



Quelle mesure des inégalités urbaines ? L'exemple d'une simulation d'un péage de cordon à Lyon

Stéphanie Souche, Aurélie Mercier

► To cite this version:

Stéphanie Souche, Aurélie Mercier. Quelle mesure des inégalités urbaines ? L'exemple d'une simulation d'un péage de cordon à Lyon. RTS. Recherche, transports, sécurité, 2013, Mobilité, transports et territoires, 2013 (01), pp.63-73. 10.4074/S0761898013001064 . halshs-01026414

HAL Id: halshs-01026414

<https://shs.hal.science/halshs-01026414>

Submitted on 13 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Quelle mesure des inégalités urbaines ? L'exemple d'une simulation d'un péage de cordon à Lyon

Stéphanie Souche et Aurélie Mercier

Rech. Transp. Secur. / Volume 2013 / Issue 01 / March 2013, pp 63 - 73

DOI: 10.4074/S0761898013001064, Published online: 17 July 2013

Link to this article: http://www.necplus.eu/abstract_S0761898013001064

How to cite this article:

Stéphanie Souche et Aurélie Mercier (2013). Quelle mesure des inégalités urbaines ? L'exemple d'une simulation d'un péage de cordon à Lyon. Rech. Transp. Secur., 2013, pp 63-73 doi:10.4074/S0761898013001064

Request Permissions : [Click here](#)

Quelle mesure des inégalités urbaines ? L'exemple d'une simulation d'un péage de cordon à Lyon

Is it possible to evaluate the urban inequalities?
The example of a cordon pricing simulation in Lyon

Stéphanie Souche · Aurélie Mercier

Reçu le 31 janvier 2012 ; accepté le 16 février 2013
© IFSTTAR et Éditions NecPlus 2013

Résumé Dans un contexte de développement urbain « soutenable », ce papier évalue l'impact de la mise en place d'un péage urbain sur l'évolution des inégalités à partir du terrain d'étude de l'agglomération lyonnaise. Il simule ainsi une nouvelle politique de tarification par le péage, envisagée à Lyon dans le cadre du Plan de protection de l'atmosphère, pour analyser ses impacts sur l'évolution des inégalités au regard d'une situation de référence correspondant à la situation actuelle. Pour ce faire, différents types d'indicateurs sont mobilisés. Outre les indicateurs « spécifiques » d'inégalité tels ceux de Gini, Theil ou Atkinson, la mesure gravitaire de l'accessibilité est également considérée pour éclairer le décideur public sur l'évolution des inégalités.

Ce travail s'organise en trois temps. Après une revue de la littérature sur la mesure des inégalités et une présentation de la méthode et des données utilisées, la mise en place d'une nouvelle mesure tarifaire, de type péage de cordon, et son impact sur l'évolution des inégalités sont envisagés. Nos résultats soulignent des conclusions très contrastées tant au niveau du zonage retenu (zones vs agglomération) que des indicateurs utilisés. Toutefois, nous pouvons retenir un accroissement des inégalités à la suite à la mise en place

du péage cordon, cette hausse impactant plus faiblement les zones centrales localisées à l'intérieur du péage que les zones extérieures au cordon, et notamment celles à proximité.

Mots-clés indicateurs d'inégalités · péage urbain · accessibilité gravitaire · inégalités spatiales · inégalités sociales

Abstract In the perspective of sustainable city, this paper evaluates the impact of setting up traffic toll zones on the evolution of inequalities to Lyon metropolitan area. It simulates this new pricing, authorized by the Local Environment Protection Plan, and evaluates its impact on the evolution of inequalities in comparison to the current situation used as reference. We use several indicators like Gini, Theil and Atkinson but also the evaluation of the variation of gravity-based potential to measures accessibility.

This work is based on three steps. After a review of literature on the inequality measures and an explanation of our methodology and data, we test a new pricing measure, a cordon pricing, to evaluate its impacts on inequalities. Our results show that the different indicators of inequality produce highly contrasted results on both the scale of the zone and that the city. We show an increase of inequality because of the cordon pricing, with a more important increase for the outer cordon area, particularly for zone located near the cordon, than for the inner cordon zone.

Keywords inequality indicator · urban traffic toll · gravital accessibility · spatial inequalities · social inequalities

JEL : R41, R48, D63

Introduction

La ville du XXI^e siècle est confrontée au défi, complexe et incertain, de la soutenabilité. Si celui-ci se traduit par

Remerciements Les résultats présentés ici sont issus du projet de recherche Plainsudd (PLAteformes numériques Innovantes de Simulation Urbaine pour le Développement Durable), financé par l'ANR Villes durables.

Stéphanie Souche (✉)
Université de Lyon, F-69000, Lyon, France
CNRS, LET, F-69007, Lyon
ENTPE, LET, F-69518, Vaulx-en-Velin
14 avenue Berthelot, F-69007 Lyon
e-mail: stephanie.souche@let.ish-lyon.cnrs.fr

Aurélie Mercier (✉)
Université de Lyon, F-69000, Lyon, France
CNRS, LET, F-69007, Lyon
ENTPE, LET, F-69518, Vaulx-en-Velin
14 avenue Berthelot, F-69007 Lyon
e-mail: aurelie.mercier@let.ish-lyon.cnrs.fr

la recherche d'une ville qui soit plus respectueuse de l'environnement, l'amélioration de la qualité de vie qui en résulte pour tout ou partie de la population peut difficilement s'accompagner d'un accroissement des inégalités. Dans ces circonstances, il devient crucial de mesurer l'impact sur les inégalités de nouvelles politiques visant à rendre la ville plus soutenable.

Dans le domaine des transports, les solutions « soutenables » commencent à être bien connues: baisse de l'espace dédié à la voiture, incitation à utiliser des modes alternatifs supposés plus respectueux de l'environnement, hausse du coût d'usage du véhicule. Dans cette optique, le péage urbain devient une mesure envisageable, autorisée depuis peu par la loi¹, même si ses effets positifs avérés sur la baisse du trafic automobile masquent les effets significatifs qu'elle produit sur la variation des inégalités [1].

En effet, suivant la littérature, le péage urbain peut être qualifié d'instrument tarifaire régressif, dans la mesure où il favorise les individus ayant une valeur du temps élevée qui appartiennent le plus souvent aux plus hauts revenus. Cette nouvelle tarification conduirait également à accroître le coût de la localisation en périphérie en créant une iniquité territoriale [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8].

Évaluer si les inégalités se sont ou non accrues permet de mesurer le caractère plus ou moins régressif d'une nouvelle mesure. On peut évaluer ces inégalités avec ou sans indicateurs spécifiques de mesure des inégalités. À notre connaissance, les indicateurs spécifiques tels ceux de Theil et d'Atkinson sont peu présents dans la littérature sur les transports, à l'exception de quelques travaux récents comme ceux de Claisse *et al.*, Sumalee *et al.*, Paulo, Ramjerdi, Eliasson et Mattsson, Berri, Karlström et Franklin. Les travaux de Claisse *et al.*, Paulo et Ramjerdi insistent sur la sensibilité des indicateurs d'inégalité. Les premiers montrent que l'indicateur d'Atkinson, et dans une moindre mesure celui de Theil, ont tendance à valoriser davantage les revenus les plus faibles. Ramjerdi montre que les mesures sont très sensibles au niveau de désagrégation spatiale retenu. Les autres auteurs référencés ici utilisent ces indicateurs pour chiffrer l'impact de différents schémas de péage sur l'évolution des inégalités. Suivant les groupes d'usagers, leurs résultats sont contrastés. La mesure tarifaire peut être fortement régressive pour certains (par ex. automobilistes qui résident en périphérie, travaillent dans le centre et disposant de faibles revenus) mais progressive pour l'agglomération dans son ensemble [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15].

Un indicateur non spécifique de la mesure des inégalités est celui de l'accessibilité. En traduisant la facilité avec

laquelle les opportunités peuvent être atteintes à partir d'un point d'origine et avec un système de transport donnés, l'indicateur d'accessibilité permet d'intégrer une ou plusieurs variables. Au-delà du nombre d'opportunités présentes, le coût du déplacement peut être envisagé à partir de la distance, du temps et du coût monétaire du déplacement. Nous intégrons dans nos mesures d'accessibilité (mesures gravitaires en référence aux travaux de Hansen) un coût généralisé traduisant la somme du coût temporel et du coût monétaire du déplacement. À la lumière de ces travaux, notre apport consiste à évaluer l'impact de la mise en place d'un péage urbain sur l'évolution des inégalités à partir du terrain d'étude de l'agglomération lyonnaise. Nous simulons une nouvelle politique de tarification par le péage et évaluons ses impacts sur l'évolution des inégalités au regard d'une situation de référence correspondant à la situation actuelle [16] [17]. Notre travail s'organise en trois temps. Après une revue de la littérature sur la mesure des inégalités, nous présentons la méthode et les données utilisées pour simuler ensuite la mise en place d'une nouvelle mesure tarifaire, de type péage de cordon, et évaluer son impact sur l'évolution des inégalités.

Quelles mesures des inégalités ?

Mesurer les inégalités sociales

À l'exception de quelques papiers récents, l'utilisation d'indicateurs spécifiques d'inégalité pour mesurer les effets d'une nouvelle politique tarifaire sur les transports est peu présente dans la littérature. Les quelques travaux sur la question s'organisent en deux grandes catégories : d'un côté ceux qui insistent sur les caractéristiques méthodologiques de ces indicateurs, et en particulier celui de Gini ; de l'autre ceux qui les utilisent pour chiffrer l'impact de la mise en place d'un péage sur l'évolution des inégalités de l'agglomération en question [9] [10] [11] [12] [13] [15].

Un premier groupe de travaux met en évidence les caractéristiques et les particularités méthodologiques des indicateurs d'inégalité et insiste sur leur forte sensibilité. Claisse *et al.* utilisent les données de l'Enquête ménages de Lyon en 1995. Comme Paulo, ils utilisent la variable de revenu par unité de consommation et testent différents indicateurs d'inégalité (Gini², Theil, Atkinson notamment).

¹ Promulguée le 12 juillet 2010, la loi dite « Grenelle 2 » donne la possibilité d'expérimenter le péage urbain – sous forme de péages de cordon ou de zone – aux agglomérations françaises de plus de 300 000 habitants.

² Berri (2008) ne s'intéresse pas spécifiquement au péage urbain mais il cherche à évaluer les inégalités de consommation de transport parmi les ménages français. Il utilise un indice de Gini décomposé basé sur la composition des dépenses des ménages. Chaque composant est intégré à travers la propre valeur de son coefficient de Gini, sa part dans le budget et son degré d'association dans le total des dépenses. L'indicateur de Gini peut alors avoir une valeur négative, ce qui rend la décomposition utile. Ses résultats montrent la contribution relative de l'utilisation de la voiture à l'inégalité globale mais avec

Dans le cas de l'indice de Gini, ils montrent que le risque de sous-estimation de l'inégalité lié au regroupement des observations en classe est d'autant plus élevé que le coefficient de Gini est élevé et que le nombre de classes est faible. Ils soulignent également que l'indicateur d'Atkinson, qui rajoute un jugement éthique de la société dans l'évaluation des inégalités, et dans une moindre mesure celui de Theil, qui permet d'évaluer les inégalités entre différentes sous-populations. Paulo montre par ailleurs que ces différents indicateurs d'inégalités peuvent ne pas varier ensemble ni dans les mêmes proportions [9] [11].

Ramjerdi souligne l'importance du choix de l'unité et de la variable retenue pour la mesure de l'inégalité. Les mesures d'inégalités sont par ailleurs très sensibles au niveau de désagrégation spatiale et à l'échelle retenus. Comme différentes mesures de justice fournissent différents classements de distribution des revenus, elle montre qu'il devient alors difficile de juger une politique sur son implication en termes de justice en n'utilisant qu'un seul indicateur de mesure. En conséquence, elle préconise d'utiliser plusieurs indicateurs d'inégalité et de ne pas étudier la justice en référence à une valeur prédéfinie des indicateurs.

Un second groupe de travaux utilise les indicateurs d'inégalité pour chiffrer l'impact de la mise en place d'un péage. Cette mesure peut être très négative pour certaines catégories mais positive pour l'agglomération dans son ensemble. Sumalee *et al.* évaluent l'impact d'un système de péage sur la distribution géographique des bénéfices. Ils développent un algorithme génétique pour identifier la localisation et le niveau de tarif optimaux d'un système de péage de cordon. Ils décomposent la variation de bien-être pour chaque paire d'origines-destinations et mesurent le coefficient de Gini qui varie de 0,2 (avec un cordon extérieur) à 0,48 (schéma optimal de double cordon). Ils montrent ainsi que le péage de type double-cordon est le plus mauvais en terme d'inégalités. Toutefois, ils ne décomposent pas ensuite cet effet du péage en fonction des différents groupes de population [10] [12] [13] [15].

Eliasson et Mattsson développent quant à eux un modèle spécifique pour évaluer les effets du péage de Stockholm sur l'équité. Si la plupart des travaux s'intéressent uniquement à la manière dont les coûts et les bénéfices sont distribués parmi les groupes de revenu, ils intègrent d'autres dimensions comme la distribution des coûts et des bénéfices selon le genre, la localisation, et le type de ménage. Pour Eliasson et Mattsson, plusieurs catégories de la population seront affectées par la mise en place du péage. Toutefois, ce sont les automobilistes qui habitent à l'extérieur de l'agglomération et qui viennent dans le centre qui le seront le plus. L'impact négatif du péage sur cette

population sera d'autant plus fort que leur revenu sera faible et que leur capacité d'adaptation sera faible également. Cette capacité d'adaptation des individus dépend du motif de leur déplacement. Le motif travail, l'un des plus contraints tant au niveau des horaires que de la localisation des emplois, est celui qui leur permet le moins de latitude. De manière plus inattendue, une autre catégorie de la population sera fortement et négativement affectée par le péage : il s'agit des hommes résidents dans la zone à péage ayant les revenus les plus élevés qui effectuent de nombreux déplacements en voiture dans la zone. Toutefois, même si le péage est une mesure régressive pour ces deux catégories, Eliasson et Mattsson concluent que cette mesure est progressive pour la population prise dans son ensemble grâce aux gains de temps qu'elle permet [13].

Toujours sur le cas du péage de Stockholm, Karlström et Franklin étudient l'équité horizontale et sociale de ce système. Ils mesurent l'équité horizontale par le choix du mode de transport entre les hommes et les femmes (voiture particulière versus transports collectifs) et l'équité verticale par le choix de l'heure de départ. Ils montrent que dans le choix du mode de transport les différences liées au sexe sont finalement assez faibles mais que l'iniquité sociale du péage, traduite par la hausse de l'indice de Gini, est beaucoup plus forte. La possibilité de moduler ses horaires de départ semble profiter à ceux qui ont les revenus les plus élevés car ils bénéficient d'une plus grande flexibilité de leurs horaires de travail. En outre, comme une unité additionnelle de monnaie est davantage valorisée par ceux qui ont moins de revenu, il devient nécessaire d'augmenter le niveau de péage avec le revenu pour que le péage soit socialement juste, et non de se contenter d'une hausse du montant absolu du péage [15].

Pour conclure, si l'indice de Gini semble être l'indicateur le plus couramment utilisé, sa sensibilité à la désagrégation spatiale retenue souligne la nécessité de le coupler à d'autres indicateurs pour une meilleure compréhension des inégalités. Les indicateurs de Theil et d'Atkinson, *quasi-absents* de la littérature du domaine des transports, méritent alors d'être réhabilités pour une analyse plus fine des inégalités.

Mesurer les inégalités spatiales

L'accessibilité, cette facilité avec laquelle les activités peuvent être atteintes étant donnés un lieu d'origine et un système de transport, correspond, comme le souligne Masson, au franchissement de la barrière opposée par l'espace au mouvement des personnes et des choses, comme à l'échange des biens, des services et des informations [16] [18].

Derrière cette définition usuelle de l'accessibilité, ce concept revêt des formes variées auxquelles sont associées différentes mesures. À une approche de l'accessibilité

une baisse au cours du temps. Les inégalités de transport seraient ainsi essentiellement dues au coût d'achat de la voiture et aux coûts d'utilisation de la voiture comme les carburants.

envisagée au travers des comportements individuels, s'ajoute une vision de l'accessibilité sous l'angle de la séparation spatiale. Ainsi, au-delà des indicateurs envisageant uniquement la séparation spatiale (ou temporelle) comme variable, la plupart des indicateurs considèrent tant cette séparation que l'opportunité atteinte grâce au déplacement. Ces deux éléments peuvent apparaître explicitement : c'est le cas pour les mesures de type « distance-coût » ou les mesures potentielles gravitaires de l'accessibilité. Ils peuvent également intervenir plus implicitement dans les mesures issues de la *time-geography* ou les mesures basées sur l'utilité [17] [19] [20] [21] [22].

L'indicateur d'accessibilité, de par sa double composante – transport et localisation des activités –, est principalement utilisé pour examiner ou évaluer différentes stratégies d'aménagement du territoire ou politiques de transport. Si l'accessibilité n'est pas toujours mobilisée dans l'optique d'envisager les inégalités spatiales, elle peut être utilisée comme un vecteur de réduction des inégalités sociales. Toutefois, s'il existe une abondante littérature sur l'accessibilité à l'échelle nationale ou régionale, les travaux sur l'accessibilité en zone urbaine sont plus rares et à l'exception de Ramjerdi, aucun ne mesure les conséquences du péage urbain sur l'accessibilité [12] [23] [24] [25] [26].

L'impact de la mise en place d'une tarification de l'infrastructure routière, par le biais d'un péage, sur l'accessibilité spatiale fait partie des politiques testées. Ainsi, soulignant le faible nombre de papiers sur l'évaluation des impacts spatiaux du péage sur les indicateurs d'accessibilité, Condeço-Melhorado *et al.* s'intéressent à l'impact du péage interurbain sur l'accessibilité régionale et la cohésion territoriale [7] [27].

La perspective d'une analyse des inégalités spatiales par l'accessibilité renforce l'idée que l'aménagement du territoire (*via* la localisation des activités) influence les pratiques de déplacement des individus tant dans la décision ou non de se déplacer que dans le choix des modes de déplacement. La densification des opportunités et la mixité des usages du sol (emplois, commerces, logements) permettent ainsi un accroissement de l'accessibilité sans accroître nécessairement le niveau de mobilité et ce, à l'inverse d'une séparation des usages du sol, plus gourmande en mobilité [28].

La littérature recense de nombreux travaux mesurant l'accessibilité à l'échelle métropolitaine, régionale voire nationale. Les recherches menées à l'échelle d'une agglomération, au sens de l'unité urbaine, telle que définie par l'Insee sont plus rares. La difficulté d'une étude en milieu urbain réside principalement dans l'hétérogénéité de l'offre de transport et d'opportunités en fonctions des quartiers d'une part, et l'importance d'une variation (même minime) des coûts de déplacements sur le niveau d'accessibilité, d'autre part. Mesurer l'accessibilité en considérant un

découpage zonal très fin nécessite une représentation de l'offre de transport précise afin d'éviter des approximations dont les répercussions sur les résultats pourraient être cruciales [25] [29] [30] [32] [33] [34].

Une abondante littérature en économie régionale a montré que les indicateurs d'inégalités sociales et spatiales sont sensibles au découpage spatial retenu. Toutefois dans ce papier, nous nous affranchissons de cette difficulté en raisonnant par comparaison. Dans ce cas en effet, le découpage spatial est figé et c'est plus la variation d'un indicateur qui nous intéresse que son niveau. Or c'est justement ce niveau qui est très sensible au découpage retenu [31] [34].

Éléments méthodologiques

Les indicateurs mobilisés

Comme le montre la littérature, il est nécessaire d'utiliser et de comparer plusieurs indicateurs d'inégalités. Pour évaluer la situation lyonnaise actuelle, nous faisons donc le choix de comparer les résultats des indicateurs de Gini, de Theil et d'Atkinson.

L'indice de Gini est un indicateur de concentration des revenus. Il permet de mesurer la dispersion de la variable revenu dans la population et la plus ou moins grande progressivité d'une politique : plus il est proche de 1, plus grandes sont les inégalités de revenu. D'après l'Insee (2009), la valeur est en moyenne de 0,28 en France.

Dans le cas d'une distribution des revenus sur une population de N individus, $i = 1, \dots, N$, y_i correspondant aux revenus de l'individu i et μ le revenu moyen, l'indice de Gini, noté G , s'écrit de la manière suivante :

$$G = \frac{1}{2N^2\mu} \sum_i \sum_j |y_i - y_j|$$

L'indicateur de Theil mesure l'écart entre le poids d'un individu dans la population et le poids de son revenu dans le total. Sa valeur varie entre 0, la situation d'égalité et $\log N$, cas où tous les revenus sont nuls sauf un. L'indicateur de Theil est de la forme suivante :

$$T = \log(N) - \sum_{i=1}^N Y_i \log\left(\frac{1}{Y_i}\right)$$

avec N le nombre total d'individus, Y_i la part du revenu total reçu par l'individu i . Par définition, la limite supérieure, $\log(N)$, est fonction de N : plus la population est élevée plus l'inégalité est grande.

$$T = \frac{1}{N} \sum \frac{y_i}{\mu} \log \frac{y_i}{\mu}$$

où y_i est le revenu de l'individu appartenant à la population de N individus et μ le revenu moyen.

L'indice de Theil prend une valeur positive lorsqu'il existe des revenus supérieurs à la moyenne. *A contrario*, il peut prendre une valeur négative lorsqu'il existe des revenus inférieurs à la moyenne. Dans ces circonstances, la variation de l'indicateur consécutive à un transfert d'un « riche » vers un « pauvre » entraîne une variation négative de l'indicateur.

L'indice d'Atkinson propose de rendre explicites les jugements de valeur impliqués dans le choix des paramètres de la fonction de bien-être social. L'indicateur de bien-être d'Atkinson (AT) s'écrit :

$$AT = 1 - \left[\sum_i \left(\frac{n_i}{N} \right) \left(\frac{y_i}{\mu} \right)^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{(1-\varepsilon)}}$$

avec N le nombre total d'observations, n_i le nombre d'individus pour chaque catégorie de revenu $i = 1, \dots, n$, avec y_i correspondant au revenu de l'individu i , μ le revenu moyen, $\varepsilon \geq 0$ est un paramètre qui définit l'aversion relative à l'inégalité. Par exemple, si $\varepsilon = 1$, chaque individu de la population a le même poids (lorsque $\varepsilon = 1$, chaque individu de la population a le même poids). Lorsque $AT = 0$ alors tous les revenus sont égaux, lorsque $AT = 1$ alors un revenu est nul. Un transfert d'un riche vers un pauvre entraîne une baisse de l'indice d'Atkinson.

Les mesures potentielles gravitaires sont parmi les plus fréquemment utilisées dans la littérature pour calculer l'accessibilité en milieu urbain et ce, en raison notamment de leurs fondements théoriques solides (cohérence avec le calcul de surplus et respect des axiomes de Weibull) [32].

Une formulation générale (Hansen, 1954) peut s'écrire sous la forme suivante :

$$A_i = \sum_{j=1}^n D_j f(C_{ij})$$

où D_j est le nombre d'opportunités dans la zone j , C_{ij} le coût temporel du déplacement entre les zones i et j , (avec $C_{ij} = vT_{ij}$ où v correspond à la valeur du temps et T_{ij} au temps de déplacement), $f(C_i)$ une fonction de résistance et n le nombre de zones, et n le nombre de zones.

Cet indicateur mesure l'accessibilité potentielle aux emplois localisés dans notre cas dans l'agglomération lyonnaise. Si les relations « domicile-travail », ne génèrent que 19 % des déplacements quotidiens sur l'agglomération lyonnaise, elles « structurent » l'emploi du temps des actifs.

Éléments de cadrage

Outre une disponibilité facilitée des données, quelques éléments chiffrés de cadrage permettent de mieux comprendre le choix de cette aire d'étude pour tester la mise en place d'un péage urbain.

Nous utilisons les données de l'Enquête ménages, collectées pour l'agglomération lyonnaise en 2006. Cette enquête fournit à la fois des données individuelles et sur les ménages. Ces données concernent principalement les caractéristiques socio-économiques, les choix de déplacement, et la localisation résidentielle. L'agglomération est divisée en 29 zones³, l'échantillon est sélectionné de manière aléatoire, le revenu déclaré est annuel et net. Le périmètre d'étude, reprenant dans ses grands traits, celui du SCOT de l'agglomération lyonnaise, regroupe plus de 1,32 millions d'habitants repartis sur 72 communes, dont 44 % millions d'habitants dans le centre (Lyon-Villeurbanne). Plus de 700 000 emplois sont proposés dont 60 % dans la zone centrale de Lyon-Villeurbanne.

Nous ne disposons pas du chiffre exact du revenu par individu mais uniquement de sa tranche de revenu, tranche qui a été établie par l'enquête. Pour pouvoir utiliser le revenu moyen de chaque tranche, l'hypothèse d'une répartition homogène des revenus à l'intérieur de chaque tranche est posée. Nous restons toutefois confrontés à des problèmes d'effets de seuil liés au découpage des revenus en classes de revenus. Pour obtenir une valeur plus précise du revenu du ménage, nous utilisons le revenu par Unité de consommation (UC) qui permet de tenir compte de l'âge des personnes qui composent le ménage⁴. Pour comparer des indicateurs d'inégalités sur différentes périodes, nous utilisons par ailleurs les données de revenu en modalités qui fournissent une valeur plus précise du revenu du ménage que des données en décile de revenu. Enfin, nous utilisons un fichier constitué de 7 902 ménages sur les 11 229 présents dans la base. Les ménages qui n'ont pas répondu à la question relative aux revenus ont été retirés de la base. En effet, sans cela il n'est pas possible de représenter la courbe de Lorenz. La solution qui consiste à mettre à zéro les données manquantes n'est pas possible puisque cette solution tire alors vers le bas l'estimation [9].

Nous considérons le nombre d'emplois total par zone j comme masse attractive. En effet, la localisation des emplois constitue, avec celle des services, l'un des

³ Néanmoins les zones 26 et 29 ne subissent aucune modification avant/après péage. Elles sont donc par la suite exclues de l'analyse.

⁴ Les dépenses de consommation du ménage sont différentes suivant l'âge de la personne. Pour ce faire nous utilisons l'échelle d'équivalence retenue par l'Insee: le premier adulte compte pour 1 UC ; les autres personnes de 14 ans ou plus comptent pour 0,5 UC ; et les moins de 14 ans comptent pour 0,3 UC.

déterminants majeurs des choix de localisation des individus (Thériault *et al.*, 2008). Les déplacements pour le motif « travail », quel que soit le motif à l'origine, représentent ainsi près de 25 % des déplacements quotidiens et plus de 30 % des déplacements en heure de pointe du matin (Enquête Ménages Déplacements de l'agglomération lyonnaise, 2006).

Enfin, notre travail n'envisage que les impacts du péage à court terme, sans modification des choix de localisation des ménages ou des emplois. Une analyse de la variation, sur les moyen et long termes, rendrait plus appropriée l'utilisation d'un modèle Transport couplé à un modèle *Land Use*, et permettrait notamment de prendre en compte le prix du foncier.

La simulation

Les simulations de temps de parcours et les calculs d'accessibilité sont réalisés à partir de la plate-forme de modélisation Mosart. Les temps de parcours entre chacune des zones – ou plus précisément entre chaque centroïde des zones – correspondent aux temps réalisés en voiture particulière [35] [36].

Le péage urbain envisagé est un péage de cordon de 5 € autour des communes de Lyon et Villeurbanne, considérées comme le centre de l'agglomération. Aussi, dans la suite du texte, nous utiliserons les termes « centre » ou « zone centrale » pour signifier Lyon et Villeurbanne ; et « périphérie » ou « communes périphériques » pour signifier les communes hors Lyon et Villeurbanne. La zone concernée par le péage s'étale ainsi sur 62 km² environ. Le tarif de 5 € s'applique à tous les automobilistes effectuant un déplacement vers la zone centrale. Il ne concerne donc ni les déplacements internes au centre, ni le trafic de transit. Notons que le péage cordon est présenté dans le Plan de Protection de l'agglomération lyonnaise, soumis en 2008, comme un scénario « envisagé ». Le tarif de 5 €, proposé dans notre travail, a été fixé au regard du tarif initial de £5 du péage londonien, qui couvre une zone plus réduite que la nôtre (21 km² à Londres contre 62 km² pour Lyon-Villeurbanne) et principalement composée d'emploi.

Pour comparer la situation avant/après, on mesure une variation du coût généralisé du déplacement de *i* vers *j* (dC_{gij}) composée d'une variation du temps de déplacement de *i* vers *j* (dt_{ij}) et d'une variation du coût monétaire du déplacement de *i* vers *j* (dC_{ij}).

Soit l'équation suivante : $dC_{gij} = dC_{ij} + VOT dt_{ij}$
où VOT est la valeur du temps.

Nous faisons les hypothèses suivantes :

- d'une part que la variation du coût généralisé du déplacement de *i* vers *j* correspond à une variation du

revenu du ménage par unité de consommation (dR).

Autrement dit que: $dC_{gij} = dR$;

- d'autre part que la valeur du temps en euros/minute (VOT) est obtenue grâce au revenu par unité de consommation et par mois (sur la base de 7 heures de travail journalière et de 35 heures de travail par semaine).

On cherche finalement à résoudre l'équation suivante :
 $dR = dC_{ij} + VOT dt_{ij}$

Les résultats

Indicateurs d'inégalités sociales

Évolution des inégalités par zone

Les résultats de l'évolution (avant/après péage) des indicateurs de Gini, Theil, et Atkinson pour chacune des zones de l'agglomération, sont présentés dans les histogrammes ci-dessous.

Nos résultats permettent d'abord de constater une différence de la valeur des indicateurs avant/après le péage pour chacune des zones de l'agglomération (Figures 1 à 3). Ils mettent ensuite en évidence que les indicateurs de Theil et d'Atkinson sont ceux qui font ressortir les différences avant/après les plus marquées mais également les différences les plus fortes entre les zones. Enfin, seule l'évolution de ces deux derniers indicateurs montre que la mise en place du péage ne contribue pas systématiquement à accroître les inégalités dans toutes les zones de l'agglomération.

Sur l'ensemble de l'agglomération la valeur de l'indicateur de Gini avant le péage est de 0,34 et de 0,35 après le péage. Autrement dit le péage ne corrige en rien les inégalités initiales mais conduit au contraire à les accroître. En outre, la mise en place du péage conduit à une hausse de l'indicateur de Gini pour toutes les zones, à l'exception de la zone 20. Les zones 1, 2, 3 10, 12, 17 obtiennent une valeur de l'indice de Gini plus élevées que la moyenne de l'agglomération avant comme après le péage, autrement dit les inégalités y sont plus fortes.

Les résultats sont plus variables pour l'indicateur de Theil, qui par ailleurs ne s'accroît pas systématiquement à l'issue de la mise en place du péage : il baisse dans plus de la moitié des zones (Figure 2), ce qui signifie que le péage contribue, dans ce cas, à réduire les inégalités. Enfin, les zones 4 et 5 se distinguent par une valeur négative de l'indicateur de Theil. Dans ces deux cas, cela signifie qu'il existe un transfert des plus riches vers les plus pauvres. Autrement dit, dans ces zones, la mise en place du péage conduit à une redistribution des plus riches vers les plus pauvres.

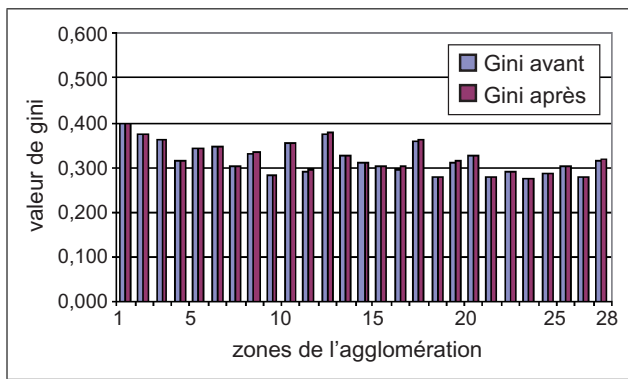


Fig. 1 Indicateur de Gini avant/après péage

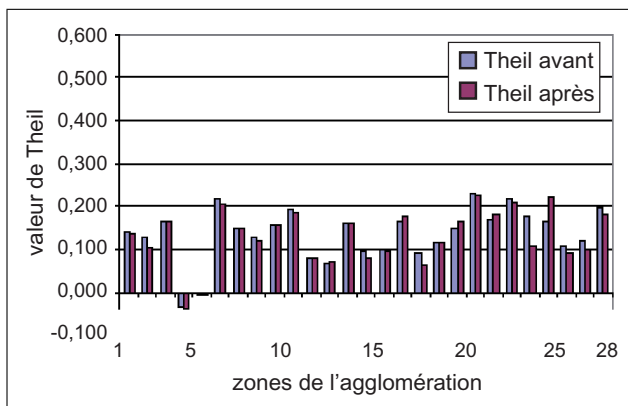


Fig. 2 Indicateur de Theil avant/après péage

Comme l'indicateur de Theil, celui d'Atkinson varie à la hausse ou à la baisse selon les zones, même si la baisse concerne moins de zones : l'indicateur d'Atkinson baisse pour les quatre zones de périphérie (19, 20, 21, 24). Comme dans le cas de l'indice de Theil, cette baisse de l'indicateur d'Atkinson traduit, dans ces zones, un transfert des plus riches vers les plus pauvres. Malgré ces exceptions, l'effet de péage de cordon est un effet régressif sur les inégalités sociales.

Évolution des inégalités au niveau de l'agglomération

Les résultats de l'évolution (avant/après péage) des indicateurs de Gini, Theil, et Atkinson pour l'agglomération prise dans son ensemble sont présentés ci-dessous. Lorsque nous utilisons le terme d'agglomération dans son ensemble, cela ne signifie pas que nous utilisons la moyenne des évolutions par zone mais que nous utilisons les données initiales sans tenir compte du découpage de l'agglomération en zones⁵.

⁵ Autrement dit, chaque ménage est identifié par sa localisation dans l'agglomération et non par sa localisation dans une des zones prédéfinies de l'agglomération.

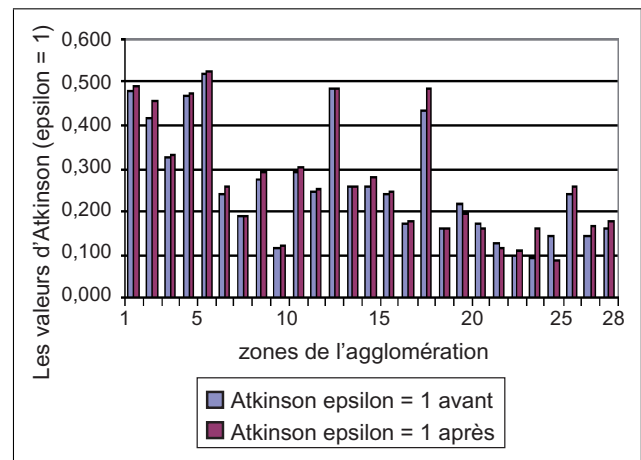


Fig. 3 Indicateur d'Atkinson avant/après péage

L'indice de Gini pour l'ensemble de l'agglomération suit la même logique d'évolution que lorsqu'on retient un découpage de l'agglomération en zones ; à savoir que la mise en place du péage induit une hausse de l'indicateur de Gini, signe d'un accroissement des inégalités.

Le résultat de Theil se démarque nettement puisque sa valeur est négative après la mise en place du péage. Comme nous l'avons dit, cela signifie que la mise en place du péage conduit à un transfert de revenu des plus riches vers les plus pauvres. Cette dimension redistributive du péage apparaissait déjà dans l'analyse de la décomposition de l'agglomération en zones mais ressort encore plus nettement lorsqu'on abandonne la décomposition. Ce résultat se démarque nettement de ceux des indicateurs de Gini et d'Atkinson.

Comme celui de Gini, l'indice d'Atkinson pour l'ensemble de l'agglomération s'accroît et est plus que triplé. Ce résultat induit deux commentaires. D'une part, cela signifie que le découpage de l'agglomération en zones permet d'identifier quelques exceptions, dans notre cas à la baisse, de l'indice d'Atkinson. Autrement dit, une baisse des inégalités dans ces zones périphériques alors qu'au niveau de l'agglomération le péage de cordon est une mesure régressive pour la population. D'autre part que l'indicateur d'Atkinson est l'indicateur pour lequel les différences avant/après sont les plus marquées.

Indicateurs d'accessibilité

La mise en place d'un péage cordon de 5 € pour entrer dans le périmètre du centre de l'agglomération (communes de Lyon et de Villeurbanne) se traduit par une baisse du niveau d'accessibilité de 13 % pour l'ensemble des actifs résidants dans le périmètre de l'Enquête. Par le terme « agglomération », on entend ici – contrairement à l'analyse

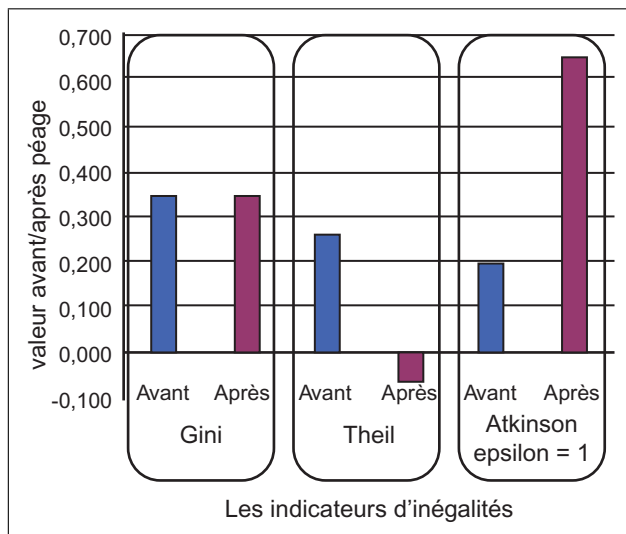


Fig. 4 Évolution des indicateurs de Gini, Theil et Atkinson avant/après péage pour l'agglomération dans son ensemble

des indicateurs d'inégalité – la somme des accessibilités des 28 zones du territoire.

La baisse du niveau d'accessibilité ne concerne toutefois pas l'ensemble des zones de l'aire d'étude et dépend de la localisation de ces dernières (cf. Figure 5). Ainsi, pour les actifs résidant dans les zones situées à l'intérieur du cordon du péage (c'est-à-dire les zones 1 à 8), le niveau d'accessibilité aux emplois – en voiture particulière – reste stable voire augmente. Les zones 5 et 6 (Lyon Sud-Ouest et Lyon Ouest) sont les véritables *gagnantes* de la mise en place d'un péage cordon. Ce résultat n'est pas véritablement surprenant. En effet, les actifs lyonnais ou villeurbannais ne doivent pas s'acquitter du montant du péage pour rejoindre la grande majorité des emplois de l'agglomération (emplois situés à Lyon ou Villeurbanne). Toutefois, comment expliquer que ces individus *gagnent* en accessibilité ? Pour répondre à cette question, il convient de regarder la composante temporelle du déplacement. La mise en place du péage se traduit pour un actif lyonnais ou villeurbannais par un gain de temps moyen de 30 secondes pour rejoindre les emplois localisés sur ces deux communes et 40 secondes pour rejoindre l'ensemble des emplois de l'agglomération. Ces gains de temps peuvent paraître très faibles mais rapportés à la durée moyenne de déplacement (environ 8 minutes pour des déplacements « centre-centre » et 20 minutes pour les déplacements entre l'ensemble des zones de l'agglomération), ils représentent une amélioration significative du temps de parcours.

De manière symétrique, la baisse d'accessibilité des zones périphériques (c'est-à-dire hors Lyon-Villeurbanne) est à relier avec la hausse du coût monétaire liée au péage. Le cordon du péage entourant la zone la plus dense

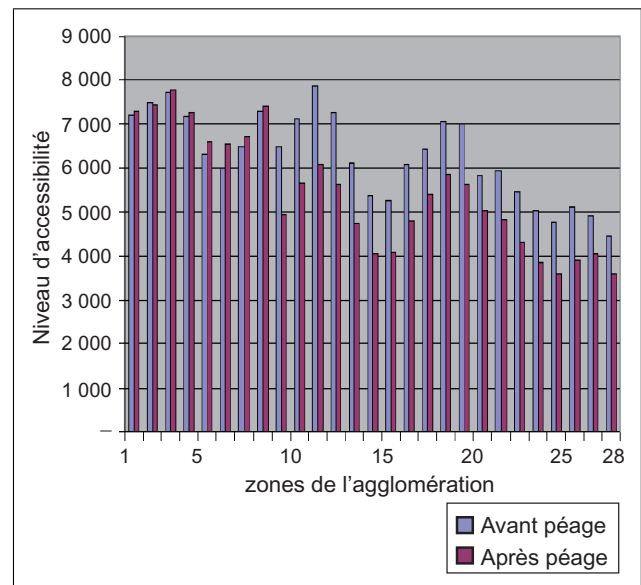


Fig. 5 Indicateur d'accessibilité avant/après péage

en termes d'emplois, les actifs des zones périphériques doivent s'acquitter des 5 € s'ils souhaitent atteindre les emplois du centre. Cette hausse du coût monétaire n'est pas – ou que très partiellement – compensée par les gains de temps résultant d'une réduction du niveau de trafic automobile. La baisse de 4 points du niveau de trafic automobile se traduit par un gain de temps moyen d'environ 2 minutes pour relier le centre-ville depuis les différentes zones périphériques de l'agglomération. Considérant une valeur du temps de 11,40 €/heure, seul un gain de temps supérieur ou égal à 26 minutes aurait permis de compenser le coût du péage. Il est intéressant d'observer que ce sont les zones les plus éloignées du centre qui connaissent les baisses d'accessibilité les plus faibles. Les secteurs de Meyzieu, Chassieu, Saint Bonnet, Corbas, Miribel et Trévoux (respectivement zones 17, 18, 20, 21, 27 et 29) voient leur niveau d'accessibilité se dégrader de moins de 20 %. Cette baisse relative de l'accessibilité est à relier au temps de déplacement depuis ces zones pour accéder au centre et, de fait, à la part relativement plus faible du péage dans le coût généralisé des déplacements.

Si cette analyse en termes de variation d'accessibilité nous renseigne sur la « hiérarchie » des zones plus ou moins affectées par le péage urbain et leur localisation, elle ne nous éclaire ni sur le niveau d'accessibilité initiale de chacune des zones de l'agglomération, ni sur le nombre de personnes potentiellement concernées par le péage urbain dans chacune des zones de l'agglomération.

Pour lever cet écueil, l'histogramme suivant (Figure 6), présente la variation d'accessibilité (en ordonnée) rapportée au niveau d'accessibilité initiale avant péage (en abscisse).

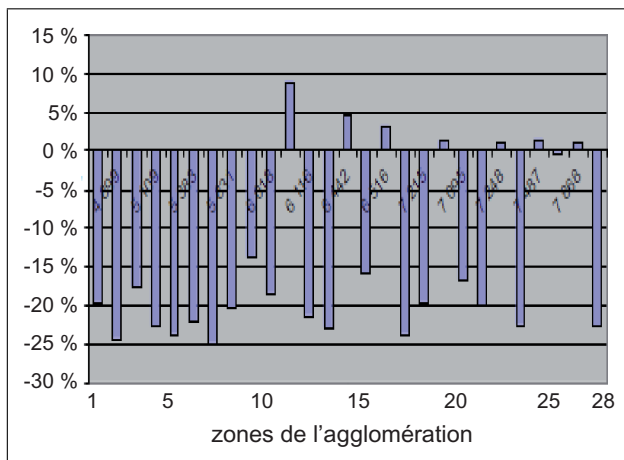


Fig. 6 Variation d'accessibilité en fonction du niveau d'accessibilité initiale

Une politique redistributive tendrait à favoriser les zones les moins accessibles initialement. On observe qu'il n'y a pas véritablement de corrélation entre le niveau d'accessibilité initiale et la variation d'accessibilité. Les zones pour lesquelles la baisse est la plus importante (supérieure à 20 points) sont indifféremment placées dans la partie droite ou gauche de l'axe et ce, même si la majorité de ces zones sont dans la partie gauche de l'axe. Toutefois, il ne faut pas conclure de cet histogramme que le péage urbain n'est pas redistributif. Si l'on se concentre sur les zones pour lesquelles la variation d'accessibilité est positive (les zones centrales), il apparaît que la variation d'accessibilité décroît avec le niveau d'accessibilité initiale. Le péage, en favorisant les zones centrales présentant l'accessibilité initiale la plus faible, présenterait une dimension redistributive à l'échelle du centre Lyon-Villeurbanne.

Regardons maintenant plus en détail la « composition » de chacune des zones de l'aire d'étude à partir du niveau de population active. Ainsi, une politique est d'autant plus redistributive qu'elle favorise les zones les plus peuplées. Pour ce faire, nous présentons la variation d'accessibilité, résultant de la mise en place du péage, en fonction du nombre d'actifs de chaque zone. De même que précédemment, nous n'observons pas de corrélation entre nombre d'actifs et variation d'accessibilité. Les zones pour lesquelles la baisse d'accessibilité est la plus élevée sont indifféremment faiblement ou fortement peuplées. Toutefois, sur les 19 zones concernées par une baisse de l'accessibilité, 14 présentent une population inférieure ou égale au tiers de celle de la zone la plus peuplée.

Comparée aux résultats des indicateurs d'inégalités présentés précédemment, la mesure de variation d'accessibilité nous offre des résultats intéressants. Ainsi, la mise en place d'un péage de cordon ne favorise pas particulièrement les zones pour lesquelles les inégalités

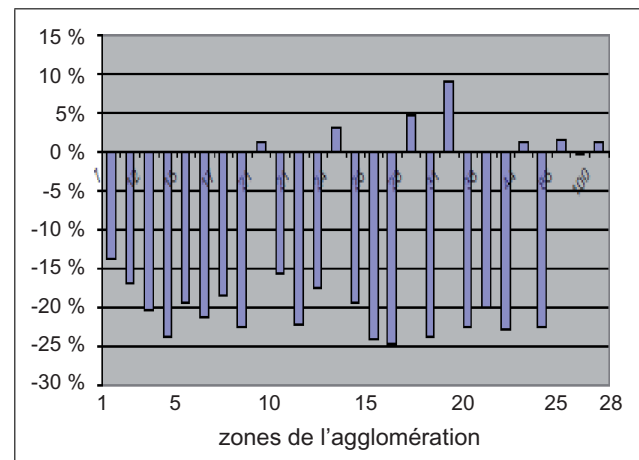


Fig. 7 Variation d'accessibilité en fonction de la population active par zone

de revenu sont les plus élevées. Si l'on excepte les zones 1, 2 et 3 dont le niveau d'accessibilité reste constant, les zones 11, 13 et 17 connaissent une baisse du niveau d'accessibilité comprise entre 16 % et 23 %. Pour ces trois zones, le péage, en pénalisant l'accès aux emplois centraux ne ferait qu'aggraver les inégalités de revenu entre individus pouvant s'acquitter du montant du péage pour occuper un emploi dans le centre, et les autres.

Conclusion

Ce papier s'intéresse à la mesure des inégalités sociales et spatiales, et à leur variation, à la suite de la mise en place d'une mesure de type « péage de cordon » pour accéder aux zones centrales de l'agglomération lyonnaise. Pour ce faire, différents indicateurs sont mobilisés simultanément: au-delà des indicateurs spécifiques d'inégalité tels ceux de Gini, Theil ou Atkinson, la mesure gravitaire de l'accessibilité est également utilisée pour apporter un éclairage complémentaire. L'intérêt d'une telle approche est double. Elle permet, d'une part, de mobiliser des indicateurs peu présents dans la littérature (indicateurs de Theil et d'Atkinson, notamment) alors qu'ils se révèlent pertinents pour envisager les transferts de revenus entre les catégories les plus riches et celles les plus pauvres. D'autre part, une analyse « composite » permet de comparer les indicateurs entre eux et de compenser les faiblesses éventuelles de l'un ou de l'autre et de comprendre l'évolution des inégalités. De fait, nos résultats montrent de fortes différences entre les indicateurs d'inégalités et leurs sensibilités aux variations. Notre travail montre qu'il convient de ne pas retenir un seul indicateur pour mesurer les inégalités.

Notre travail montre par ailleurs qu'il convient de conduire une analyse désagrégée par zone. La dimension

redistributive de la mise en place d'un péage cordon ne se traduit pas, à première vue, dans nos résultats à l'exception de deux zones centrales identifiées grâce à l'indice de Theil. Ce qui est plus frappant est que les résultats en termes d'inégalités sociales sont très contrastés. D'une part en fonction du zonage retenu (zones *versus* agglomération dans son ensemble) et d'autre part en fonction de l'indicateur d'inégalité sociale retenu. Les indices de Gini et d'Atkinson donnent les résultats les plus simples à analyser puisque les indices augmentent, à l'exception de quelques zones de périphérie bien identifiées pour le second, autant au niveau de l'agglomération que des différentes zones. Cette hausse traduit dans les deux cas une augmentation des inégalités à la suite de la mise en place du péage de cordon. Les résultats sont moins tranchés pour l'indicateur de Theil d'une part parce qu'il augmente dans certaines zones et baisse dans d'autres, sans distinction claire entre le centre et la périphérie, et d'autre part, parce qu'il baisse au niveau de l'agglomération ce qui traduit une baisse des inégalités. Cette baisse s'explique pour partie par la baisse marquée de cet indice pour les zones centrales 4 et 5 où s'effectue un transfert des plus riches vers les plus pauvres.

Toutefois, notre travail conclut également à un impact différencié du péage selon les zones de l'agglomération, ce qui abonde dans le sens d'une évaluation spatiale de l'effet de l'introduction du péage dans une agglomération. Une

analyse par zone souligne un léger effet redistributif au niveau de certaines zones et une amélioration de l'accessibilité notamment pour les zones centrales. Il est d'ailleurs intéressant d'observer que si le péage améliore l'accessibilité aux emplois depuis le centre de l'agglomération, cet accroissement de l'accessibilité est d'autant plus élevé que la zone est initialement relativement peu accessible. Cette remarque ne se vérifie toutefois pas pour les communes périphériques.

Faut-il dès lors conclure de notre travail que la mise en place d'un péage cordon n'est pas redistributive et qu'elle tend au contraire à accroître les inégalités ? La réponse est bien évidemment négative. Deux éléments nous permettent de nuancer nos résultats. Tout d'abord, notre travail n'est que partiel dans le sens où il ne prend en compte ni les usagers des modes alternatifs à l'automobile, ni l'utilisation des recettes issues du péage urbain pour financer des infrastructures de transports en commun par exemple. En outre, le découpage spatial – grossier – peut nous conduire, comme dans bien des cas, à des analyses trompeuses. Les mêmes types de mesures appliqués à une échelle plus fine auraient sans doute conclu à des résultats sensiblement différents. Parmi les limites inhérentes à notre travail, soulignons notamment la faiblesse des données sur les revenus et leur disponibilité à un niveau spatial plus fin.

Bibliographie

1. Souche S, Raux C, Croissant Y (2011) Péage urbain et (in)justice perçue: un obstacle à l'expérimentation en France ? *Revue Française d'Économie* XXVI
2. Richardson HW (1974) A note on the distribution effects of road pricing, *Journal of Economics and Policy* 8(7).
3. Glazer A (1981) Congestion tolls and consumer welfare, *Public Finance* 36: 77–83.
4. Evans AW (1992) Road congestion pricing: when is it a good policy? *Journal of Transport Economics and Policy* 26: 213–244.
5. Giuliano G (1992) An assessment of the political acceptability of congestion pricing, *Transportation* 19(4): 335–358.
6. Gomez-Ibanez JA, Meyer JR (1993) *Going private*, The Brookings Institution Washington D.C., 310 p.
7. Rietveld P, Verhoef ET (1998) Social feasibility of policies to reduce externalities in transport, in Button K.J., Verhoef E.T., *Road pricing, traffic congestion and the environment*, E. Elgard (ed), 316 p.
8. Raux C, Souche S (2004) The acceptability of urban road pricing: a theoretical analysis applied to experience in Lyon, *Journal of Transport Economics and Policy*, 33 p.
9. Claisse G, Diaz-Olvera L, Dille B, Klein O, Mignot D, Paulo C, Plat D, Pochet P (2000) Inégalités de déplacement et équité sociale, PREDIT, Rapport intermédiaire, 2, 68 p.
10. Sumalee A, May T, Shepherd S (2005) Comparison of judgmental and optimal road pricing cordons, *Transport Policy* 12: 384–390.
11. Paulo C (2006) *Inégalités de mobilités: disparités des revenus, hétérogénéité des effets*, Thèse de doctorat, Université Lyon 2, 389 p.
12. Ramjerdi F (2006) Equity measures and their performance in transportation, *Journal of Transportation Record Board* 1983: 67–74.
13. Eliasson J, Mattsson LG (2006) Equity effects of congestion pricing. Quantitative methodology and a case study for Stockholm, *Transportation Research Part A*: 602–620.
14. Berri A (2008) Transport consumption and redistributive effects of taxes: a repeated cross-sectional evaluation on French household data, 25^e *Journées de Microéconomie Appliquée*, 29-30 mai 2008, Université de La Réunion.
15. Karlström A, Franklin JP (2007) *Equity effects of congestion pricing—analysis of morning commutes during the Stockholm trial*, 26 p.
16. Morris JM, Dumble PL, Wigan MR (1978) Accessibility indicators for transport planning, *Transportation research A* 13: 91–109.
17. Hansen WG (1959), How accessibility shapes land use, *Journal of the American Institute of Planners* 25: 73–76.
18. Masson S (2000), *Les interactions entre système de transport et système de localisation en milieu urbain et leur modélisation*, Thèse de doctorat, Université Lyon 2.
19. Geurs KT, Ritsema Van Eck JR (2001) *Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economics impacts*. Rivm, Utrecht University.
20. Hägerstrand T (1970) What about People in Regional Science. *Papers of the Regional Science Association* 24: 7–21.
21. Ben-Akiva M, Lerman S (1979) Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In: Hensher D. A., Stopher P. R., (Eds), *Behavioural travel modelling*, London: Croom Helm, pp. 698–710.
22. Geurs KT, Van Wee GP (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions, *Journal of Transport Geography* 12:127–140.
23. Geurs KT, Zondag B, de Jong GC, de Bok M (2010) Accessibility appraisal of landuse/transport policy strategies: More than just adding up travel-time savings. *Transportation Research Part D* 15(7): 382–393
24. Bertolini L, le Clercq F, Kapoen L (2005) Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. *Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward*, *Transport Policy* 12: 207–220.
25. Grengs J (2010) Job accessibility and the modal mismatch in Detroit, *Journal of Transport Geography* 18: 42–54.
26. Preston J, Rajé F (2007) Accessibility, mobility and transport-related social exclusion, *Journal of Transport Geography* 15: 151–160.
27. Condeço-Melhorado A, Gutierrez J, Garcia-Palomares JC (2011) Spatial impacts of road pricing: accessibility, regional spillovers and territorial cohesion, *Transportation Research Part A* 45: 185–203.
28. Banister D (2008) The sustainable mobility paradigm, *Transport Policy* 15: 3–80.
29. Reggiani A *et al.* (2010) Regional labour markets and job accessibility in City Network systems in Germany, *Journal of Transport Geography*, doi:10.1016/j.jtrangeo.2010.05.008.
30. Cervero R, Rood T, Appleyard B (1999) Tracking accessibility : employment and housing opportunities in the San Francisco Bay Area, *Environment and Planning A* 31: 1259–1278.
31. Mercier A (2008) *Accessibilité et évaluation des politiques de transport en milieu urbain: le cas du tramway strasbourgeois*, Thèse de doctorat, Université Lyon 2.
32. Raux C, Mercier A, Ovtracht N (2008) Evaluation économique des politiques de transport et indicateurs d'accessibilité spatiale : l'apport des SIG, *Cybergeo, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*, 435.
33. Kwan MP, Weber J (2008) Scale and accessibility: Implications for the analysis of land use-travel interaction, *Applied Geography* 28: 110–123.
34. Duranton G, Overman HG (2005) Testing for localization using micro-geographic data, *The Review of Economic Studies* 72(4): 1077–1106.
35. Bonnafous A, Crozet Y, Mercier A, Ovtracht N, Thiébaud V (2009) *MOSART: un prototype d'outil d'aide à la décision individuelle et collective pour une mobilité durable*. Rapport final pour le compte du PREDIT.
36. Bonnafous A, Crozet Y, Mercier A, Ovtracht N, Puech F, Péguy PY (2010) MOSART et le projet PLAINSUD : une plate-forme de modélisation et de simulation de l'accessibilité pour l'aide à la décision et l'aménagement du territoire, in Antoni J-P. (sous la direction de) *Modéliser la ville*, ouvrage PREDIT, Economica.