alpha'(k))^2 / \alpha''(k)$. Par ailleurs, la substitution de (44) dans (46) et la différenciation de l'équation ainsi obtenue conduit à $\partial Q / \partial t = \alpha(K) / u''(Q) < 0$. La différenciation de $t\alpha'(K) = -1$ conduit à $\partial K / \partial t = (\alpha'(K))^2 / \alpha''(K)$. En substituant toutes ces dérivées partielles dans (A.3), on obtient :

$$
\begin{aligned}
&\frac{\partial R(t,\tau)}{\partial t} = \beta \frac{\alpha(k)}{u''(q)}[u'(q) - (c+k) - \gamma \cdot \alpha(k)] - \beta \frac{(\alpha'(k))^2}{\alpha''(k)}[1 + \gamma \cdot \alpha'(k)]q \\
&+(1-\beta)\frac{\alpha(K)}{u''(Q)}[u'(Q) - (c+K) - \gamma \cdot \alpha(K)] - (1-\beta)\frac{(\alpha'(K))^2}{\alpha''(K)}[1 + \gamma \cdot \alpha'(K)]Q
\end{aligned}
$$

On peut ensuite opérer quelques substitutions en utilisant les équations définissant la réaction des consommateurs. Cela conduit à :

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial R(t,\tau)}{\partial t} &= \beta \cdot \left[\frac{\alpha(k)^2}{u''(q)} + \frac{(\alpha'(k))^3 \cdot q}{\alpha''(k)}\right] \cdot [t + \tau - \gamma] \\
&+(1-\beta) \cdot \left[\frac{\alpha(K)^2}{u''(Q)} + \frac{(\alpha'(K))^3}{\alpha''(K)}\right] \cdot [t - \gamma] = 0
\end{aligned}
\tag{A.4}
$$

Enfin, posons :

$$
\Omega(q,k) = -\left[\frac{\alpha(k)^2}{u''(q)} + \frac{(\alpha'(k))^3 \cdot q}{\alpha''(k)}\right] \quad \text{et} \quad \Omega(Q,K) = -\left[\frac{\alpha(K)^2}{u''(Q)} + \frac{(\alpha'(K))^3}{\alpha''(K)}\right]
$$

Après quelques manipulations algébriques, on obtient alors :

$$
t = \frac{(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K)}{(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K) + \beta \cdot \dfrac{\Omega(q,k) \cdot \left(\rho^2 / v''(e)\right)}{\Omega(q,k) + \left(\rho^2 / v''(e)\right)}} \cdot \gamma
$$

Démonstration de la proposition 5

Le programme d'optimisation à résoudre est le suivant :

$$\max_t \quad R(t,\tau) \equiv \beta[u(q(t,\tau)) - v(e(t,\tau)) - (c + k(t,\tau)) \cdot q(t,\tau) - \gamma(\alpha(k(t,\tau))q(t,\tau) - \rho e(t,\tau))] + (1-\beta)[u(Q(t)) - (c + K(t)) \cdot Q(t) - \gamma \cdot \alpha(K(t))Q(t)]$$

Il est quasi identique à celui de la proposition 3 si ce n'est que δ remplace τ. On peut donc directement substituer δ dans (A.4). On obtient alors :

$$\beta \cdot \Omega(q,k) \cdot [t + \delta - \gamma] = -(1-\beta) \cdot \Omega(Q,K) \cdot [t - \gamma]$$

On transforme facilement cette expression pour obtenir le taux de la taxe amont :

$$t^* = \gamma - \frac{\Omega(q,k) \cdot \beta}{\Omega(q,k) \cdot \beta + \Omega(Q,K) \cdot (1-\beta)} \cdot \delta$$