

Une évaluation ex post de l'impact de la tarification incitative sur les déchets ménagers en France

Matthieu Glachant*, Robin Noyelle†, Patricia Sala‡

Abstract

La tarification incitative (TI) est un instrument utilisé par les municipalités pour encourager les ménages à diminuer leur production de déchets non triés et à augmenter leur effort de tri. Elle consiste à faire dépendre le montant de la facture "déchets" payée par chaque foyer de la quantité de déchets qu'il produit. Nous proposons une évaluation ex post de cet outil en utilisant des données décrivant 600 intercommunalités observées sur la période 2009-2016. Nous estimons que la mise en place d'une tarification incitative a permis de réduire la production d'OMR de 26%, d'augmenter de 24% les quantités d'emballages et papiers triés et de 9% celles du verre. En outre, ces effets débutent un an avant sa mise en oeuvre effective, suggérant des comportements d'anticipation.

Keywords: déchets ménagers, évaluation de politique publique, régression sur données de panel

JEL Codes: C31, C33, C55, Q53, R28

*CERNA—Centre d'économie industrielle, i3 UMR CNRS MINESParisTech, PSL Research University

†CERNA—Centre d'économie industrielle, i3 UMR CNRS MINESParisTech robin.noyelle[at]mines-paristech.fr

‡CERNA—Centre d'économie industrielle, i3 UMR CNRS MINESParisTech, PSL Research University patricia.sala[at]mines-paristech.fr

1 Introduction

La France a promulgué en février 2020 une loi relative à la lutte contre le gaspillage et à la promotion de l'économie circulaire. Parmi ses objectifs figurent la diminution de 15% de la production annuelle de déchets ménagers et assimilés (DMA) d'ici 2030 ainsi qu'un taux de recyclage du plastique de 100% d'ici 2025. La législation en vigueur offre la possibilité aux municipalités de mettre en oeuvre une tarification incitative. Cet instrument consiste à introduire une part variable proportionnelle à la quantité de déchets non triés effectivement produite, l'autre partie de la facture payée par les ménages étant forfaitaire. En théorie, elle a donc pour effet d'inciter les habitants à réduire leurs déchets non triés en triant davantage, en compostant pour ceux qui le peuvent, en réduisant leurs achats d'objets produisant beaucoup de déchets (emballages non recyclables par exemple) ou, éventuellement, en se débarrassant de manière illégale de leurs déchets (déchets sauvages).

Cet article présente une évaluation ex post de l'impact de la tarification incitative des déchets ménagers en France sur les quantités de déchets recyclables (emballages et papiers, verre, déchetteries) et non recyclables (ordures ménagères résiduelles(OMR)) ainsi que sur les coûts associés au service de gestion de ces déchets. Nous disposons de données historiques relatives aux déchets gérés par les structures intercommunales¹, fournies par l'Ademe, sur la période 2009-2016 ainsi que des données socio-économiques de l'Insee. Nous utilisons la structure longitudinale des données en proposant un modèle à effets fixes individuels et départements-années. Nous identifions que la mise en place d'une tarification incitative entraîne en moyenne une diminution de 65 kg/hab/an des quantités d'OMR collectées (-26%) et une augmentation de 11 et 3,2 kg/hab/an (respectivement +24% et +9%) des quantités d'emballages et papiers et de verre collectées sur la période 2009-2016.

Depuis l'article fondateur de Fullerton and Kinnaman [1995], l'impact de la tarification incitative a déjà fait l'objet de multiples évaluations à l'étranger (par exemple en Corée du Sud (Sakai et al. [2008]), au Japon ([Usui and Takeuchi, 2014]), aux Pays-Bas (Allers and Hoeben [2010]) et plus récemment en Italie ([Bueno and Valente, 2019])) mais également en France (Gatier [2016]). Nos résultats sont cohérents avec cette littérature et plus particulièrement avec l'évaluation ex post de Gatier [2016] qui a étudié l'impact de la tarification incitative pour 57 structures intercommunales françaises ayant implémentées cette mesure en 2012 ou 2013 au moyen d'une méthode d'appariement. L'auteur identifie une baisse de 67 kg/hab des quantités d'OMR et une hausse des quantités d'emballages et papiers de 14 kg/hab/an. Notre échantillon est près de deux fois plus important et notre analyse s'étend

¹Une structure intercommunale est une structure de coopération entre communes. Cette catégorie regroupe les syndicats de communes, les communautés de communes, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération et les syndicats d'agglomération nouvelle.

aux coûts du service public de gestion de ces déchets.

Nous montrons que la mise en place d'une tarification incitative a un effet significatif sur les coûts effectivement supportés par les intercommunalités seulement pour le flux OMR : une diminution de 5,67 €/hab/an (-10%). En revanche, le coût hors subvention de gestion des déchets ne varie pas avec l'implémentation d'une tarification incitative pour les OMR, mais augmente de respectivement 3,0 €/hab/an (+17%) et de 0,34 €/hab/an (+12%) pour les emballages et papiers et pour le verre. Enfin, un des résultats majeurs de notre évaluation est la mise en évidence de l'effet de cet instrument un an avant sa mise en oeuvre effective, suggérant des comportements d'anticipation de la part des ménages.

L'article est organisé comme suit : la partie 2 présente les données utilisées. La partie 3 porte sur les modèles utilisés et les résultats de l'analyse économétrique en ce qui concerne les quantités de déchets produits. La partie 4 présente le modèle utilisé et les résultats de l'analyse économétrique relative aux coûts avec et hors subventions. La dernière partie interprète et discute les résultats obtenus.

2 Données

Pour mener cette évaluation, nous avons collecté des données historiques relatives aux déchets gérés par les structures intercommunales sur la période 2009-2016 auprès de l'Ademe ainsi que des données socio-économiques de l'Insee relatives aux ménages et aux intercommunalités. En particulier, nous avons accès aux quantités collectées et aux coûts de gestion du service pour quatre flux de déchets : les déchets issus des déchetteries, les emballages et papiers, le verre ainsi que les OMR. Nous disposons également du mode de financement associé à chaque service : taxe ou redevance d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM/REOM) incitative ou non ².

Le service de gestion des déchets ménagers est actuellement financé majoritairement par deux outils : la taxe d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM) et la redevance d'enlèvement des ordures ménagères (REOM). Si la REOM doit obligatoirement couvrir le coût du service rendu aux habitants, ce n'est pas le cas pour la TEOM, la différence pouvant être pourvue par le budget général de l'intercommunalité. Pour ces deux outils, le montant effectivement payé par les habitants dépend essentiellement de la valeur locative des logements et peut être modulé par le nombre de personnes par ménage. Du point de vue du citoyen, il n'y a donc aucune incitation financière à réduire ses déchets. La tarification

²L'information du mode de financement pose des difficultés car il arrive que nous ayons pour certains maîtres d'ouvrages une indication de la présence à la fois d'une REOM et d'une REOM incitative. Cela peut-être dû à des fusions d'acteurs et à des uniformisations encore en cours, ou bien à des erreurs dans le report des données. Ces collectivités sont exclues de l'analyse.

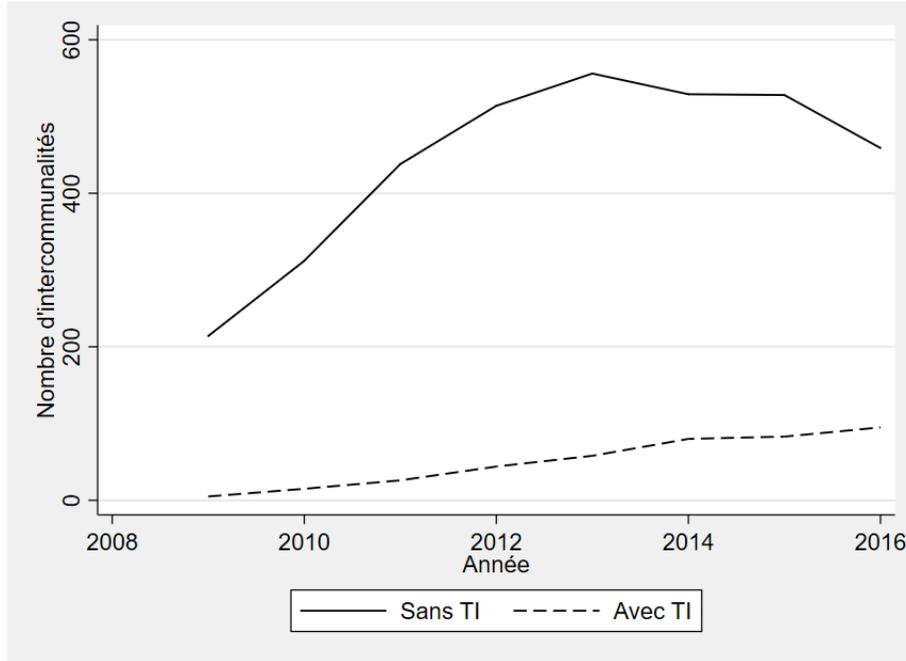
incitative offre alors la possibilité aux intercommunalités d'introduire une part variable dans la TEOM/REOM qui dépend de la quantité de déchets non triés produits (OMR), les déchets recyclables triés restant non soumis à tarification. Les collectivités en tarification incitative ont en majorité choisi une tarification au nombre de levées de bac de déchets non triés mais d'autres systèmes existent (au poids ou au volume). En 2017, 5 millions d'habitants répartis sur 180 intercommunalités parmi les 1 200 existantes sont couverts par cet instrument (Ademe [2019]). La question des coûts pour les municipalités, qui n'a pas fait l'objet à notre connaissance d'une évaluation ex post, apparaît comme un élément de compréhension qui pourrait faire changer d'échelle la mise en œuvre de la tarification incitative.

Entre 30% (premières années : 2009-2010) et 60% (dernières années : 2015-2016) de la population française est représentée dans notre base. Le fait pour une intercommunalité d'être présente dans cette base dépend du choix qu'elle fait de l'utilisation d'un outil fourni par l'Ademe pour l'aider à gérer ses déchets, en particulier à maîtriser les coûts associés à ce service. Il y a donc un risque de biais de sélection associé à nos données. Cependant, une proportion suffisamment importante de la population française étant de fait représentée dans cette base, le biais de sélection sera probablement limité. Par ailleurs, comme nous le montrerons dans la suite, nous proposons un modèle où nous contrôlons un certain nombre de variables socio-économiques. Pour ces deux raisons, nous pouvons supposer que le biais de sélection dans le résultat final sera faible.

La figure 1 illustre la variation du nombre d'intercommunalités en tarification incitative ou non dans notre échantillon sur la période étudiée. Le nombre de mises en oeuvre d'une tarification incitative sur la période passe de 5 en 2009 à 95 en 2016. Comme on l'observe, le nombre d'intercommunalités n'ayant pas mis en place une tarification incitative croît jusqu'en 2013 avant de décroître. Plusieurs effets sont à l'oeuvre. D'abord, le nombre d'intercommunalités qui utilisent l'outil fourni par l'Ademe croît au cours du temps, notamment jusqu'en 2013. A partir de 2013, en plus du nombre croissant d'intercommunalités qui adoptent une tarification incitative, on observe une fusion de certaines intercommunalités, phénomène qui s'accroît en 2016 à la suite de la promulgation de la loi portant la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRE) en 2015. Dans notre échantillon, la population couverte par une tarification incitative ne fait que croître au cours du temps pour atteindre 3 millions d'habitants en 2016. La population n'étant pas couverte par cet instrument croît quant à elle jusqu'en 2013 avant de stagner jusqu'en 2016 (évolution non présentée ici).

Les tables 1 et 2 présentent des statistiques descriptives sur les deux variables d'intérêt, respectivement les quantités de déchets produits et les coûts supportés par les intercommunalités pour les quatre flux étudiés (déchets collectés en déchetteries, emballages et papiers,

Figure 1: Variation du nombre d'intercommunalités avec et sans tarification incitative



verre et OMR).

Table 1: Statistiques descriptives des quantités collectées par flux (kg/hab/an)

Flux	Avec tarification incitative		Sans tarification incitative	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Déchetterie	217,1	76,8	192,4	97,1
Emballages et papiers	60,6	12,8	45,8	14,3
Verre	43,2	8,0	35,9	13,0
OMR	128,9	37,5	246,8	66,6

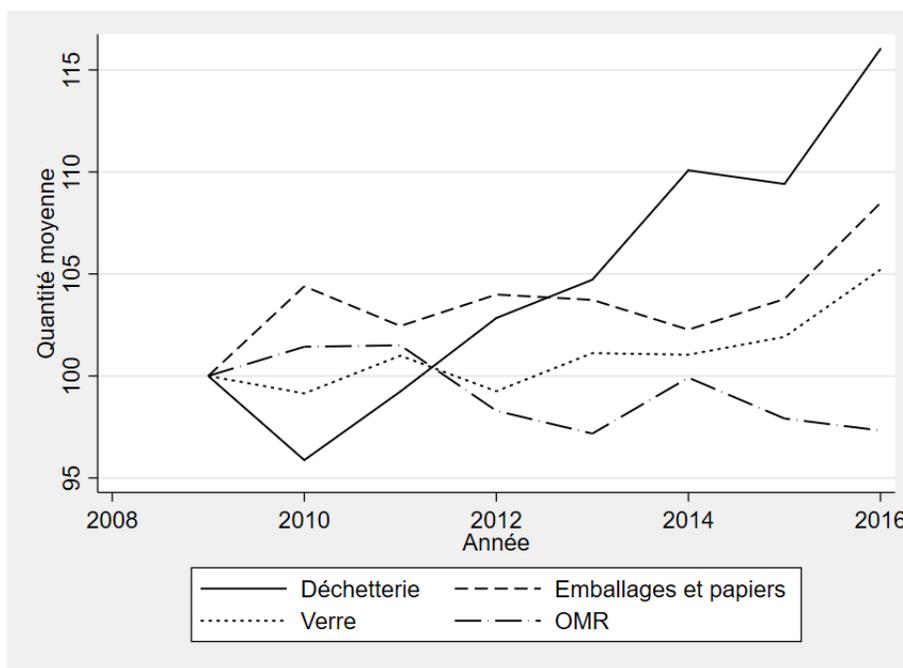
En ce qui concerne les quantités collectées, on observe des moyennes différentes pour les intercommunalités avec ou sans tarification incitative, avec des quantités de déchets recyclables supérieures et des quantités de déchets non recyclables inférieures pour les premières. Les écarts-types sont néanmoins importants pour les deux catégories, ce qui appelle à nuancer ces caractéristiques. Les moyennes des coûts par flux sont moins discernables d'une catégorie à l'autre, sauf pour le flux OMR, près de deux fois plus important pour les intercommunalités sans tarification incitative.

Table 2: Statistiques descriptives des coûts supportés par les intercommunalités par flux (€/hab/an)

Flux	Avec tarification incitative		Sans tarification incitative	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Déchetterie	24,7	6,6	22,3	9,2
Emballages et papiers	6,8	6,1	7,2	6,7
Verre	1,4	1,2	1,7	2,0
OMR	36,6	9,3	54,2	20,7

La figure 2 présente l'évolution sur la période étudiée des quantités collectées pour les structures intercommunales n'étant pas passées en tarification incitative. On observe une nette augmentation des quantités collectées en déchetteries (+15%) ainsi qu'une augmentation plus modérée des quantités d'emballages et papiers et de verre (+8% et +5%). Il semble y avoir également une légère baisse des quantités d'OMR collectées sur la fin de la période (-2,5%).

Figure 2: Evolution des quantités moyennes collectées



Note : Base 100 en 2009. La moyenne est calculée sur les intercommunalités n'étant pas en tarification incitative.

La table 3 présentent les statistiques descriptives pertinentes pour les variables socio-économiques utilisées dans l'analyse présentée aux sections 3 et 4. Les collectivités en tarification incitative paraissent moins densément peuplées, avoir un pourcentage de résidences

secondaires moindre et être un peu plus riches que le reste des intercommunalités, même si les écarts-types restent encore une fois assez élevés. Cela confirme le fait identifié en France par Gatier [2016] : les collectivités en tarification incitative se situent en majorité dans des milieux ruraux.

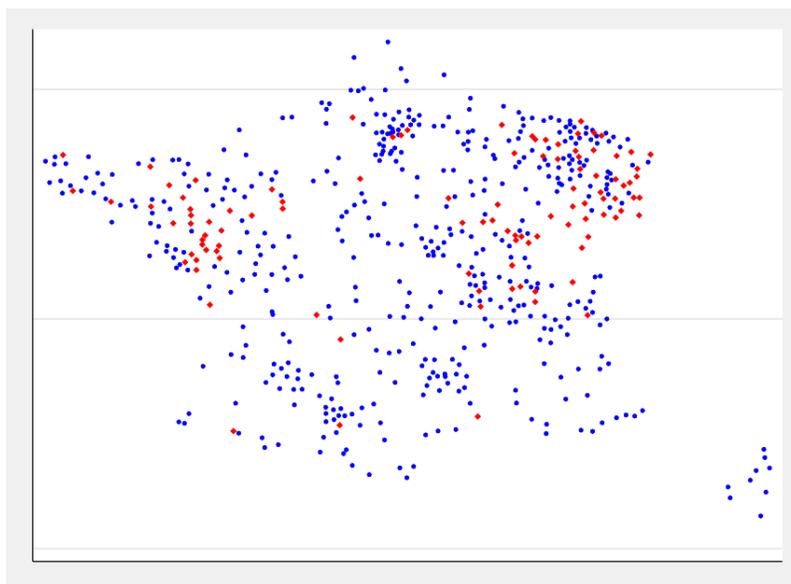
Table 3: Statistiques descriptives des variables socio-économiques utilisées

Variable	Avec tarification incitative		Sans tarification incitative	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Résidences secondaires (%)	5,7	5,0	10,5	13,1
Appartements (%)	18,0	11,9	26,7	21,5
Densité (hab/km ²)	98,0	81,4	604,9	2245,3
Personnes par ménages	0,98	0,01	0,98	0,02
Population entre 0 et 14 ans (%)	19,5	2,4	18,1	2,7
Population entre 15 et 29 ans (%)	15,1	1,6	15,6	3,2
Population entre 30 et 44 ans (%)	19,7	2,1	18,9	2,3
Population entre 45 et 59 ans (%)	21,1	1,7	20,8	1,5
Population entre 60 et 74 ans (%)	15,5	2,3	16,3	3,3
Titulaires d'un BEPC (%)	23,0	5,3	25,7	5,6
Titulaires d'un CAP/BEP (%)	22,4	2,3	20,4	3,6
Titulaires d'un BAC (%)	12,3	1,0	12,3	1,4
Titulaires du supérieur (%)	16,2	4,2	16,5	5,3
Revenu médian (€/hab/an)	20961	3474	19643	3139

Les données relatives à la présence ou non de programmes locaux de prévention des déchets, y compris les programmes locaux de préventions des déchets ménagers et assimilés subventionnés par l'Ademe jusqu'en 2011, complètent les données utilisées. 400 programmes locaux ont été implémentés volontairement par les collectivités entre 2010 et 2015 (Ademe [2019]). Ces programmes ont pour objectif de sensibiliser à la prévention des déchets et de décliner les priorités et actions nationales au niveau local. Dans notre échantillon, le nombre de ces programmes croît de 43 en 2009 à 266 en 2013 avant de redescendre à 194 en 2016.

La figure 3 met en évidence l'hétérogénéité de la répartition des collectivités en tarification incitative sur le territoire, au sein de notre échantillon. En 2016, ces dernières sont essentiellement localisées dans l'Est et dans l'Ouest de la France. Par ailleurs, l'évolution temporelle des pratiques de tarification incitative laisse supposer des effets d'imitation et de diffusion spatiale. Notre échantillon, même s'il est plus dense dans certaines régions (Est, Ouest, région parisienne), présente des intercommunalités dans l'ensemble bien réparties sur le territoire national.

Figure 3: Répartition spatiale de la tarification incitative en France métropolitaine



Note : Un point rouge (resp. bleu) indique une collectivité en tarification incitative (resp. sans tarification incitative). La carte présente la situation en 2016, sur la base des données que nous avons collectées.

3 Évaluation de l'impact de la tarification incitative sur les quantités de déchets ménagers

Afin d'estimer l'impact de la tarification incitative sur les quantités de déchets ménagers collectées, nous utilisons un modèle de régression linéaire à effets fixes. Le fait d'appliquer une tarification incitative étant décidé par les conseils municipaux ou intercommunaux au niveau local, il est probable que ce choix soit corrélé à des caractéristiques inobservées de la structure intercommunale, représentées par le terme d'erreur, et donc que notre estimation soit biaisée. Kinnaman and Fullerton [2000] ont déjà souligné que lorsque la mise en place d'une tarification incitative est endogène, le résultat de l'analyse peut être biaisé dans un sens a priori indéterminable. En effet, une intercommunalité peut décider d'implémenter une tarification incitative parce que sa production de déchets est plus élevée que des communes similaires, auquel cas l'effet de la tarification incitative sera surestimé, ou bien l'intercommunalité peut décider de mettre en place une tarification incitative du fait d'une conscience écologique plus aigüe, auquel cas l'effet de cet instrument sera sous-estimé.

Le modèle économétrique présenté ci-après est une réponse à ce problème d'endogénéité. On peut faire l'hypothèse que les caractéristiques inobservées qui expliquent le choix de l'implémentation d'une tarification incitative ne varient pas dans le temps et donc que l'effet

fixe individuel permet de contrôler ce biais (voir Chong et al. [2015] pour un choix similaire dans le cas du choix public/privé pour l’opérateur fournissant le service d’eau au niveau municipal).

3.1 Modèle économétrique

L’estimation de l’impact de la tarification incitative sur les quantités de déchets produites par habitant et par flux est réalisé via le modèle suivant :

$$q_{ikt} = \alpha_k INCIT_{it} + \theta_k ANTICIP_{it} + \nu_k PREV_{it} + \gamma_k X_{it} + \delta_{ki} + \mu_{d(i)kt} + \epsilon_{ikt}$$

où :

- q_{ikt} est la quantité de déchets par habitant de l’intercommunalité i l’année t pour le flux k .
- $INCIT_{it}$ est une variable binaire indiquant la présence d’une tarification incitative dans l’intercommunalité i l’année t . Afin d’obtenir un effet moyen de la tarification incitative en l’absence des taux marginaux appliqués, nous ne faisons pas de différence entre les communes soumises à une TEOM ou à une REOM, en faisant l’hypothèse que le choix d’une taxe ou d’une redevance a en lui-même peu d’impact sur les quantités collectées ou les coûts supportés.
- $ANTICIP_{it}$ est une variable binaire valant 1 l’année avant la mise en place de la tarification incitative. On sait en effet que cette année est souvent considérée comme une ”année blanche” pendant laquelle les habitants ne sont pas facturés de manière incitative mais reçoivent quand même l’information du montant qu’ils auraient dû payer au vu de leur production de déchets. Cet effet informationnel est néanmoins marqué et ne pas le prendre en compte conduirait à une sous-estimation de l’effet de la tarification incitative.
- $PREV_{it}$ est une variable binaire valant 1 lorsque l’intercommunalité i est soumise à un plan local de prévention l’année t .
- X_{it} est un vecteur de données socio-économiques de contrôle associé à l’intercommunalité i l’année t (cf. table 3 pour la liste des variables de contrôle).
- δ_{ki} est un effet fixe spatial associé à l’intercommunalité i pour le flux k .

- $\mu_{d(i)kt}$ est un effet fixe temporel associé au département $d(i)$ de l'intercommunalité i pour le flux k .
- ϵ_{ikt} est un terme d'erreur.

La tarification incitative pourrait être moins efficace dans les collectivités où il y a davantage d'habitats collectifs. En effet, l'effet incitatif est plus faible dans le cas où les frais sont partagés parmi les habitants d'un même immeuble. Afin d'intégrer ce fait, on estime également un autre modèle :

$$q_{ikt} = \alpha_k INCIT_{it} + \beta_k INCIT_{it} * APPART_{it} + \theta_k ANTICIP_{it} + \nu_k PREV_{it} + \gamma_k X_{it} + \delta_{ki} + \mu_{d(i)kt} + \epsilon_{ikt}$$

où les variables sont identiques au modèle ci-dessus et $APPART_{it}$ représente le pourcentage d'appartements dans la collectivité i au temps t . Nous insistons sur le fait que cette dernière variable est toujours présente dans le vecteur X_{it} dans ce modèle.

3.2 Résultats

La table 4 présente les résultats pour les quatre flux étudiés pour le premier modèle. L'annexe inclut les résultats complets avec l'ensemble des variables socio-économiques de contrôle. Les quatre régressions effectuées sont significatives et aucun coefficient aberrant n'est observé sur les variables de contrôle.

En ce qui concerne la variable d'intérêt, la présence d'une tarification incitative a un effet significatif sur trois flux. Elle augmente de 10,99 et de 3,23 kg/hab/an les quantités d'emballages et papiers et de verre collectés et elle diminue de 64,91 kg/hab/an les quantités d'OMR collectés. Les tailles de ces effets sont importantes puisque si l'on se réfère au tableau 1, cela correspond à des augmentations de 24% et de 9% pour les emballages et papiers et le verre et une diminution de 26% pour les OMR. Pour les flux collectés en déchetteries, l'effet estimé est faible (2,31 kg/hab/an, soit +1%) et non significativement différent d'un effet nul.

Pour le verre et les OMR, le coefficient associé à la variable $ANTICIP_{it}$ est significatif avec un effet non négligeable : respectivement de 49% et de 34% de l'effet de la tarification incitative en tant que telle. Pour les emballages et papier, il est de l'ordre de 20% de l'effet principal mais n'est pas significatif. Ces résultats sont très surprenants et contre-intuitifs au vu de la théorie économique. L'année avant la mise en place d'une tarification incitative, les habitants n'ont en effet aucune incitation à réduire leur production d'OMR et à augmenter leur production de recyclables puisqu'ils ne sont pas facturés. Enfin, le coefficient associé à la variable $PREV_{it}$, qui mesure l'impact d'un éventuel programme local de prévention, donc

un effet informationnel, est faible pour tous les flux et n'est significatif pour aucun des flux étudiés. Au regard de notre échantillon et de la période analysée, sa mise en place ne semble pas faire évoluer significativement les comportements sur le court-terme, ce qui est cohérent du point de vue de la théorie économique.

Table 4: Résultats de l'estimation pour les quantités (premier modèle)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	2.313 (4.572)	10.99*** (1.138)	3.225*** (0.475)	-64.91*** (3.397)
$ANTICIP_{it}$	-3.937 (5.902)	2.211 (1.483)	1.595* (0.652)	-22.23*** (4.764)
$PREV_{it}$	-4.720 (3.587)	1.878 (1.329)	-0.0873 (0.297)	1.269 (2.330)
N	3234	3405	3275	3625
R^2	0.936	0.828	0.973	0.968
F	2.803	8.426	5.704	23.90

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

La table 5 présente les résultats de l'estimation pour le deuxième modèle. Celui-ci a pour but d'étudier l'effet croisé de la présence d'une tarification incitative dans un milieu plus urbain en utilisant la variable $APPART_{it}$, qui représente le pourcentage d'appartements dans l'intercommunalité, comme proxy. Il est en effet possible que, dans les cas où une proportion importante de la population vit en habitat collectif, l'effet incitatif de l'instrument soit moins fort. Soulignons d'abord que les résultats sont quasi inchangés pour le flux OMR : l'effet incitatif de la tarification incitative ne semble pas évoluer en milieu urbain pour ce flux. L'effet de la tarification incitative semble réduit de 30% en ce qui concerne le verre, mais on reste dans l'intervalle de confiance à 95%. L'effet est plus net pour les emballages et papiers pour lesquels l'effet de la tarification incitative est nettement réduit et pour lesquels le coefficient associé au produit croisé est significatif mais dans une direction non anticipée : en présence d'une tarification incitative, une augmentation de 10% de la proportion d'appartements augmente les quantités collectées d'emballages et papiers de près de 2,63 kg/hab/an. Autrement dit plus d'un tiers de l'effet de la tarification incitative en tant que telle. Ce résultat est contre-intuitif dans la mesure où l'on s'attendrait plutôt à ce que cette mesure soit moins efficace en milieu urbain.

L'effet de la variable croisé est très faible pour le verre et les OMR et n'est pas statistiquement différent de zéro, ce qui nous incite à conclure qu'une implémentation en milieu

urbain de cette mesure garde son effet incitatif. Enfin, l'effet de la tarification incitative reste non significatif pour les quantités collectées en déchetteries.

Table 5: Résultats de l'estimation pour les quantités (deuxième modèle)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	-2.281 (7.131)	6.641*** (1.975)	2.248** (0.762)	-65.88*** (5.682)
$INCIT_{it} * APPART_{it}$	0.273 (0.283)	0.263* (0.108)	0.0599 (0.0354)	0.0576 (0.260)
$ANTICIP_{it}$	-3.620 (5.910)	2.670 (1.515)	1.693* (0.667)	-22.13*** (4.825)
$PREV_{it}$	-4.851 (3.595)	1.752 (1.329)	-0.116 (0.297)	1.229 (2.343)
$APPART_{it}$	-0.288 (0.626)	0.163 (0.150)	-0.269*** (0.0767)	-0.582 (0.508)
N	3234	3405	3275	3625
R^2	0.936	0.828	0.973	0.968
F	2.661	8.254	5.724	22.67

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

4 Évaluation de l'impact de la tarification incitative sur les coûts de gestion des déchets ménagers

4.1 Modèle économétrique

Le modèle d'estimation de l'impact de la tarification incitative sur les coûts du service public de gestion des déchets est similaire au modèle précédent avec cette fois une variable de coût comme variable dépendante :

$$c_{ikt} = \alpha_k INCIT_{it} + \theta_k ANTICIP_{it} + \nu_k PREV_{it} + \gamma_k X_{it} + \delta_{ki} + \mu_{d(i)kt} + \epsilon_{ikt}$$

où :

- c_{ikt} est le coût par habitant supporté par l'intercommunalité i l'année t pour le flux k .

- $INCIT_{it}$ est une variable binaire indiquant la présence d'une tarification incitative dans l'intercommunalité i l'année t .
- $ANTICIP_{it}$ est une variable binaire valant 1 l'année avant le passage effectif à la tarification incitative.
- $PREV_{it}$ est une variable binaire valant 1 lorsque la l'intercommunalité i est soumise à un programme local de prévention des déchets l'année t .
- X_{it} est un vecteur de données socio-économiques de contrôle associé l'intercommunalité i l'année t (cf. table 3 pour la liste des variables de contrôle).
- δ_{ki} est un effet fixe spatial associé à l'intercommunalité i pour le flux k .
- $\mu_{d(i)kt}$ est un effet fixe temporel associé au département $d(i)$ de l'intercommunalité i pour le flux k .
- ϵ_{ikt} un terme d'erreur.

Nous estimons également le modèle ci-dessus avec une autre variable de coût à notre disposition : le coût hors subventions. ? souligne que cette variable représente l'ensemble des charges associées au service de gestion des déchets, alors que le coût avec subventions inclut les produits industriels (vente de matériaux, prestation à des tiers), les soutiens des éco-organismes et les aides publiques. Ce dernier représente donc les coûts effectivement supportés par les intercommunalités.

De même que pour l'estimation de l'impact de la tarification incitative sur les quantités de déchets, la variable $INCIT_{it}$ est endogène dans ce modèle. On fera également l'hypothèse que l'effet fixe δ_{ki} permet de contrôler ce biais.

4.2 Résultats

Les tables 6 et 7 présentent les résultats de l'estimation respectivement pour les coûts avec subventions et pour les coûts hors subventions. Nous avons reporté en annexe les résultats complets avec l'ensemble des variables socio-économiques de contrôle. Les régressions effectuées sont significatives et l'on n'observe pas de coefficients aberrants sur les variables de contrôle.

Pour les coûts supportés par les intercommunalités, seul le coefficient associé au flux OMR est significatif : la mise en place d'une tarification incitative décroît le coût supporté de 5,67 €/hab/an soit d'environ 10%. Pour les autres flux, le coefficient estimé est nettement plus faible et non statistiquement différent de zéro. Le fait que le coût associé aux OMR

décroisse est assez cohérent au vu des résultats obtenus sur la baisse des quantités collectées (-26%). Le fait que la baisse des coûts ne soit pas aussi importante pourrait s'expliquer par l'existence de coûts fixes qui ne dépendent pas des quantités collectées. Aucune diminution l'année précédant la mise en place d'une tarification incitative n'est observée contrairement aux résultats obtenus sur les quantités. La baisse des quantités pourrait être trop faible pour avoir un effet ou bien le niveau de service resterait inchangé pour cette année.

Table 6: Résultats de l'estimation pour les coûts avec subventions

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	0.568 (0.474)	0.559 (0.555)	0.172 (0.106)	-5.665*** (0.904)
$ANTICIP_{it}$	-0.263 (0.664)	0.347 (0.678)	0.122 (0.189)	-0.605 (1.163)
$PREV_{it}$	-0.209 (0.395)	0.262 (0.445)	0.00400 (0.102)	0.356 (0.595)
N	3234	3407	3275	3626
R^2	0.916	0.875	0.901	0.960
F	1.945	1.244	1.672	5.160

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 7: Résultats de l'estimation pour les coûts hors subventions

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	2.058 (1.131)	3.001*** (0.675)	0.344** (0.130)	-0.816 (1.773)
$ANTICIP_{it}$	2.165 (1.305)	1.371 (0.795)	0.312 (0.218)	2.227 (2.224)
$PREV_{it}$	-1.972* (0.775)	-0.0202 (0.557)	0.106 (0.0978)	-1.050 (1.671)
N	3234	3407	3275	3626
R^2	0.833	0.899	0.896	0.892
F	2.550	2.567	2.065	1.971

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Il est plus surprenant de ne pas observer une augmentation des coûts associés aux em-

ballages et papiers et au verre malgré les augmentations des quantités collectées (+24% et +9%). Cela s'expliquerait par le fait que ces flux sont en fait valorisables et donc que les intercommunalités reçoivent des financements pour la collecte de ces flux, notamment de la part des éco-organismes. Ceci est confirmé par l'estimation du modèle sur le coût hors subventions, qui montre une augmentation du coût pour les emballages et papiers de 3,0 €/hab/an (+17%) et de 0,34 €/hab/an pour le verre (+12%), alors que le coût pour les OMR semble bien plus faible que précédemment et non significatif. Autrement dit, en plus de faire varier les quantités collectées, le passage en tarification incitative a un effet de redistribution des coûts du service : les intercommunalités voient leurs coûts baisser essentiellement du fait de la diminution des quantités d'OMR collectées ; les éco-organismes, donc en fait les producteurs de déchets recyclables couverts par ces éco-organismes, supportent l'augmentation du coût associé à l'augmentation des quantités de recyclables collectées.

Enfin, les coûts ne semblent pas impactés par la présence d'un programme local de prévention, si ce n'est pour les coûts hors subventions associés aux déchetteries qui semblent voir une diminution de -1,97 €/hab/an (-10%). Ce point est assez difficile à interpréter, et pourrait être lié à l'effort de tri supplémentaire fait en déchetterie par les habitants couverts par ce type de programme.

5 Discussion et conclusion

Les deux sections précédentes ont présenté les résultats de l'estimation de notre modèle visant à étudier les effets de la mise en place d'une tarification incitative sur les quantités collectées par flux, les coûts supportés par les collectivités et les coûts hors subventions associés au service de gestion des déchets. Nous avons montré que la mise en place d'une telle tarification permettrait de réduire de 64,91 kg/hab/an (-26%) les quantités de déchets non triés collectées (OMR) et d'augmenter de 10,99 kg/hab/an (+24%) et 3,23 kg/hab/an (+9%) les quantités d'emballages et papiers et de verre collectées. Nous avons également montré une diminution des coûts supportés par les intercommunalités pour les OMR d'environ 5,67 €/hab/an (-10%) et une augmentation des coûts de gestion hors subventions des emballages et papiers et du verre de respectivement 3,0 €/ha/an (+17%) et 0,34 €/hab/an (+12%).

Ces chiffres démontrent un effet incitatif marqué de ce dispositif en faveur de l'augmentation des quantités recyclées et de la diminution des quantités non recyclées. Par ailleurs, cet effet se maintient même lorsque l'on ajoute une variable d'interaction entre la présence d'une tarification incitative et le pourcentage d'appartements dans la collectivité, démontrant par là que l'incitation est maintenue même en présence d'habitats collectifs. A partir de notre analyse, il ne semble pas que les programmes locaux de prévention aient d'effets discernables

sur les quantités collectées.

Les analyses présentées ci-dessus pour les quatre flux pour lesquels nous disposons de données fiables, et qui représentent en fait 95% du poids des déchets ménagers et assimilés collectés (DMA) [?], permettent de conclure qu'en plus d'augmenter les quantités de recyclables et de diminuer les quantités de non recyclables collectées, la mise en place d'une tarification incitative diminue le flux total de déchets collectés d'environ 48 kg/hab/an. Autrement dit, la mise en place de cette mesure, en plus d'inciter les habitants à davantage trier, semble également inciter à réduire la production totale de déchets. Ce dernier point est étonnant et il est nécessaire de revenir sur les mécanismes qui peuvent expliquer ce constat. Une première hypothèse pourrait être un détournement des flux vers des communes qui n'ont pas mis en place une tarification incitative. Une analyse non montrée ici avec des données plus exhaustives sur le plan spatial mais moins précises sur le plan temporel ne nous permet pas de conclure à la plausibilité de cette hypothèse.

On peut également souligner que nous ne disposons pas d'information sur l'effort de compostage fourni par les habitants soumis à la tarification incitative. L'Ademe estime que 31% de la poubelle moyenne des ménages est en effet compostable (?) : la diminution observée pourrait refléter une augmentation du compostage domestique. Par ailleurs, cet effet pourrait refléter une prise de conscience des habitants qui orienteraient leurs achats vers des produits moins producteurs de déchets non recyclables. Enfin, on ne peut exclure à ce stade que la baisse des quantités totales ramassées induise une augmentation des décharges sauvages, certains habitants pouvant préférer enfreindre la loi afin de diminuer leur facture "déchets". Cette question est fréquente dans la littérature (Carattini et al. [2018]; Gatier [2016]; Morlok et al. [2017]; Skumatz [2008]). Nous ne disposons pas de données pour conclure dans une direction ou dans une autre sur ce point.

Les résultats que nous venons de présenter sont cohérents avec une revue de la littérature scientifique sur la mise en place de dispositifs de tarification incitative pour les déchets ménagers. L'originalité de notre approche repose sur le fait que nous disposons également de données sur les coûts associés à la mise en place de cet instrument. Les résultats que nous obtenons ne sont significatifs que pour certains flux. Il semble que la mise en place d'une tarification incitative, du fait qu'elle induise une diminution des quantités d'OMR et une augmentation des quantités de recyclables collectées, ait pour conséquence une augmentation des subventions des éco-organismes chargés de financer la collecte de ces recyclables et donc une diminution du coût de collecte des OMR pour les collectivités. La mise en place d'une tarification incitative conduirait donc également à un transfert de coûts qui semble être en faveur des intercommunalités.

References

- Ademe. Déchets chiffres-clés - l'essentiel 2018. pages 1–30, 2019.
- Maarten Allers and Corine Hoeben. Effects of unit-based garbage pricing: a differences-in-differences approach. *Environmental and Resource Economics*, 45(3):405–428, 2010.
- Matheus Bueno and Marica Valente. The effects of pricing waste generation: A synthetic control approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 96:274–285, 2019.
- Stefano Carattini, Andrea Baranzini, and Rafael Lalive. Is taxing waste a waste of time? evidence from a supreme court decision. *Ecological Economics*, 148:131–151, 2018.
- Eshien Chong, Stéphane Saussier, and Brian S. Silverman. Water under the bridge: Determinants of franchise renewal in water provision. *The Journal of Law, Economics, and Organization*, 31:i3–i39, 2015.
- Don Fullerton and Thomas C Kinnaman. Garbage, recycling, and illicit burning or dumping. *Journal of environmental economics and management*, 29(1):78–91, 1995.
- Alexis Gatier. La tarification incitative de la gestion des ordures ménagères - quels impacts sur les quantités collectées ? *Études et documents*, 2016.
- Thomas C Kinnaman and Don Fullerton. Garbage and recycling with endogenous local policy. *Journal of Urban Economics*, 48(3):419–442, 2000.
- Juergen Morlok, Harald Schoenberger, David Styles, Jose-Luis Galvez-Martos, and Barbara Zeschmar-Lahl. The impact of pay-as-you-throw schemes on municipal solid waste management: The exemplar case of the county of aschaffenburg, germany. *Resources*, 6(1):8, 2017.
- S Sakai, T Ikematsu, Y Hirai, and H Yoshida. Unit-charging programs for municipal solid waste in japan. *Waste management*, 28(12):2815–2825, 2008.
- Lisa A Skumatz. Pay as you throw in the us: Implementation, impacts, and experience: A tool for urban waste management. *Waste management (Elmsford)*, 28(12):2778–2785, 2008.
- Takehiro Usui and Kenji Takeuchi. Evaluating unit-based pricing of residential solid waste: a panel data analysis. *Environmental and Resource Economics*, 58(2):245–271, 2014.

Annexes

Table 8: Résultats de l'estimation pour les quantités (premier modèle)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	2.313 (4.572)	10.99*** (1.138)	3.225*** (0.475)	-64.91*** (3.397)
$ANTICIP_{it}$	-3.937 (5.902)	2.211 (1.483)	1.595* (0.652)	-22.23*** (4.764)
$PREV_{it}$	-4.720 (3.587)	1.878 (1.329)	-0.0873 (0.297)	1.269 (2.330)
% Résidences secondaires	-2.549 (1.373)	-0.192 (0.447)	0.391* (0.157)	1.908* (0.900)
% Appartements	-0.263 (0.624)	0.161 (0.150)	-0.269*** (0.0764)	-0.579 (0.507)
Densité	-0.000662 (0.0111)	-0.00372** (0.00115)	-0.000705 (0.000507)	-0.00190 (0.00337)
Personnes/ménage	-11.30 (52.08)	6.046 (9.313)	-5.109 (6.022)	4.389 (33.24)
% 0-14 ans	-7.953 (4.646)	-1.448 (0.875)	0.0573 (0.565)	-0.388 (3.207)
% 15-29 ans	-4.531 (3.848)	-1.273 (0.760)	0.209 (0.374)	-0.497 (2.393)
% 30-44 ans	-5.226 (3.993)	0.0167 (0.845)	-0.0637 (0.370)	-0.653 (2.398)
% 45-59 ans	-8.454* (3.536)	0.160 (0.734)	-0.467 (0.374)	0.690 (2.239)
% 60-74 ans	-2.279 (3.641)	1.365 (0.769)	-0.0150 (0.375)	-3.070 (2.469)
% BEPC	3.199 (2.928)	-1.761** (0.610)	0.397 (0.372)	0.149 (2.110)
% CAP/BEP	4.218 (3.408)	-1.461* (0.691)	0.149 (0.396)	0.104 (2.274)
% Bac	7.062* (3.229)	-2.275** (0.734)	0.250 (0.397)	-1.588 (2.462)
% Supérieur	-2.962 (3.439)	-2.060* (0.813)	0.474 (0.404)	0.176 (2.345)
Revenus	0.00726** (0.00257)	0.000201 (0.000745)	0.000488 (0.000341)	-0.000951 (0.00198)
_cons	430.8 (400.6)	183.9* (87.90)	25.21 (47.90)	318.4 (297.8)
N	3234	3405	3275	3625
R^2	0.936	0.828	0.973	0.968
F	2.803	8.426	5.704	23.90

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 9: Résultats de l'estimation pour les quantités (deuxième modèle)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	-2.281 (7.131)	6.641*** (1.975)	2.248** (0.762)	-65.88*** (5.682)
$INCIT_{it} * APPART_{it}$	0.273 (0.283)	0.263* (0.108)	0.0599 (0.0354)	0.0576 (0.260)
$ANTICIP_{it}$	-3.620 (5.910)	2.670 (1.515)	1.693* (0.667)	-22.13*** (4.825)
$PREV_{it}$	-4.851 (3.595)	1.752 (1.329)	-0.116 (0.297)	1.229 (2.343)
% Résidences secondaires	-2.548 (1.373)	-0.221 (0.445)	0.385* (0.157)	1.902* (0.901)
% Appartements	-0.288 (0.626)	0.163 (0.150)	-0.269*** (0.0767)	-0.582 (0.508)
Densité	-0.000396 (0.0112)	-0.00358** (0.00113)	-0.000674 (0.000508)	-0.00187 (0.00337)
Personnes/ménage	-10.41 (52.13)	8.414 (9.222)	-4.572 (6.078)	4.667 (33.26)
% 0-14 ans	-7.833 (4.642)	-1.407 (0.879)	0.0811 (0.566)	-0.363 (3.205)
% 15-29 ans	-4.345 (3.858)	-1.139 (0.744)	0.251 (0.375)	-0.458 (2.405)
% 30-44 ans	-5.114 (3.990)	0.0645 (0.843)	-0.0476 (0.370)	-0.637 (2.403)
% 45-59 ans	-8.353* (3.529)	0.107 (0.735)	-0.478 (0.374)	0.697 (2.240)
% 60-74 ans	-2.110 (3.644)	1.440 (0.767)	0.00501 (0.375)	-3.041 (2.474)
% BEPC	3.261 (2.933)	-1.669** (0.601)	0.426 (0.372)	0.166 (2.112)
% CAP/BEP	4.288 (3.415)	-1.357* (0.680)	0.180 (0.396)	0.119 (2.274)
% Bac	7.246* (3.238)	-2.081** (0.717)	0.301 (0.400)	-1.540 (2.480)
% Supérieur	-2.873 (3.449)	-1.986* (0.805)	0.499 (0.405)	0.197 (2.350)
Revenus	0.00704** (0.00256)	0.000380 (0.000713)	0.000533 (0.000338)	-0.000976 (0.00201)
_cons	414.6 (401.2)	163.0 (86.10)	19.20 (47.99)	314.7 (298.0)
N	3234	3405	3275	3625
R^2	0.936	0.828	0.973	0.968
F	2.661	8.254	5.724	22.67

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 10: Résultats de l'estimation pour les coûts avec subventions

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	0.568 (0.474)	0.559 (0.555)	0.172 (0.106)	-5.665*** (0.904)
$ANTICIP_{it}$	-0.263 (0.664)	0.347 (0.678)	0.122 (0.189)	-0.605 (1.163)
$PREV_{it}$	-0.209 (0.395)	0.262 (0.445)	0.00400 (0.102)	0.356 (0.595)
% Résidences secondaires	-0.0587 (0.128)	-0.162 (0.141)	0.0593 (0.0475)	0.555 (0.390)
% Appartements	-0.113 (0.0703)	0.142* (0.0635)	0.0108 (0.0204)	-0.0621 (0.164)
Densité	0.000263 (0.00127)	0.000908 (0.000919)	0.0000393 (0.000193)	-0.000514 (0.00100)
Personnes/ménage	-6.393 (6.630)	0.370 (5.296)	3.458* (1.718)	10.64 (8.459)
% 0-14 ans	-1.110 (0.673)	-0.339 (0.494)	-0.178 (0.128)	0.970 (0.823)
% 15-29 ans	-0.453 (0.437)	-0.0758 (0.352)	-0.120 (0.103)	0.267 (0.581)
% 30-44 ans	-0.565 (0.436)	0.415 (0.375)	-0.168 (0.102)	-0.654 (0.590)
% 45-59 ans	-0.721 (0.408)	-0.00337 (0.348)	-0.0287 (0.105)	-0.286 (0.616)
% 60-74 ans	0.0155 (0.412)	0.638 (0.374)	0.0710 (0.110)	-0.812 (0.644)
% BEPC	-0.863* (0.437)	-0.152 (0.315)	-0.0227 (0.0969)	1.281* (0.531)
% CAP/BEP	-0.366 (0.489)	-0.177 (0.369)	0.131 (0.119)	1.712** (0.584)
% Bac	-0.644 (0.509)	-0.257 (0.425)	-0.160 (0.126)	0.170 (0.646)
% Supérieur	-1.166* (0.490)	-0.440 (0.341)	0.0191 (0.0934)	1.440* (0.587)
Revenus	0.000220 (0.000298)	0.000548 (0.000335)	-0.0000934 (0.0000746)	-0.000207 (0.000498)
_cons	145.4* (57.40)	-0.621 (41.20)	1.820 (12.43)	-55.94 (72.97)
N	3234	3407	3275	3626
R^2	0.916	0.875	0.901	0.960
F	1.945	1.244	1.672	5.160

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 11: Résultats de l'estimation pour les coûts hors subventions

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Déchetteries	Emballages et papiers	Verre	OMR
$INCIT_{it}$	2.058 (1.131)	3.001*** (0.675)	0.344** (0.130)	-0.816 (1.773)
$ANTICIP_{it}$	2.165 (1.305)	1.371 (0.795)	0.312 (0.218)	2.227 (2.224)
$PREV_{it}$	-1.972* (0.775)	-0.0202 (0.557)	0.106 (0.0978)	-1.050 (1.671)
% Résidences secondaires	0.0266 (0.296)	-0.244 (0.279)	0.0121 (0.0507)	-0.557 (0.666)
% Appartements	0.136 (0.152)	0.118 (0.0797)	-0.00976 (0.0173)	-0.615 (0.334)
Densité	0.00821* (0.00414)	-0.00104 (0.00121)	0.000178 (0.000265)	0.00628 (0.00621)
Personnes/ménage	4.300 (13.22)	6.027 (6.305)	3.322 (2.017)	41.02 (25.08)
% 0-14 ans	2.857* (1.278)	-0.715 (0.546)	-0.185 (0.134)	3.409 (2.307)
% 15-29 ans	1.770 (1.020)	-0.0598 (0.444)	-0.0682 (0.112)	4.005* (1.742)
% 30-44 ans	-0.486 (0.972)	0.395 (0.442)	-0.109 (0.110)	-0.643 (1.622)
% 45-59 ans	1.726 (0.962)	-0.0161 (0.428)	-0.0644 (0.108)	1.358 (1.654)
% 60-74 ans	2.390* (0.993)	0.874 (0.520)	0.0778 (0.117)	0.165 (1.667)
% BEPC	0.348 (0.844)	-0.146 (0.365)	0.00514 (0.108)	2.267 (1.470)
% CAP/BEP	0.226 (0.961)	-0.430 (0.418)	0.213 (0.154)	3.081* (1.548)
% Bac	0.183 (0.971)	-0.613 (0.493)	-0.220 (0.145)	-0.454 (1.780)
% Supérieur	0.313 (0.905)	-0.386 (0.464)	0.0806 (0.109)	2.901 (1.511)
Revenus	-0.000376 (0.000670)	0.000410 (0.000442)	-0.000142 (0.0000862)	-0.00142 (0.00138)
_cons	-154.8 (121.3)	14.01 (50.32)	1.315 (13.55)	-329.2 (204.9)
N	3234	3407	3275	3626
R^2	0.833	0.899	0.896	0.892
F	2.550	2.567	2.065	1.971

Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$