



**HAL**  
open science

## Le péage urbain

Charles Raux

► **To cite this version:**

Charles Raux. Le péage urbain. Documentation française (La), 92 p., 2007, Coll. Transports, recherche, innovation. Le point sur. halshs-00178037

**HAL Id: halshs-00178037**

**<https://shs.hal.science/halshs-00178037>**

Submitted on 13 Jun 2018

**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.

Le point sur

TRANSPORTS  
RECHERCHE  
INNOVATION

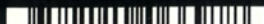
# Le péage urbain

Charles Raux



PREDIT

La **documentation** Française



## PRÉSENTATION

Le Predit est un programme national de recherche, d'expérimentation et d'innovation dans les transports terrestres, initié et conduit par les ministères chargés de la Recherche, des Transports, de l'Industrie, de l'Environnement, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), Oséo innovation et l'Agence nationale de la recherche (ANR). Stimulant la coopération entre secteurs public et privé, contribuant à produire des connaissances pour les politiques publiques, des technologies et des services, il vise à favoriser l'émergence de systèmes de transport économiquement et socialement plus efficaces, plus sûrs, plus économes en énergie et, finalement, plus respectueux de l'homme et de l'environnement.

Construit autour des quatre domaines stratégiques que sont la gestion de la mobilité, la sécurité, le transport de marchandises, l'énergie et l'environnement, le Predit 3 (2002-2007) poursuit trois grands objectifs :

- assurer une mobilité durable des personnes et des biens ;
- accroître la sécurité des systèmes de transport ;
- réduire les impacts environnementaux et contribuer à la lutte contre l'effet de serre.

L'année 2007 sera consacrée à la fois à la poursuite de l'incitation, au bilan et à l'évaluation du programme engagé en 2002, et à la préparation d'une proposition pour une prochaine édition de cet effort public pluriannuel coordonné.

La collection « Transports Recherche Innovation » à La Documentation française, composée essentiellement de petits ouvrages faisant le point sur un thème, est un outil important pour la valorisation du Predit 3.





## SOMMAIRE

PRÉFACE .....	7
INTRODUCTION .....	9
CHAPITRE 1 .....	13
<b>Le modèle standard du péage de congestion</b> .....	13
Les coûts de production et d'usage de la route .....	14
La demande, ou le lien entre utilité et tarification des infrastructures .....	20
La tarification et l'investissement optimaux .....	23
La tarification comme solution au problème de la congestion .....	28
Le péage de congestion, un bien-être peu convaincant .....	29
Conclusion .....	36
CHAPITRE 2 .....	37
<b>Le passage à la pratique</b> .....	37
Pourquoi le péage routier ? .....	37
Les technologies de péage électronique .....	38
Les différentes configurations de péage .....	39
Équité sociale et acceptabilité .....	41
Quels impacts sur les formes urbaines ? .....	43
CHAPITRE 3 .....	45
<b>Les applications</b> .....	45
Le péage de zone de Londres .....	45
L'expérience de péage de Stockholm .....	52
Singapour : péage urbain et quotas de véhicules .....	54
Les péages de cordon en Norvège .....	58
Qualité de service et péage dynamique aux États-Unis .....	65
Le cas de la France .....	70
CONCLUSION .....	77
BIBLIOGRAPHIE .....	85





## PRÉFACE

Les économistes constituent une corporation qu'il est assez commode de caricaturer. Ne pourrait-on pas en effet résumer leurs analyses à l'hypothèse selon laquelle, quel que soit le problème posé, une solution existerait, consistant à se rapprocher d'une situation où pourrait fonctionner un marché ? L'usage du conditionnel est ici important, que nous pourrions illustrer par la formule bien connue « tout se passe comme si... ». Lorsque se pose une question liée à l'affectation de ressources rares, tout se passe comme si la notion de marché et ses composantes (offre, demande, élasticité...) permettaient d'abord de comprendre ce qui est en jeu pour offrir ensuite des issues, y compris pour les politiques publiques.

Le cas de la congestion routière illustre parfaitement ce raisonnement. Alors qu'il s'agit d'une question éloignée des préoccupations premières des économistes, il se trouve que ces derniers ont, depuis près de cent ans, proposé des concepts propres à aider à la prise en compte des coûts externes, dont la congestion fait partie au même titre que la pollution ou le bruit. Par définition extérieures aux marchés, ces externalités négatives peuvent être réintégrées dans les prix de marché grâce à des taxes environnementales, appelées taxes pigouviennes, en hommage à A. C. Pigou, l'inventeur du concept d'externalité. Ainsi, face à la congestion, la solution évidente est, pour les économistes, la tarification. En zone urbaine, cela s'appelle le « péage urbain ».

Pourtant, il serait trop simple de croire que, face à un problème, la corporation des économistes se met aisément d'accord sur une solution. Une fois de plus, la caricature dit vrai : là où il y a deux économistes, il y a au moins deux solutions différentes ! Ainsi, comme le montre Charles Raux, le péage urbain est d'abord né dans une perspective de régulation des flux d'automobiles. Mais d'autres analystes ont aussi insisté sur le fait que le péage vise surtout à recueillir des fonds pour développer les infrastructures. Les expérimentations de péage urbain s'inscrivent dans ces deux catégories. Si Singapour, Londres ou Stockholm se sont clairement inscrits dans la première perspective, les péages mis en place à Lyon, à Marseille ou dans certaines villes norvégiennes visent essentiellement à financer des tunnels ou des voiries additionnelles.

Par leur diversité même, ces expériences montrent que les raisonnements des économistes ne sont pas que des élucubrations « en chambre ». Pour autant, dans la mesure où il s'agit de propositions émanant de la profession lugubre des économistes, elles sont reçues plutôt négativement par la population. Pourquoi faudrait-il payer pour l'utilisation d'une infrastructure auparavant gratuite ? Le péage urbain, en première analyse, est rejeté,



assimilé à un octroi avec tout ce que charrie cette référence d'Ancien Régime. La question se pose alors de savoir pourquoi se développe le nombre de villes intéressées par cette pratique. La réponse est simple, évidente comme... les effets externes comme le montre le récent retour sur l'agenda français des politiques publiques du thème du péage urbain, recommandé dans le récent rapport de Boissieu sur le facteur 4.

Pour aller dans le sens des conclusions de Charles Raux, rappelons que le réchauffement climatique est ici très largement un prétexte pour résoudre des problèmes liés à la rareté radicale de l'espace en zone urbaine. Car l'objectif du péage est bien de traiter les conflits d'usage et il est nécessaire de rappeler que le péage ne prend pas forcément une forme monétaire <sup>1</sup>. Dans de nombreuses agglomérations dont Paris est l'archétype, existe un péage temporel qui réduit les voiries et rend le stationnement plus difficile. Ce n'est pas un péage *de* congestion, mais un péage *par* la congestion. Un tel choix n'est pas dénué d'intérêt pour les habitants et les élus car il constitue pour les automobilistes un signal clair dont les effets ne sont pas la fuite mais le retour au centre-ville des populations les plus aisées. Loin d'être environnemental, il s'agit d'une forme patrimoniale de péage qui, quoiqu'en pensent les automobilistes, a de réels avantages pour protéger les centres-villes.

Mais, outre le fait qu'il accentue la gentrification des centres-villes, ce péage temporel a un gros inconvénient, il ne rapporte rien ! Il ne donne pas de ressources supplémentaires, ni pour la voirie, ni pour les transports en commun. Il est donc très probable que ce péage temporel ne soit qu'une étape vers la mise en place d'un péage monétaire. Comme souvent en économie, on commence avec la réglementation pour passer ensuite à la tarification. Le cas du stationnement en est une bonne illustration. Dans toutes les agglomérations, et pas seulement les plus grandes, comme le rappelle Charles Raux, la rareté de l'espace fait que les automobilistes doivent s'attendre à une montée en puissance d'une rationalisation par les prix qui viendra compléter le rationnement par les quantités.

Pour toutes ces raisons, je ne peux que recommander la lecture d'un ouvrage qui montre au lecteur automobiliste, ou motocycliste, à quelle sauce il sera mangé ! Il sera notamment ravi d'apprendre qu'il n'existe pas une seule recette, mais toute une gamme de solutions tarifaires et non tarifaires. Son intelligence des problèmes sera alors augmentée, sachant que, pour paraphraser Spinoza, nous devons nous convaincre qu'une bonne stratégie est celle qui développe une « intelligence de la nécessité » !

#### Note

1. Crozet, Y. et Marlot, G., (2001) « Péage urbain et ville durable : figures de la tarification et avatars de la raison économique », *Les Cahiers scientifiques du transport*, n° 40, p. 79-113, éd. de l'AFITL.



## INTRODUCTION

Le péage urbain revient sur le devant de la scène avec le succès apparent du péage du centre de Londres et l'expérience récente (en 2006) du péage de Stockholm. On ne compte plus en Europe le nombre de villes qui l'envisagent ou l'ont envisagé, Milan vient de se jeter à l'eau, tandis que Paris, soumise à la pression de sa consœur et rivale d'outre-Manche, en rejette l'idée. L'Asie est présente, avec l'exemple phare de Singapour, tandis que les États-Unis ont lancé un important programme de lutte contre la congestion.

Soulignons d'emblée que le « péage urbain », qui fait controverse ici, est celui qui consiste à faire payer l'automobiliste pour entrer ou circuler dans une zone ou dans un corridor, en permanence ou à des heures particulières, celles de plus forte demande. Les échappatoires sont alors limitées, car circuler à des heures où le péage ne fonctionne pas, changer de destination ou d'itinéraire, ou changer de mode de transport est difficile voire impossible, et l'automobiliste rechigne à devoir payer pour quelque chose qu'il avait l'habitude d'utiliser gratuitement.

C'est donc l'occasion de faire le point sur une question qui agite le petit monde des économistes depuis près d'un siècle, mais qui n'a quitté que depuis quelques années les terres de l'académie pour l'application sur le terrain, pour diverses raisons d'ordre politique et surtout technologique. On ne saurait trop insister sur le fait majeur de l'innovation technologique qui rend aujourd'hui abordable la télé-perception de redevances variables selon les lieux et les jours et heures de passage des véhicules. Ce changement donne une réalité à une suggestion qui ne pouvait rester que théorique il y a encore vingt ans face à l'explosion du trafic automobile<sup>2</sup>.

Mais comment les économistes ont-ils pu imaginer cela ? Pour deux raisons, la première étant que ne pas tarifer l'automobiliste pour la congestion à laquelle il contribue individuellement est générateur de perte pour la collectivité<sup>3</sup>. La seconde raison est qu'à partir du moment où une infrastructure produit de l'utilité pour l'utilisateur, on peut demander à ce dernier d'acquitter un péage, et ainsi rendre possible l'investissement qui, sans ces recettes et faute d'argent public disponible, ne serait pas réalisé<sup>4</sup>.

### Notes

2. Si l'on excepte le péage de Singapour (1975), manuel à l'origine (*cf. infra*), le premier péage urbain entièrement électronique date de 1991 en Norvège.
3. Idée initialement énoncée par Pigou (1920).
4. *Cf.* les travaux de Dupuit (1844, 1849).



La congestion routière résulte d'une inadéquation entre le flot de véhicules qui cherchent à circuler sur l'infrastructure et la capacité que cette dernière peut offrir. Elle est provoquée par chacun des véhicules et occasionne à tous des pertes de temps, des retards à destination, générateurs d'inconfort et de stress. Il en découle des pertes de productivité pour les entreprises qui doivent livrer ou se faire livrer des marchandises, avec la désorganisation et le risque de perte de compétitivité qui s'ensuit pour la ville. La congestion dégrade également la productivité des transports collectifs dont les bus ne peuvent être toujours protégés de la circulation automobile, d'où une perte de part de marché et une aggravation du déficit des transports publics<sup>5</sup>. Cette congestion traduit, comme nous le verrons, un manque de gestion efficace à court terme, auquel les économistes proposent de remédier par le péage.

Le développement des routes semble la réponse la plus évidente pour répondre aux pointes de trafic, mais la création de surcapacités uniquement pour répondre à des pointes temporelles serait également un gaspillage. En outre, cette solution se heurte à la difficulté d'insérer de nouveaux ouvrages dans des tissus urbains déjà densément occupés, d'où des coûts d'investissement qui dépassent les capacités financières de la collectivité.

Par exemple, la Direction régionale de l'Équipement de l'Île-de-France, dans sa récente contribution à la révision du schéma directeur de la région Île-de-France, en novembre 2006, souligne l'écart existant entre les besoins de financement et les capacités des collectivités publiques : les besoins d'investissement et de rénovation des infrastructures routières nationales, dans la région, sont de l'ordre de 4 à 5 milliards d'euros, alors que les collectivités publiques ont dépensé environ 200 millions d'euros par an en investissement. Le décalage est du même ordre concernant les transports collectifs.

Mais alors, on nous propose de rétablir les péages d'octroi de l'Ancien Régime ? Certes, les péages ont une (très) vieille histoire remontant à la Gaule romaine : leur rôle était celui d'un impôt, source de fiscalité pour les seigneurs et le roi. Lentement supprimés sur une longue période qui culmine avec la Révolution, ils reviendront pour un autre objectif, sous la pression du besoin de financement extrabudgétaire des infrastructures routières (*cf.* encadré ci-dessous).

#### Note

5. La double crise de l'encombrement et du financement des transports collectifs a été identifiée au début des années 1980 (LET, 1984). La dérive du financement des transports collectifs est d'une actualité plus criante aujourd'hui (Orfeuill, 2005). Une recherche du Predit vient d'être engagée sur la prospective du financement des transports publics, sous la responsabilité de Bruno Faivre d'Arcier (LET).

## Une brève histoire du péage en France

Les droits de péage ont une origine assez ancienne puisque apparaissant sous la Gaule romaine, le plus souvent confondus avec les droits de douane et les octrois. Leur rôle est essentiel sous l'Ancien Régime en tant que source de fiscalité et de revenus pour le roi, les seigneurs, les villes et les abbayes. C'est le roi qui accorde aux autorités locales ou leur retire le droit de percevoir un péage. En 1267, Saint-Louis supprime les péages abusifs et décide que les marchands ne peuvent être contraints de les payer, s'ils trouvent passage ailleurs (liberté d'itinéraire). Il accorde des concessions de péage aux seigneurs qui s'engagent à entretenir les ouvrages (canaux et voies navigables, ponts, gués, portions de routes accidentées). Cependant, pour les seigneurs, le péage est souvent considéré comme un droit sans contrepartie d'entretien des ouvrages. Les hausses inconsidérées de tarifs et l'absence d'entretien sont à l'origine de nombreuses plaintes. L'histoire des péages sous l'Ancien Régime est celle d'une lutte continue d'influence entre le roi et les seigneurs, dans le cadre de l'extension et de l'affermissement du pouvoir royal jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle.

En 1724, il existait 5 688 péages. Conscients de la nécessité de supprimer les entraves au commerce, les rois et leurs ministres successifs ont entamé un processus de liquidation progressive de tous les péages. Cependant les indemnisations des propriétaires traînent en longueur et les péages sont encore une source importante de doléances en 1789, à l'aube de la Révolution.

Les droits de péage sont partiellement abolis en 1789, puis complètement en 1793. Seuls subsistent quelques ponts à péage et droits de navigation fluviale. Les routes doivent être d'accès gratuit, les dépenses étant supportées par les pouvoirs publics. En 1880, la construction des ponts à péage est interdite, les péages existants devant être rachetés. Les droits de navigation sont également supprimés.

Malgré tout, sous la pression du besoin de recettes fiscales de la part des municipalités, l'octroi sera rétabli à Paris en 1798, puis progressivement dans d'autres villes. Dans le courant du XIX<sup>e</sup> siècle, plusieurs lois fixeront le cadre juridique de l'établissement des octrois. Ceux-ci seront finalement abolis en 1948.

La France connaîtra son unique expérience de péage urbain (de cordon) avec, en 1913 et 1914, l'épisode des villes mendiantes : une trentaine de municipalités décident de faire payer aux automobilistes un droit d'entrée en ville. Une campagne de presse, le désaveu du gouvernement pour « abus de pouvoir » et la guerre mettront fin à cette expérience.

Cependant la nécessité de recourir à des moyens extrabudgétaires pour financer le développement des infrastructures viendra progressivement à bout de l'interdiction des péages. En 1951, une première brèche est ouverte

avec la construction du pont à péage de Tancarville près du Havre. En 1955, la loi réaffirme l'usage gratuit des routes, « sauf dans des cas exceptionnels », et permet ainsi l'introduction des autoroutes à péage. Cette mention « exceptionnelle » sera supprimée de la loi en 1960, permettant l'accélération du programme de concession d'autoroutes à péage. Enfin, en 1986, la loi autorise la construction d'ouvrages d'art (ponts, tunnels) à péage en milieu urbain.

*Source* : Derycke (1997) et ressources Internet.

Plusieurs questions se posent alors. Quels arguments ont à faire valoir les économistes pour se lancer dans cette aventure risquée ? Est-ce faisable techniquement ? Quelles sont les applications réussies, pour quels objectifs, comment et pourquoi ça marche ? Comment ces programmes ont été acceptés ? Le jeu en vaut-il la chandelle ? Cela serait-il applicable en France et comment ? Telles sont les questions auxquelles nous essaierons de répondre au fil de cet ouvrage.

Le premier chapitre présente le modèle théorique standard qui justifie la préconisation du péage de congestion. Le chapitre suivant montrera comment on passe de la préconisation théorique à la pratique, avec l'instrument retenu, l'état actuel de la technologie, les différentes configurations de péage urbain, et ce qu'on peut dire aujourd'hui sur certains aspects de l'acceptabilité, à savoir les effets distributifs et les impacts sur la forme urbaine. Le troisième chapitre passe en revue des études de cas emblématiques, à savoir Londres, Stockholm, Singapour, la Norvège, les États-Unis puis la France. Enfin, en conclusion, nous reprendrons les principaux enseignements de ces expériences pour terminer par quelques perspectives sur le contexte français.

Soulignons enfin que cet ouvrage se veut didactique – du moins nous l'espérons –, que le spécialiste restera probablement sur sa faim, mais que le lecteur curieux voulant approfondir telle ou telle question, trouvera dans la bibliographie de quoi entretenir son appétit.

## CHAPITRE 1



# Le modèle standard du péage de congestion

La problématique de la congestion routière provient de ce qu'à court terme la capacité des routes est fixée, que l'extension de cette capacité est coûteuse et ne peut le plus souvent se faire que par sauts quantitatifs importants. Une congestion excessive, résultant d'une surutilisation de la capacité, est source de gaspillage par les pertes de temps qu'elle occasionne. Inversement, l'absence de congestion révèle une sous-utilisation de la capacité et donc un gaspillage des ressources ayant financé cette capacité. Le modèle standard qui est présenté ci-après vise à répondre à une triple question : quel est le niveau de congestion optimal ? Quel est le moyen le plus efficace de l'atteindre ? Et quel est le niveau d'investissement optimal ?

Le modèle théorique présenté ici est très simplifié au regard de l'abondante littérature produite à ce sujet par les économistes depuis plus de... 150 ans ! Il est largement suffisant pour introduire les caractéristiques essentielles du péage urbain, et cadrer le débat sur l'efficacité et l'équité de ce type de mesure <sup>1</sup>.

Pour l'économiste des transports, le comportement de déplacement des usagers s'analyse comme le résultat d'un arbitrage entre, d'une part, l'avantage retiré de l'activité à destination (le salaire gagné en travaillant, les achats, le rendez-vous, la séance de cinéma), ou encore l'avantage lié à la livraison d'une marchandise, et, d'autre part, l'inconvénient (le coût) du déplacement : ce coût « généralisé » agrège le coût monétaire du déplacement (les frais liés à l'usage de l'automobile, y compris les frais de stationnement et un éventuel péage ou les frais d'usage des transports collectifs) et le temps que l'on accepte de passer à se déplacer, ce temps étant valorisé par la valeur que l'utilisateur lui accorde.

C'est pourquoi nous commencerons par aborder la formation des coûts de déplacement sur la route, pour passer ensuite à la formation de la demande, c'est-à-dire le volume de trafic. La confrontation de l'offre,

**Note**

1. Le modèle standard de congestion présenté dans ce qui suit a été à l'origine défini par Walters (1961). Le lecteur francophone trouvera une présentation assez complète de la théorie du péage urbain dans Derycke (1997).

déterminée par les coûts, avec la demande nous permettra ensuite de mettre en évidence la perte sociale due à la congestion. De là, nous montrerons comment le péage permet de revenir à un optimum social. Enfin, nous terminerons en indiquant pourquoi cette prescription est mal acceptée socialement, en analysant les effets distributifs du péage de congestion à travers les perdants et les gagnants de ce processus.

## Les coûts de production et d'usage de la route

L'offre de transport est le fait de différents acteurs économiques : pour simplifier l'analyse, nous considérerons deux catégories d'acteurs, les producteurs (d'infrastructures ou de services de transport) et les usagers (de ces infrastructures ou services). Dans le cas de l'infrastructure routière, le producteur pourra être aussi bien une administration publique gestionnaire de la voirie locale qu'un opérateur privé gestionnaire d'un réseau d'autoroutes. L'usager pourra être un automobiliste, un conducteur de camion opérant pour le compte d'une société de transporteur de marchandises ou un conducteur d'autobus opérant pour le compte d'une société de transporteur de voyageurs.

En tant que conducteur, l'usager de la route participe ainsi à la « production » du service de transport, ce qu'il ne fera que si l'utilité qu'il en retire est supérieure au coût du déplacement. C'est pourquoi nous commençons par aborder ces coûts de déplacement du point de vue de l'usager, pour ensuite évoquer brièvement les autres coûts, ceux du producteur et ceux découlant des « externalités » du transport.

### Les coûts de l'usager

Comment varient ces coûts avec la demande, c'est-à-dire le trafic ? Pour faciliter l'analyse, nous nous placerons dans le cadre de l'offre sur une liaison routière entre deux lieux donnés et nous laisserons provisoirement de côté les coûts externes.

Les coûts supportés par l'usager de la route comprennent les coûts fixes d'amortissement du véhicule (achat), la fiscalité sur la possession et les assurances, les coûts variables d'exploitation du véhicule (carburant, réparations, stationnement payant et péages éventuels), le temps qu'il accepte de passer en déplacement, les coûts des retards ou des avances par rapport à l'heure d'arrivée désirée, les accidents et l'inconfort lié au stress de la conduite.

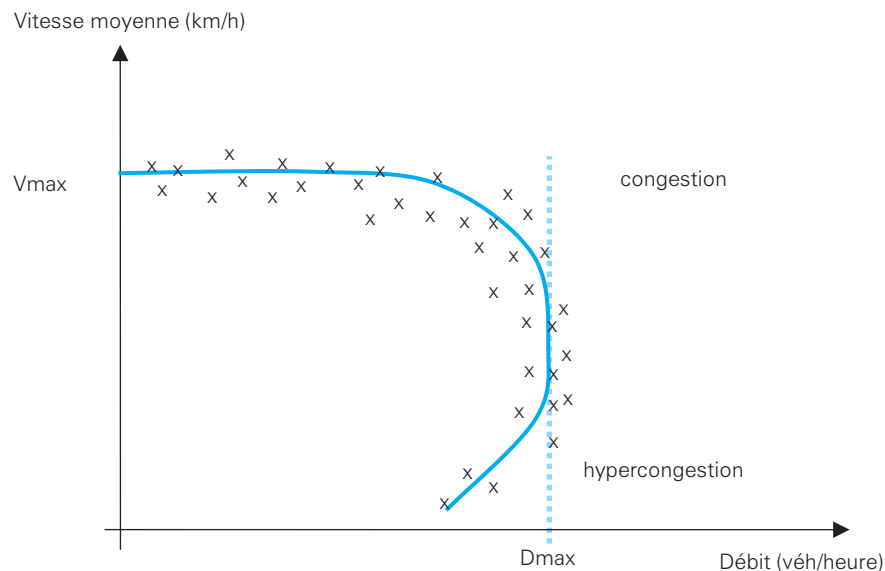
Les coûts variables d'exploitation du véhicule sont privés et supportés par l'utilisateur. Sur une liaison donnée, les coûts d'entretien, de stationnement et de péage éventuels peuvent sans perte de généralité être considérés comme constants. La consommation en carburant reste à peu près constante, sauf en situation de congestion où cette consommation peut fortement augmenter (circulation par à-coups). Enfin, le temps de déplacement est à peu près constant tant que la circulation est fluide, mais augmente fortement en cas de congestion.

La composante essentielle susceptible de varier fortement dans le cadre d'une capacité fixée est donc la durée de déplacement, ce qui renvoie à la manière dont se forme la congestion.

Ce phénomène peut être quantifié à partir de mesures instantanées de trafic (débit et taux d'occupation mesurés par des capteurs) sur une section de route (en général des voies rapides urbaines). De ces données on peut déduire une courbe débit-vitesse dont l'allure générale est illustrée en figure 1 (cf., par exemple, Cohen *et al.*, 2001).

**Figure 1**

**Une courbe représentative de la relation débit-vitesse sur une section de voie rapide urbaine**



Le haut de la courbe à gauche correspond à la situation où le débit est très faible et où les véhicules peuvent circuler à la vitesse maximale. Au fur et à mesure que le nombre de véhicules en circulation augmente, ces

véhicules vont se gêner mutuellement et la vitesse commence à diminuer : on entre dans la situation de congestion. Le débit continue à augmenter et la vitesse à diminuer, jusqu'à atteindre le débit maximum de la section de route.

Il faut noter là une différence essentielle de définition de la congestion entre économistes et ingénieurs de trafic. Pour les économistes, la congestion débute quand les véhicules commencent à se gêner entre eux, par exemple quand il faut maintenir une distance de sécurité avec le véhicule qui précède. Mais cela ne veut pas dire, comme nous le verrons ci-après, que l'optimum économique est une situation sans congestion. Pour les ingénieurs de trafic, la congestion intervient plus tard quand on rencontre la limite de capacité maximale  $D_{\max}$ . Au-delà de cette capacité maximale, la vitesse continue à diminuer mais aussi le débit, et on entre dans les situations d'« hypercongestion », caractérisées par des phénomènes d'instabilité, où la vitesse peut chuter brutalement.

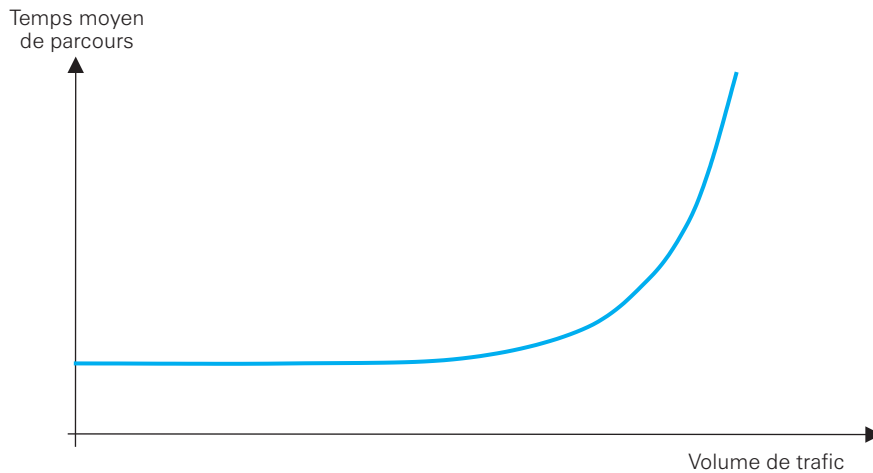
Laisser le flot de véhicules entrer sur la route jusqu'à atteindre cette situation d'hypercongestion, c'est accepter une perte de capacité de l'infrastructure et donc un gaspillage de ressources collectives.

Il s'agit là d'une forme générale de courbe, mais les valeurs exactes des paramètres tels que la vitesse maximale à vide, le débit maximal et le rythme de décroissance de la vitesse en fonction du débit dépendent de conditions particulières de la section de voie : géométrie, environnement physique, conditions météorologiques, mesures d'exploitation et de contrôle de vitesse, etc. Chaque courbe est ajustée à une section de route qui lui est propre. Cela se complique quand on considère une route dont les différentes sections ont un profil variable (courbes, pentes), ou en milieu urbain avec des intersections (carrefours giratoires ou à feux), des possibilités de tourner à gauche ou à droite, du stationnement en bordure de voie, etc.

En outre, ce type de courbe ne permet pas de passer directement à la représentation des conditions de réalisation de déplacements complets quand des automobilistes cherchent à entrer sur la route : notamment, que se passe-t-il quand la demande de déplacements excède le débit maximal en une section de route particulière ? La réponse réside dans la représentation de la congestion sous forme de goulots, correspondant à ces différentes sections de routes (ou intersections dans un réseau), ce qui génère des durées d'attente pour passer chacun d'entre eux. De ce modèle de file d'attente et de mesures empiriques (Small, 1992), on peut déduire la forme de courbe suivante quand on passe à l'évolution du temps moyen de déplacement sur une route donnée en fonction du volume de trafic (*cf.* figure 2).



Figure 2

**Temps moyen de déplacement sur une route en fonction du volume de trafic (véh/h)**

Ce temps moyen se transforme aisément en coût moyen pour un usager, en fonction de la valeur qu'il accorde à son temps, pour donner une courbe de coût moyen en fonction du volume de trafic ayant la même allure (*cf. infra*). Nous supposons pour le moment que tous les usagers ont la même valeur du temps, ce qui permet d'élaborer une courbe de coût moyen unique.

**Les autres coûts**

Les coûts du producteur d'infrastructure comprennent le coût en capital de fourniture de l'infrastructure et son amortissement, les coûts de réparation des voies requise par l'usure infligée par les véhicules, notamment les véhicules lourds, les coûts d'exploitation (maintenance, assistance, et éventuellement frais de fonctionnement des gares de péages).

Les coûts variables de réparation et d'exploitation pris en charge par le gestionnaire d'infrastructure peuvent être considérés sans trop d'erreur comme proportionnels au trafic (véhicules-kilomètres parcourus). Il en résulte qu'à court terme, soit à capacité fixée, le coût marginal de fourniture du service d'infrastructure par le gestionnaire, c'est-à-dire le coût supplémentaire d'exploitation pour chaque véhicule additionnel, est approximativement constant.

En outre, certains coûts ne passent pas par le marché, ce sont les coûts externes (*cf. encadré 2*). Ceux-ci, qui ne sont pas intégralement supportés par les usagers de la voirie, comprennent les coûts des accidents non couverts par les assurances, les externalités environnementales (pollution, bruit), infligées aux usagers et aux riverains, et les effets de coupure provoqués par l'emprise des infrastructures.

## Les externalités dues au transport

Dans une première approche, intuitive, nous pouvons définir les externalités dues au transport comme l'ensemble des effets négatifs (ou positifs) générés par les usagers du transport et dont ils ne supportent pas les conséquences (ou dont ils ne bénéficient pas) pécuniairement en tant qu'usagers : c'est d'abord le cas des externalités négatives, environnementales, telles que le bruit qui affecte les riverains des infrastructures de transport ; c'est aussi l'insécurité que s'infligent les usagers de la route entre eux ou qu'ils infligent aux piétons ; c'est également la pollution atmosphérique locale, celle globale liée à l'effet de serre et enfin la consommation d'énergies fossiles non renouvelables. Ces deux dernières externalités posent un problème de solidarité intergénérationnelles puisqu'elles caractérisent un effet décelable des activités humaines sur l'état de la biosphère, et peuvent remettre en cause la capacité des générations futures à assurer leur propre développement.

La congestion, qui traduit un conflit d'usage de la rareté de l'espace en des moments particuliers, est une externalité particulière, puisque limitée en grande partie au « club » des usagers de la route, si l'on fait abstraction du surcroît de pollution atmosphérique que la circulation automobile occasionne par à-coups. Elle est infligée entre automobilistes, et elle est également infligée par les automobilistes aux usagers des transports collectifs routiers, ainsi qu'aux piétons.

Mais il y a, bien sûr, la possibilité d'externalités positives : nombre d'effets positifs du transport sur l'activité économique ont été avancés pour défendre l'idée que ces derniers viennent contrebalancer les effets négatifs cités plus hauts. Parmi ces effets, on peut citer la qualité de service des transports (en termes de rapidité, de fiabilité et de souplesse), et ses conséquences sur le développement des entreprises qui peuvent aller prospecter des marchés toujours plus lointains. On citera également les avantages procurés par un système de transport performant, qui permet aux ménages d'étendre dans l'espace leurs choix de localisation résidentielle et de lieu de travail, ou encore leurs opportunités de loisirs. Cependant, ces effets positifs sont largement intégrés par le marché : les propriétaires fonciers engrangent les plus-values sur leurs terrains, les commerces accroissent leur aire de chalandise, les transporteurs routiers trouvent de nouveaux clients, etc.

En conclusion, les effets positifs dus aux transports ne requièrent en général pas d'intervention correctrice de la part de la puissance publique, puisqu'ils sont intégrés par le marché. Ils doivent bien entendu être pris en compte lorsqu'il s'agit d'évaluer l'opportunité de réaliser une infrastructure. Les externalités requérant l'attention se réduisent aux externalités négatives : elles nécessitent généralement pour leur correction une intervention publique, par la réglementation ou la tarification.

En résumé, le coût total de production du service de transport se décompose selon la formulation suivante :

$$C^{total} = C^{usager} + C^{externe} + C^{producteur}$$

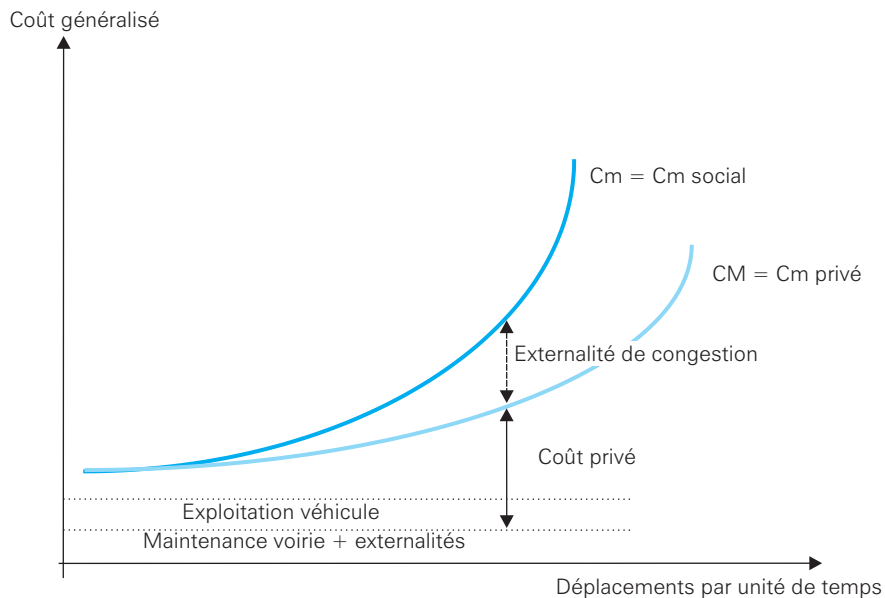
Ce coût total varie en fonction de  $q$  le niveau de trafic (nombre de déplacements par unité de temps). Il peut se réécrire en fonction du coût moyen (commun) que chaque usager supporte pour un niveau de trafic  $Q$  donné, soit :

$$C^{usager} = Q \cdot CM^{usager}$$

En faisant la synthèse entre les coûts variables privés d'exploitation des véhicules et le temps moyen de déplacement supportés par l'utilisateur, les coûts variables d'exploitation pris en charge par le gestionnaire d'infrastructure, ainsi que les externalités (coûts d'accidents non couverts, pollution, bruit), on aboutit à l'allure générale de la courbe de coût moyen donnée en figure 3. Quand le niveau de trafic augmente au-delà de la situation de fluidité, le temps passé dans le déplacement augmente, de même que certains autres coûts variables, ce qui se traduit par une l'augmentation du coût moyen par déplacement.

Figure 3

### Le coût moyen par déplacement ou coût marginal privé, et le coût marginal social



L'allure croissante de la courbe de coût moyen peut être précisée avec sa dérivée, soit le coût marginal découlant de l'entrée sur la route d'un usager supplémentaire :

$$Cm^{usager} = \partial C^{usager} / \partial q = CM^{usager} + Q \cdot \partial CM^{usager} / \partial q$$

Ce coût marginal agrège deux termes, le premier qui est le coût moyen que l'automobiliste supporte (son coût privé d'usage du véhicule et en temps de déplacement), le second qui est la durée supplémentaire de déplacement qu'il inflige à l'ensemble  $Q$  des autres automobilistes quand il rentre sur l'infrastructure. Ce dernier terme, positif du fait de baisse de la vitesse avec l'augmentation du trafic (*cf.* plus haut), désigne expressément l'externalité de congestion.

Quand l'usager de la route évalue le choix de se déplacer ou non, il ne considère que le coût moyen qui inclut ses coûts d'opération du véhicule et le temps qu'il passe à se déplacer : c'est pourquoi ce coût est également appelé coût marginal privé. Il est à mettre en opposition avec le coût marginal social qui ajoute au coût marginal privé l'externalité de congestion. Cette différence entre coût privé et coût social justifie l'intervention publique, comme nous allons le voir.

## La demande, ou le lien entre utilité et tarification des infrastructures

Ce lien a été établi voilà plus de 150 ans par Jules Dupuit, ingénieur des ponts et chaussées. L'une des premières questions que peut se poser la puissance publique est celle de l'opportunité de réaliser une infrastructure : le diagnostic repose sur un indicateur quantifié de son « utilité » pour la collectivité. C'est dans ce cadre que Dupuit discute « de la mesure de l'utilité des travaux publics » (1844). Dupuit critique assez vertement Jean-Baptiste Say pour la confusion qu'il entretient entre valeur d'échange et valeur d'usage d'un bien, et pose très clairement le transport comme ce que nous appelons aujourd'hui une demande dérivée du besoin de réaliser une activité, ou de livrer un bien, en un lieu donné : par exemple, le coût d'un service de transport peut être divisé par deux du fait du progrès technique, son utilité n'en est pas pour autant divisée par deux. Quand on veut comparer l'utilité de différents moyens (ou projets) de transport, on doit comparer les frais de production (par exemple, de la pierre amenée à destination sur les chantiers de construction), et pas seulement les frais de transport. Un moyen de transport plus rapide ou moins cher permet d'accéder à de nouvelles carrières, permettant d'amener de la pierre à un prix total de fourniture moins élevé.

Dupuit propose alors et met en œuvre une méthode de calcul de l'utilité (1844, p. 356-357) :

« Supposez que tous les produits semblables dont on veut connaître l'utilité générale soient frappés d'un impôt croissant par légères différences. À chaque augmentation une certaine quantité de marchandises disparaîtra de la consommation. Cette quantité, multipliée par le taux de l'impôt, donnera son utilité évaluée en argent. En faisant ainsi croître l'impôt jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de consommateurs, et ajoutant tous les produits partiels, on aura l'utilité totale des objets.

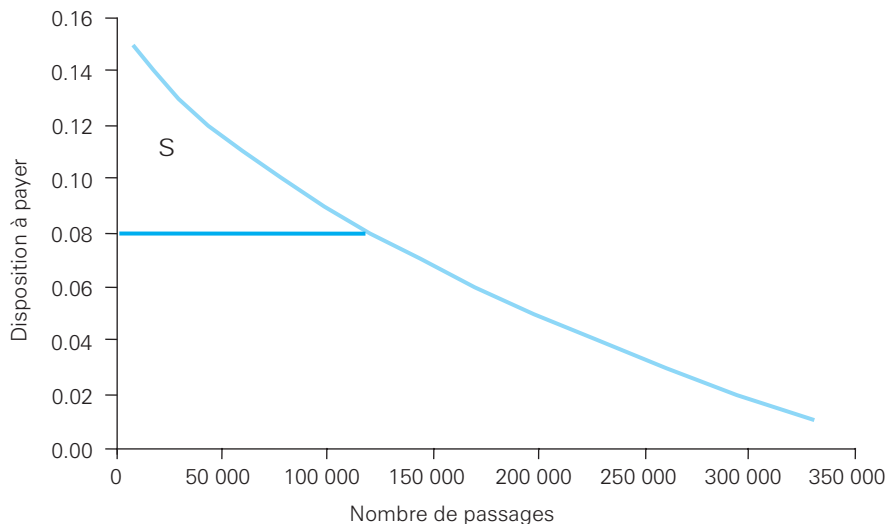
Éclaircissons cette formule par un exemple. On veut connaître l'utilité d'un pont de piétons sur lequel la circulation se fait gratuitement, et qui donne lieu à 2 080 000 de passages annuels. Supposons qu'un péage de 0 fr. 01 réduise ce nombre de 330 000, qu'un péage de 0 fr. 02 réduise de 294 000, etc.

Nous dirons : que pour 330 000 passages l'utilité est à peu près de 0 fr. 01, que pour 294 000 idem 0 fr. 02... »

À partir de l'exemple de Dupuit, nous pouvons tracer la courbe (figure 4) croisant le nombre de passages (d'utilisateurs) avec leur disposition à payer (c'est-à-dire l'utilité ou encore l'avantage qu'ils retirent du passage par le pont), que nous pouvons interpréter comme une courbe de demande pour le bien 'passage par ce pont'. Il s'agit d'une fonction de demande inverse, qui représente la disposition marginale à payer pour utiliser le pont.

Figure 4

**La courbe de demande déduite de l'exemple de J. Dupuit**



En fait, pour Dupuit, la loi de demande est inconnue, « ... *on ne la connaîtra jamais parce qu'elle dépend de la volonté si variable de l'homme (...)* Il est donc pour ainsi dire inutile de chercher à la déterminer exactement par l'expérience et le tâtonnement, mais il y a des lois générales » (p. 367-368) que Dupuit énonce ainsi : la consommation augmente quand le prix diminue, l'augmentation due à un abaissement de prix est d'autant plus considérable que le prix est déjà lui-même plus bas, d'où une forme convexe attribuée à la courbe de demande.

Aujourd'hui, on décrit mathématiquement, avec le raisonnement marginaliste, le comportement du consommateur. Celui-ci cherche à maximiser sa satisfaction en fonction de ses goûts relatifs pour les différents biens, sous la contrainte de son revenu. Il consommera chacun des biens jusqu'à un niveau tel que l'utilité marginale du bien (c'est-à-dire l'utilité *pour lui* de la dernière unité achetée) soit égale au prix du bien.

La différence dans l'exemple de Dupuit est que la quantité du bien consommé est ici discontinue : on emprunte ou non le pont. Un individu donné l'empruntera tant que la satisfaction (l'utilité) qu'il en retirera sera positive (c'est-à-dire l'utilité de l'activité à destination supérieure au tarif du passage du pont). À chaque niveau de prix, l'exemple de Dupuit indique le nombre d'individus pour lesquels l'utilité marginale de l'usage du pont est égale au prix affiché (par exemple, pour 0,08 F, 120 000 individus). Les autres, qui continuent à emprunter le pont, sont en fait prêts à payer plus (comme la suite de l'exemple le montre) : cette satisfaction agrégée sur l'ensemble des usagers restant constitue le surplus des usagers (*cf.* l'aire S en figure 4).

Immédiatement, Dupuit prend position sur la question des péages : « À mesure que le péage augmente, l'utilité du pont diminue... Est-ce à dire qu'il ne faut que des péages très faibles, ou même qu'il n'en faut pas du tout ? Ce ne sera pas notre conclusion, lorsque nous nous occuperons des tarifs ; mais nous espérons faire voir que leurs chiffres demandent à être étudiés, combinés d'après des principes rationnels, pour produire à la fois le plus d'utilité possible, et une recette qui rembourse les frais d'entretien et l'intérêt des capitaux dépensés. » (1844, p. 357-358).

Dans les premières pages de son mémoire intitulé *De l'influence des péages sur l'utilité des voies de communication*, Dupuit pose d'emblée la problématique du péage comme instrument de financement et de réalisation effective d'une infrastructure de transport : « La question de savoir si l'on doit établir des péages sur les voies de communication est une des plus importantes de l'économie politique des travaux publics. Pour la résoudre, il me paraît indispensable d'étudier les effets de cet impôt par rapport à celui qui le perçoit et par rapport à celui qui le paye, effets qui peuvent être très différents suivant la manière dont les péages sont établis. » (1849, p. 170).

Revenant sur la définition de l'utilité, Dupuit distingue l'utilité absolue (celle qui est mesurée par le procédé opératoire qu'il a décrit) de l'utilité relative (que l'on désigne aujourd'hui sous le terme de surplus) : « On voit que

*l'utilité (absolue) d'un service productif rendu par un objet se mesure par le sacrifice maximum qu'on est disposé à faire pour l'obtenir, ou, ce qui revient au même, par le prix ou impôt qui vous déterminerait à vous en passer. L'utilité relative est égale à l'utilité absolue diminuée du sacrifice que vous êtes obligé de faire pour vous le procurer.* » (1849, p. 193). Le péage a donc pour effet de diminuer l'utilité du bien « pont » pour ceux qui l'empruntent. Ils le font malgré tout puisqu'ils en retirent une utilité supérieure à son prix d'usage. Le péage exclut également ceux qui ne sont pas prêts à payer ce prix : pour ces derniers, l'utilité qu'ils retirent de l'utilisation du bien est inférieure à son prix d'usage. L'utilité perdue pour la collectivité sera celle correspondant aux passages non effectués du fait du péage.

Cependant, le péage peut créer de la richesse pour la collectivité en permettant de financer une infrastructure « utile » (au sens économique), dans une situation où l'absence de financement en rend la réalisation impossible. Dupuit montre, sur quelques exemples, que la manière dont les taxes sont assises peut amener une différence énorme, non seulement dans l'utilité produite, mais aussi dans le partage qui se fait de cette utilité entre le producteur et le consommateur. « *Les tarifs ont donc la propriété de faire des espèces de prodiges : de créer des produits sans aucune espèce de travail.* » (1849, p. 218).

En revanche, Dupuit n'a pas considéré le cas de la saturation de l'infrastructure, qui n'était pas vraiment un problème à son époque. À la fonction de financement s'ajoute, comme nous allons le voir, la fonction d'orientation des comportements d'usage de l'infrastructure.

## La tarification et l'investissement optimaux

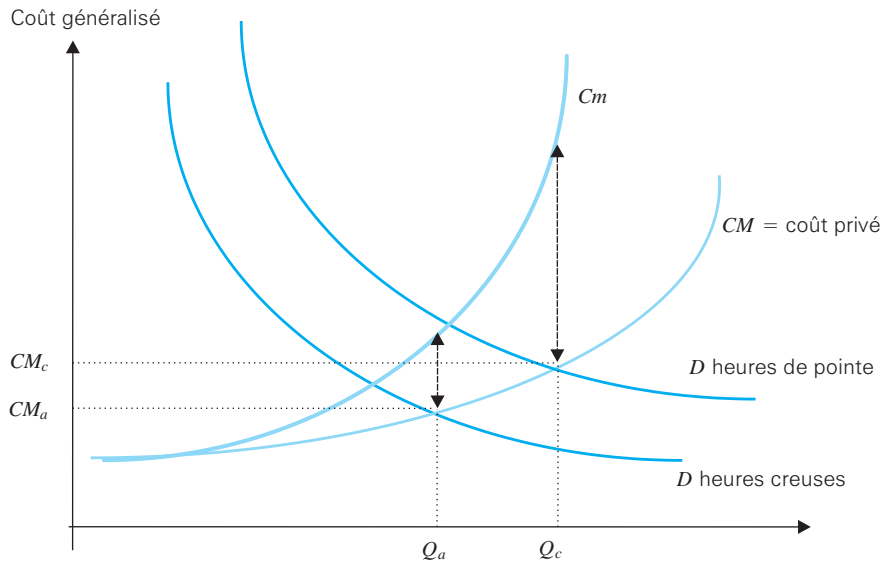
Nous supposons donc l'existence d'une courbe de demande de déplacements pour se rendre d'un lieu à un autre, à une période horaire donnée (par exemple, en heure de pointe ou en heure creuse). La figure 5 représente en abscisse le volume de déplacements (ou de trafic) par unité de temps et en ordonnée la dimension monétaire, c'est-à-dire soit l'utilité (avantage) procurée par la réalisation des déplacements, soit les coûts de ces déplacements. Les deux courbes de demande  $D$  représentent le nombre d'usagers (quantité de trafic  $Q$  en abscisse) selon l'avantage qu'ils retirent de leur déplacement, en ordonnée.

Compte tenu de l'analyse des coûts que nous avons faite précédemment, il est pertinent de généraliser l'approche de Dupuit en interprétant la disposition à payer des consommateurs comme un « coût généralisé ». En effet, au péage éventuel de l'exemple de Dupuit s'ajoutent les coûts privés de l'usager (ceux de l'automobile) et le temps qu'il accepte de passer dans le déplacement.

Les heures de pointe sont une période de la journée où se concentrent les heures de début d'activités, pour lesquelles les horaires sont assez rigides : il s'agit du travail, des activités scolaires ou étudiantes, sans oublier les heures d'ouverture des commerces et autres services. L'avantage retiré de l'activité à destination est conditionné à ces horaires d'activité, ce qui explique qu'à avantage retiré du déplacement équivalent, le niveau de trafic en heures de pointe est supérieur à celui en heures creuses. La courbe de demande en heures de pointe est donc décalée vers la droite par rapport à la courbe de demande en heures creuses.

Figure 5

L'équilibre entre offre et demande en heures de pointe et en heures creuses



En situation de libre accès à la route, l'utilisateur ne considère que le coût moyen  $CM$  qui représente son coût privé. Par exemple, en heures creuses, l'équilibre de trafic  $Q_a$  s'établit à l'intersection entre la courbe de demande correspondante et la courbe de coût moyen. En effet, les seuls utilisateurs de la route sont ceux pour qui l'utilité retirée du déplacement est supérieure ou égale au coût  $CM_a$  supporté.

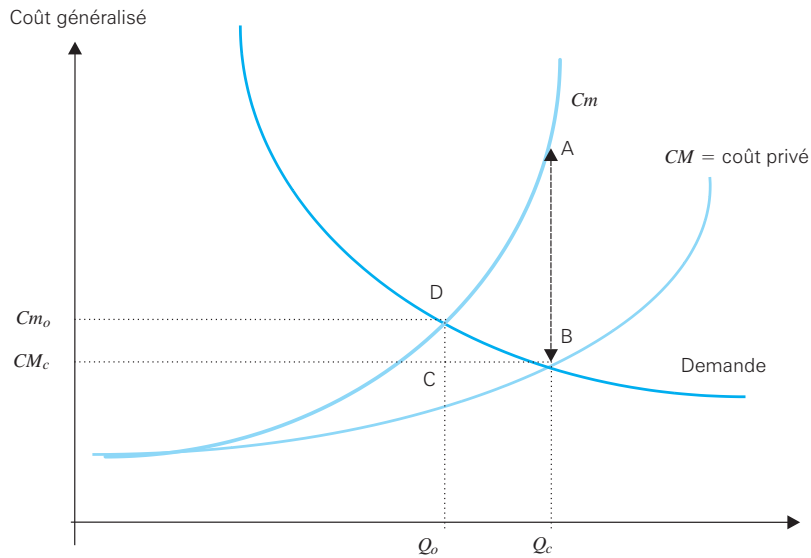
Aux heures de pointe, les usagers sont prêts à supporter un coût de déplacement supérieur à celui en heures creuses, puisque, en moyenne l'avantage retiré du déplacement est supérieur. L'équilibre s'établit donc en  $Q_c$  avec un niveau de congestion plus élevé et une externalité de congestion également plus élevée.

Comme nous allons le voir, cet équilibre représente une perte sociale.



Figure 6

## La perte sociale due à la congestion



À l'équilibre, c'est-à-dire quand le volume de trafic s'établit à  $Q_c$ , le coût moyen de déplacement est identique pour chacun des usagers et s'établit à  $CM_c$  (cf. figure 6). Le dernier usager à entrer sur l'infrastructure considère l'avantage qu'il en retire  $Q_c B$  (juste égal au coût privé qu'il supporte) alors que le coût social de son déplacement pour la collectivité est  $Q_c A$ , ce qui occasionne une perte sociale. Il en est de même pour les usagers correspondant à la part de trafic  $Q_c - Q_o$ , dont le surplus privé est donné par l'aire  $BCD$  : la perte sociale de la congestion est donnée par l'aire  $ABD$ . Pour éviter cette perte sociale, il faut faire en sorte que le trafic revienne au niveau  $Q_o$ .

L'encadré 3 donne l'essentiel de la démonstration concernant les deux conditions optimales de tarification et d'investissement au sujet des infrastructures de transport<sup>2</sup>. La première condition exprime la règle de tarification de court terme : cette tarification doit s'établir au niveau du coût marginal de court terme de production du service de transport. La deuxième condition exprime la règle d'investissement optimal : le niveau optimal est celui où le coût marginal d'investissement en infrastructure est égal à l'économie marginale de coût d'usage qui résulte de cet investissement supplémentaire. Concrètement, comme la capacité de l'infrastructure ne peut en général varier que de manière discontinue, un investissement supplémentaire doit être réalisé dès qu'il permet des économies substantielles de coût d'usage qui le justifient économiquement.

## Note

2. La résolution de ce problème peut être trouvée dans plusieurs manuels (voir, par exemple, Small, 1992).

## Les deux conditions optimales de tarification et d'investissement

L'avantage brut que retirent les consommateurs de l'usage du service de transport correspond à la valeur totale qu'ils attribuent à cet usage. C'est l'aire sous la courbe de demande et en notant  $p$  l'avantage monétaire correspondant à cette valorisation par chaque automobiliste, elle s'écrit pour un niveau de trafic donné  $Q$  :

$$A = \int_0^Q p dq$$

Le coût total pour le niveau de trafic  $Q$  correspond au coût moyen de court terme qui s'applique à l'ensemble du trafic  $Q$ , auquel s'ajoute le coût en capital d'infrastructure, susceptible de varier à long terme. Ce coût total s'écrit :

$$C = Q \cdot CM_{CT} + K(k) = C_{CT} + K(k)$$

où  $C_{CT}$  est le coût total de court terme et  $K(k)$  une fonction de coût en capital de la capacité  $k$  de l'infrastructure.

L'optimum recherché consiste à maximiser le surplus collectif, soit la différence entre l'avantage total et le coût total, soit :

$$\max! S = A - C = \int_0^Q p dq - (C_{CT} + K(k))$$

Les conditions de maximisation de 1<sup>er</sup> ordre s'écrivent :

$$\frac{\partial S}{\partial q} = 0 \text{ et } \frac{\partial S}{\partial k} = 0$$

$$\text{soit } \frac{\partial S}{\partial q} = p - \frac{\partial(C_{CT})}{\partial q} = p - Cm_{CT} = 0 \text{ soit encore}$$

$$p = Cm_{CT} \quad (\text{Équation 1})$$

$$\text{et } \frac{\partial S}{\partial k} = -\frac{\partial C_{CT}}{\partial k} - \frac{\partial K}{\partial k} = 0 \text{ soit encore}$$

$$\frac{\partial K}{\partial k} = -\frac{\partial C_{CT}}{\partial k} \quad (\text{Équation 2})$$

Cette dernière condition est calculée en considérant le niveau de demande (usage) comme constant, bien que la capacité varie. Le théorème de l'enveloppe nous permet de faire ce calcul puisqu'il s'agit là, par hypothèse, d'un changement marginal par rapport à une situation supposée optimale.

Soulignons que la prescription standard sépare complètement la question de la tarification (et de l'usage des recettes) de celle de l'investissement nécessaire en transport. D'un côté, la seule tarification permet d'éliminer la perte sociale due à la surcongestion, et c'est ce gain, net des coûts de perception du péage<sup>3</sup>, qui représente le surplus pour la collectivité. Les recettes du péage de congestion ne sont qu'un transfert monétaire des usagers de la route à la puissance publique, et ce transfert est neutre dans le bilan socio-économique du péage. Il n'y a aucune prescription concernant l'usage de ces recettes, qui ne sont qu'une des nombreuses sources de recettes fiscales, dont les coûts de distorsion et les effets distributifs sont à comparer pour satisfaire les besoins totaux de financement de la collectivité. Nous verrons ci-après que pour des raisons d'acceptabilité sociale, ces recettes peuvent être affectées au financement des infrastructures et services de transport. Par ailleurs, la condition d'investissement optimal indique que l'on doit investir dans l'infrastructure saturée jusqu'au point où la somme (actualisée) des économies marginales de coûts de congestion égalise le coût d'extension des infrastructures.

Cependant, les capacités des infrastructures de transport sont soumises à de fortes discontinuités dans leur augmentation, amenant au moins initialement à une capacité supérieure à la demande. Ces surcapacités sont certes provisoires si le trafic est appelé à augmenter, mais se pose alors la question du niveau de tarification à adopter pendant cette période de surcapacité. Suivre la prescription de tarification au coût marginal de court terme reviendrait à abaisser fortement, voire à annuler le montant du péage de congestion par rapport à la période précédant l'extension de l'infrastructure, période où cette dernière était saturée. Certaines décisions des usagers, comme les choix de localisation, impliquent des termes plus longs que ceux de ces surcapacités provisoires : les décisions de long terme prises en fonction d'un tarif marginal de court terme faible pourraient se révéler contradictoires avec l'évolution future de ce tarif. Le rôle du prix du transport doit être, dans ce cas, de permettre aux usagers d'anticiper les coûts futurs.

Ces considérations (CGP, 1995) amènent à proposer l'adoption d'une tarification supérieure au coût marginal de court terme, qui permettrait d'envoyer des signaux d'anticipation aux usagers : cette tarification repose sur le coût marginal de long terme, que la CEMT (1999) évalue à environ deux fois le coût de court terme pour la plupart des routes. Cette tarification haute ne concernerait que les périodes de pointe, l'usage en périodes creuses étant tarifé au coût marginal de court terme. Il s'agit donc

 Note

3. Dont on sait qu'ils peuvent être élevés, comme à Londres (*cf. infra*).

d'un lissage des tarifs qui serait introduit en plus de la modulation spatiale et temporelle des tarifs liée aux phénomènes de pointe.

## La tarification comme solution au problème de la congestion

Rappelons que le coût total se décompose de manière suivante

$$C^{total} = C^{usager} + C^{externe} + C^{producteur}$$

La redevance qui doit être appliquée doit tenir compte du coût déjà supporté par l'utilisateur à travers ses coûts privés et son propre temps de déplacement, soit  $CM^{usager}$ .

La redevance de congestion s'écrit donc :

$(Cm^{usager} - CM^{usager})$  (en supprimant l'indice  $CT$  de court terme pour simplifier l'écriture).

La redevance de congestion à appliquer est la différence entre le coût marginal et le coût moyen à l'équilibre, soit en  $Q_0$  (cf. figure 7) : cette précision est importante quand il s'agit de calculer ces valeurs, puisque l'imposition d'une redevance de congestion est susceptible de faire diminuer considérablement la demande et donc le coût marginal ; cette redevance ne doit pas être calculée sur la situation actuelle.

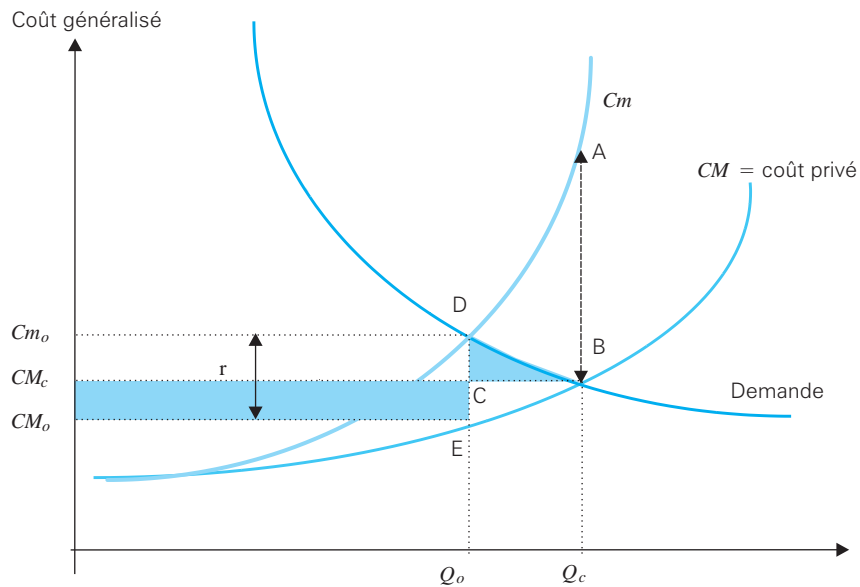
Il s'ensuit la formulation générale de la redevance qui doit être appliquée de manière uniforme à tous les usagers de l'infrastructure :

$$r = (Cm^{usager} - CM^{usager}) + \frac{\partial C^{externe}}{\partial q} + \frac{\partial C^{producteur}}{\partial q}$$

Celle-ci comprend trois termes : une redevance de congestion quand cette dernière arrive, le coût marginal des externalités (accidents, pollution, bruit) et le coût marginal d'usage de l'infrastructure (exploitation, maintenance).

Figure 7

## La règle de tarification optimale à court terme



Un modèle plus réaliste qui prendrait en compte la variabilité de la demande, à savoir l'existence de plusieurs courbes de demande au cours du temps, complexifie la notation sans changer les préconisations, à savoir les règles de tarification et d'investissement optimal.

## Le péage de congestion, un bien-être peu convaincant

L'introduction d'un péage de congestion permet d'améliorer le bien-être de la société *dans son ensemble*, puisque la perte sociale ( $ABD$ ) est éliminée, mais des redistributions de ce surplus collectif s'opèrent (Baumol et Oates, 1988 ; Hau, 1992).

Les usagers qui supportaient le coût moyen  $CM_c$  mais qui ne sont pas prêts à supporter le nouveau coût  $CM_o$  sont exclus de l'infrastructure : la perte de surplus de ces usagers est représentée par l'aire  $BCD$ .

Les usagers qui acceptent le nouveau coût  $CM_o$ , parce que l'utilité qu'ils retirent de leur déplacement lui est encore supérieure, bénéficient malgré tout d'un gain en temps du fait de la décongestion : mais dans notre modèle standard – où tous les usagers ont la même valeur du temps –, ce

gain matérialisé par l'aire rectangulaire  $CM_cCM_0EC$  reste inférieur à la perte qu'ils subissent, du fait du paiement de la redevance (aire  $Cm_0CM_0ED$ ).

Ce dernier paiement représente le surplus du gestionnaire de l'infrastructure, correspondant au montant de la redevance  $r$  appliquée à l'ensemble du trafic  $Q_0$ , au détriment des usagers de la route soumise à péage mais au bénéfice de la collectivité.

Bien évidemment, les montants de la redevance de congestion à appliquer, des gains et des pertes de surplus des usagers et du gestionnaire varient selon l'allure des courbes de coûts<sup>4</sup>. Il en est de même si on utilise des modèles dynamiques de formation de queues dans un goulot<sup>5</sup> au lieu d'un modèle statique de congestion. D'une manière générale, le modèle peut être enrichi pour prendre en compte le réseau plutôt qu'une route, l'hétérogénéité des usagers et les fluctuations temporelles de la demande<sup>6</sup>.

Un constat pessimiste serait que les pouvoirs publics qui collectent le péage s'enrichissent, ceux qui restent sur la route voient leur situation globalement se dégrader (perte nette malgré un gain en temps), tandis que ceux qui sont exclus de la route parce que non prêts à payer voient également leur situation se dégrader. Il y aurait donc peu de chances que le péage de congestion soit accepté, à moins que les automobilistes soient convaincus que la puissance publique redistribuera de manière efficace et équitable les ressources collectées, par exemple par une réduction d'impôts ou par le financement de nouveaux services de transport.

Dans la réalité, la situation est un peu plus complexe, parce que, dans le calcul des gains en temps des usagers restant sur l'infrastructure, il faut prendre en compte différentes valeurs du temps : notamment, les usagers qui ont une haute valeur du temps et qui resteront sur la route à péage verront leur situation s'améliorer. Il est utile d'analyser la variation de surplus pour différentes catégories d'usagers entre les situations avant et après la mise en œuvre du péage.

L'utilité nette retirée du déplacement peut s'écrire :

$$U_{option} = U_{destination} - (c + VT \cdot t)_{option}$$

où :

- *option* désigne l'option de déplacement choisie (ici la route ou une autre alternative, telle que les transports en commun ou ne pas se déplacer quand  $U_{option} < 0$ ) ;
- $U_{destination}$  désigne l'utilité de l'activité à destination ;

#### Notes

4. cf. Evans (1992).

5. cf. Vickrey (1963) et Arnott *et al.* (1993).

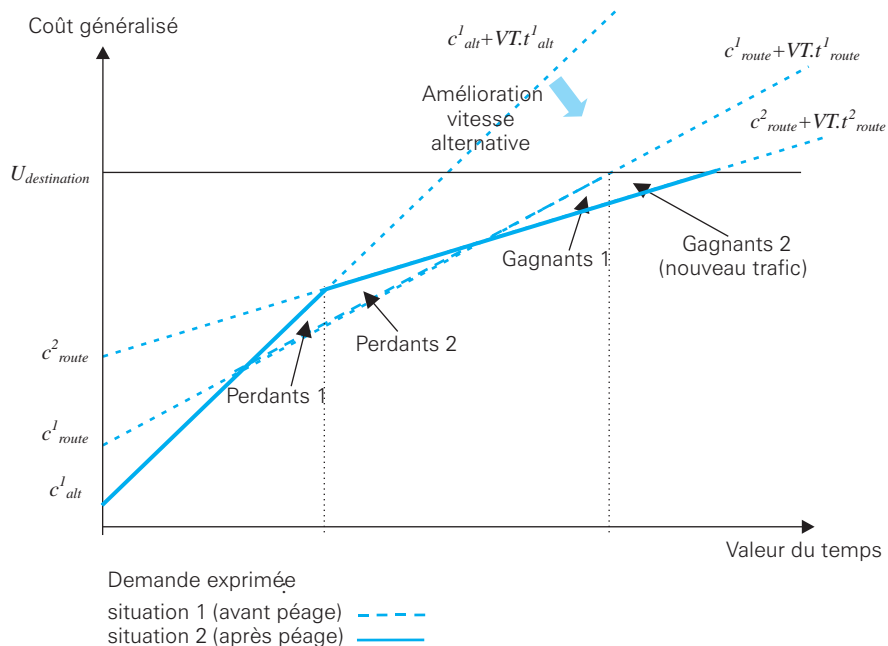
6. cf. de Palma et Lindsey (2005).

–  $(c + VT \cdot t)_{option}$  désigne le coût généralisé de l'option choisie, avec  $c$  le coût monétaire,  $t$  la durée du déplacement et  $VT$  la valeur du temps.

Dans la figure 8, on a reporté en abscisse la valeur du temps des usagers et en ordonnée le coût généralisé. On suppose, pour simplifier, que l'utilité de la destination est la même pour tous les usagers (par exemple, assister à une séance de cinéma au centre-ville<sup>7</sup>), soit la droite horizontale, qui borne par le haut l'expression de la demande, dont la condition est qu'il n'y a déplacement que si son coût généralisé est inférieur à l'utilité de la destination. Les pentes des droites de coût généralisé sont données par le temps de parcours pour chaque option de déplacement (on considère une origine-destination donnée). On a supposé ici que le coût d'usage  $c_1$  de l'alternative (par exemple, les transports en commun) est inférieur à celui de la route avant péage, lequel est inférieur à celui après péage. Le trait gras en pointillés matérialise le coût généralisé minimum en situation 1 et le trait gras plein le coût généralisé minimum en situation 2.

Figure 8

Les gagnants et les perdants lors de la mise en place du péage urbain



Note

7. En prenant l'exemple du travail, il y aurait une dépendance de l'utilité de la destination, croissant avec le salaire, à la valeur du temps, croissant également avec le salaire. Ce raffinement n'ajouterait rien à notre propos ici.

En situation 1, les usagers de la route sont ceux pour lesquels :

$$U_{route}^1 > U_{alt}^1$$

$$\text{soit } (c_{route}^1 + VT.t_{route}^1) < (c_{alt}^1 + VT.t_{alt}^1)$$

Pour analyser les variations de surplus, on peut distinguer trois catégories d'usagers : ceux qui quittent la route une fois mise à péage, ceux qui restent sur la route et ceux qui ne l'empruntaient pas avant et qui décident de l'emprunter parce que cette option, à péage et plus rapide, leur devient préférable aux alternatives.

Ceux qui quittent la route le font parce le coût généralisé de la route devient supérieur à celui des alternatives, compte tenu de leur propre valeur du temps, soit :

$$(c_{route}^2 + VT.t_{route}^2) > (c_{alt}^2 + VT.t_{alt}^2)$$

Si les conditions des alternatives restent inchangées, par exemple si le tarif et les conditions de déplacement (fréquence, vitesse, confort) des transports en commun restent identiques,

$$(c_{alt}^2 + VT.t_{alt}^2) = (c_{alt}^1 + VT.t_{alt}^1)$$

Ces usagers passant sur l'alternative à la route à péage verront donc leur situation se dégrader en vertu de l'équation ci-dessus (voir « perdants 1 » dans la figure 8).

Ce n'est que si les conditions des alternatives sont améliorées en situation 2 que le nombre de perdants peut être réduit, par exemple par une amélioration des vitesses des transports en commun (dans la figure 8, un abaissement de la pente de la courbe de coût généralisé de l'alternative).

Ceux qui restent sur la route, bien qu'elle soit désormais à péage, le font parce que, malgré tout, le coût généralisé des alternatives reste supérieur à celui de la route à péage, soit :

$$(c_{route}^2 + VT.t_{route}^2) < (c_{alt}^2 + VT.t_{alt}^2)$$

La variation de surplus entre avant et après la mise en place du péage s'écrit :

$$\Delta S = (c_{route}^1 - c_{route}^2) + VT(t_{route}^1 - t_{route}^2)$$

Et deux cas se présentent alors pour évaluer cette quantité. La valeur du temps seuil qui annule cette variation de surplus s'écrit :

$$VT_{seuil} = (c_{route}^2 - c_{route}^1) / (t_{route}^1 - t_{route}^2)$$



Les usagers dont la valeur du temps est inférieure à cette valeur seuil ont une variation de surplus négative (voir « perdants 2 » dans la figure 8), tandis que les autres, à valeur du temps suffisamment élevée, sont gagnants, car ils valorisent le temps économisé plus fortement que la redevance de péage (voir « gagnants 1 » dans la figure 8).

Enfin, une troisième catégorie concerne ceux qui n'utilisaient pas la route avant, par exemple avec une valeur du temps trop élevée pour supporter la congestion existante, et qui profitent de la décongestion pour utiliser désormais la route. Pour ceux-là, la variation de surplus entre avant et après la mise en place du péage s'écrit :

$$\Delta S = (c_{alt}^1 - c_{route}^2) + VT(t_{alt}^1 - t_{route}^2)$$

Et la valeur du temps seuil qui annule cette variation de surplus s'écrit :

$$VT_{seuil} = (c_{route}^2 - c_{alt}^1) / (t_{alt}^1 - t_{route}^2)$$

Les usagers dont la valeur du temps est supérieure à cette valeur seuil sont gagnants comme la catégorie précédente (voir « gagnants 2 » dans la figure 8).

Enfin, il faut ajouter à ce diagnostic en matière de congestion ce qui se passe au niveau des alternatives à la route mise à péage. Par exemple, en cas d'évitement possible d'une zone à péage, ceux qui circulent sur les autres routes non soumises à péage risquent de voir leur situation se dégrader par afflux d'automobilistes qui traversaient auparavant la zone à péage. Autre exemple, le report d'usagers automobilistes sur les transports en commun nécessite des dépenses supplémentaires, si l'on veut éviter une dégradation de la qualité de service dans ces derniers.

On voit donc que les autorités locales peuvent opérer des réglages assez fins de paramètres pour minimiser les perdants et donc les oppositions : outre la détermination des axes routiers ou de la zone géographique soumis à péage, elles peuvent jouer sur le niveau de la redevance. Ces choix refléteront un compromis entre l'efficacité (décongestion) et l'acceptabilité (réduire les oppositions). Les autorités peuvent également améliorer les alternatives comme les transports en commun, mais là encore ce sera un compromis au critère d'efficacité, notamment à celui relatif à l'investissement optimal (*cf. supra*).

Enfin, les pouvoirs publics ne sont pas obligés d'appliquer la même redevance de péage à tout le monde. Ils peuvent pratiquer des tarifs réduits pour désamorcer les oppositions, comme c'est le cas à Londres pour les résidents (*cf. infra*). Mais ils peuvent aussi pratiquer la discrimination tarifaire pour résoudre le problème du financement d'une infrastructure ou d'un service destiné à décongestionner un itinéraire par exemple. Le

principe de la discrimination tarifaire a été posé, encore une fois, par Jules Dupuit (*cf.* encadré 4)<sup>8</sup>.

Son application reste balbutiante dans le domaine de la tarification des infrastructures routières, alors qu'elle est très répandue dans certains services de transport de voyageurs, comme les avions et les trains. Elle se heurte au principe constitutionnel d'égalité devant la loi et, au niveau européen, au principe intangible de non-discrimination qui sous-tend notamment les directives européennes sur la tarification routière.

### La discrimination tarifaire selon Jules Dupuit

Dans son ouvrage de 1849, Dupuit introduisait la discrimination tarifaire comme solution au financement des infrastructures : on peut, par une combinaison appropriée, « ... *augmenter d'autant plus le péage qu'elle distinguera mieux les passants qui attachent une utilité différente à l'usage d'un pont* » (1849, p. 221). C'est l'exemple connu où le propriétaire du pont réduit le péage pour « *le passant en casquette, en blouson ou en veste* » afin d'attirer une clientèle d'ouvriers pour qui le prix courant du passage est trop élevé. Mais, comme certains passants en profiteront pour se « déguiser » afin de payer ce prix réduit, le propriétaire peut « *stipuler que la réduction n'aura lieu que le matin et le soir aux heures d'ouverture et de fermeture des ateliers, ou qu'elle ne sera accordée qu'aux ouvriers porteurs de leur livret* ». En abandonnant le principe d'un tarif unique, on peut rendre rentable une infrastructure qui auparavant ne l'était pas : en effet, l'application d'un tarif unique aboutit à diminuer le nombre d'usagers, de telle manière que le produit du péage ne parvient pas à couvrir l'ensemble des frais fixes, alors que l'ouvrage est utile ; la discrimination tarifaire permet de maximiser le surplus récupéré par le gestionnaire de l'infrastructure, rendant l'ouvrage réalisable. La discrimination permet d'augmenter à la fois l'utilité collective (moins d'exclus) et les recettes de l'exploitant.

Bien entendu, pour Dupuit, il s'agit d'un principe tarifaire et il ne sous-estime pas la difficulté de mise en pratique d'une telle méthode. « *Le meilleur de tous les tarifs serait celui qui ferait payer à ceux qui passent sur une voie de communication un péage proportionnel à l'utilité qu'ils retirent du passage. Supposons un pont ainsi tarifé : chaque passant payera la moitié du prix qui l'empêcherait de passer... Il est évident que l'effet d'un tel tarif serait : d'abord de laisser passer autant de monde que si le passage était gratuit ; ainsi point d'utilité perdue pour la société ; ensuite de donner une recette toujours suffisante pour qu'un travail utile pût se faire... Je n'ai pas besoin de dire que je ne crois pas à la possibilité d'application de ce tarif volontaire ; il rencontrerait un obstacle insurmontable dans*

#### Note

8. Pour des développements récents sur la discrimination tarifaire, *cf.* Anderson et Renault (2005).

*l'improbabilité universelle des passants, mais c'est là le type dont il faut chercher à s'approcher par un tarif obligatoire. Il faut deviner les besoins des consommateurs et les sacrifices qu'ils sont disposés à faire pour les satisfaire, puis définir les caractères généraux à l'aide desquels ces consommateurs peuvent être classés dans le tarif. Il faut tâcher de rendre ce tarif flexible pour qu'il puisse se plier à l'infinie variété des besoins et se mettre à leur portée.* » (p. 222).

En outre, Dupuit prend avec vigueur position contre la tarification à la distance : « *Il ne faut jamais perdre de vue que le péage a pour but de faire payer l'utilité d'un service, et que cette utilité n'est nullement proportionnelle à la distance.* » (p. 227). Bien entendu, le système de perception des péages peut être assez compliqué et il importe de l'étudier tout autant que leur assiette pour en déduire les compromis acceptables. Le principe général est « *qu'il faut demander pour prix du service rendu, non pas ce qu'il coûte à celui qui le rend, mais une somme en rapport avec l'importance qu'y attache celui à qui il est rendu* » (p. 248).

La théorie du « second rang » (Lipsey et Lancaster, 1956) affaiblit néanmoins singulièrement la prescription théorique de « premier rang » de la tarification au coût marginal. Cette dernière prescription ne garantit la maximisation du surplus collectif que si les autres secteurs de l'économie, liés à celui du transport routier qui nous occupe ici, tarifent également leurs biens et services au coût marginal. C'est évidemment rarement le cas. Qui plus est, cette théorie du second rang dévoile aussi qu'une tarification optimale de premier rang ne l'est plus dans une situation de second rang. Plusieurs travaux montrent au cas par cas – sous-tarifation d'un mode concurrent comme les transports collectifs, ou contrainte d'équilibre budgétaire sur un mode –, comment la tarification doit dévier du coût marginal (pour une revue, cf. Quinet, 1998).

Il existe malgré tout un consensus pour juger qu'il est plus efficace d'imputer un prix pour les externalités environnementales et de congestion, plutôt que de ne rien tarifer du tout, ou de tarifer un prix déconnecté des coûts occasionnés à la marge (Goodwin, 1995).

Cependant, calculer une tarification optimale de second rang est aussi compliqué, sinon plus, que le calcul d'une tarification optimale de premier rang, compte tenu de la quantité d'information qu'il faut récolter : cela concerne non seulement les courbes de demande (réactions comportementales) et d'offre (technologie de la congestion) pour la route, mais aussi les modes concurrents (dont la demande et donc l'équilibre avec l'offre vont également dépendre de ce qui se passe sur la route), ainsi que les marchés fonciers et immobiliers.

En pratique, que se passe-t-il ? Les politiques, heureusement parfois, n'attendent pas les prescriptions des économistes. Les exemples de Londres, de Singapour ou de Norvège montrent, nous l'observerons, que le choix des paramètres du péage (zone, horaires et prix) obéit largement à des considérations sociales et politiques : le prix n'est évidemment ni de premier ni de second rang. Les choix sont faits de manière à rendre le programme simple, facile à comprendre et acceptable. Serait-ce que les travaux des économistes sont inutiles ? Pas tout à fait, puisqu'ils peuvent évaluer l'efficacité d'une politique de transport et plus particulièrement d'un programme de péage urbain, c'est-à-dire calculer si cette politique augmente la richesse collective ou non. C'est ce qui a été fait notamment par plusieurs travaux, que ce soit, par exemple, dans le cadre du péage de Londres ou des études *ex ante* en France (*cf. infra*). Comme nous le verrons, la conclusion générale de ces travaux est que d'une part il est possible de concevoir et de mettre en œuvre des politiques de péage urbain qui améliorent le bien-être collectif, d'autre part, les résultats dépendent de chaque application particulière : il n'y a pas de diagnostic général, l'analyse doit être faite au cas par cas.

## Conclusion

---

Le modèle théorique standard du péage de congestion apparaît assez robuste dans sa préconisation de la tarification au coût marginal, quand cela est nécessaire, afin de gérer les infrastructures de transport de manière optimale pour la collectivité. Les infractions aux hypothèses de base ne remettent pas en cause la préconisation, même si elles ne permettent pas de caractériser précisément l'optimum à rechercher.

Ce modèle standard permet également de désigner les différentes catégories de gagnants et de perdants différemment concernés par ce type de mesure, dont la catégorisation sociale et spatiale variera selon la mise en œuvre concrète de tel programme de péage dans telle agglomération.

En pratique, les décisions concernant les paramètres des péages (lieux, horaires, tarifs) obéissent à des considérations sociales et politiques, ce qui est un moindre mal compte tenu des limites de l'analyse économique que nous venons d'évoquer. Cela ne rend pas inutile les études économiques, loin de là : il est au contraire indispensable de faire une évaluation soigneuse du bilan socio-économique et des effets distributifs pour montrer avec force arguments que le programme bénéficie à la collectivité et aux divers groupes sociaux considérés.

## CHAPITRE 2



## Le passage à la pratique

Le passage de la théorie à la pratique nous amène à nous interroger sur l'instrument adéquat de mise en œuvre d'une tarification variable dans l'espace et dans le temps, à savoir le péage routier. Ensuite nous verrons ce que permet la technologie aujourd'hui. De là, nous pourrions présenter les différentes configurations de péage, selon les trois paramètres de la géographie, des heures de fonctionnement et du tarif. Enfin, nous aborderons deux questions assez centrales dans les débats autour du péage, à savoir l'équité en lien avec l'acceptabilité, et les impacts sur les formes urbaines et leur attractivité. Ces deux dernières questions seront traitées brièvement puisque, comme nous le verrons, il n'y a pas de diagnostic universel mais seulement au cas par cas.

### Pourquoi le péage routier ?

Différents instruments permettent d'influencer plus ou moins directement le prix de l'usage de la route : les péages routiers mais aussi les taxes sur les carburants, le stationnement payant, la fiscalité sur la possession ou l'achat de l'automobile. Ces différents instruments ont leurs avantages et leurs inconvénients en termes d'efficacité et de coût de mise en œuvre.

La fiscalité sur l'achat des automobiles peut influencer sur le choix des modèles au moment de l'acquisition, mais elle n'est que trop indirectement liée à son intensité d'usage. Il en est de même pour la fiscalité sur la possession des véhicules, ce que les particuliers ont connu en France jusqu'en 2001 sous la dénomination de « vignette automobile »<sup>1</sup>.

#### Note

1. La fameuse « vignette automobile » ou, en langage administratif « taxe différentielle sur les véhicules à moteur », a été créée en 1956 pour abonder le fonds national de solidarité garantissant le revenu minimum vieillesse. En 1973, l'affectation du produit de cette taxe a été supprimée, puis, en 1984, ce produit a été transféré du budget de l'État à celui des départements. Enfin, cette taxe a été supprimée pour les particuliers en 2001 (environ 30 millions de véhicules), ce qui représente environ 1,8 milliard d'euros de perte de recettes fiscales annuelles ou d'économie pour les automobilistes, selon le point de vue adopté. L'évolution de la structure de cette taxe dans ses dernières années préfigurait un puissant levier d'orientation vers des véhicules plus vertueux au plan environnemental. Ce levier est désormais difficile à rétablir.

La consommation de carburant reflète de manière approchée l'intensité d'usage des véhicules routiers, quoique approximativement du fait des différences de consommation kilométrique entre véhicules. Compte tenu, en outre, de leur coût de perception modique, les taxes sur les carburants permettraient donc de taxer l'usage au prorata des véhicules-kilomètres parcourus. Cependant, l'échelle pertinente de leur application dépasse le cadre urbain et donc les situations de congestion : en effet, ces taxes ne peuvent à l'évidence être modulées selon les heures, ni même significativement selon les lieux de circulation, sauf à provoquer le « tourisme du réservoir », comme cela se pratique déjà aux frontières entre pays avec des niveaux de taxe sur les carburants significativement différents.

Le stationnement payant est un instrument couramment utilisé en milieu urbain, et relativement accepté aujourd'hui en raison de son ancienneté historique. L'utiliser aux fins de combattre la congestion risque de miner son acceptabilité, car il frappe alors l'immobilité de véhicules, qui ne prennent pas part de ce fait à la circulation. De plus, s'il dissuade les automobilistes dont la destination est dans la zone soumise à régulation, il n'empêche pas les autres de traverser la zone. Cependant, il peut constituer dans certains cas (accès aux centres des affaires ou aux centres historiques) un instrument de tarification efficace.

Le péage routier a l'avantage, grâce aux technologies de télépéage électronique désormais disponibles et abordables, de pouvoir cibler directement la consommation d'espace de voirie et de ressources environnementales, en des lieux bien délimités et à des moments précis : il se révèle donc particulièrement adapté pour suivre les variations de redevance d'usage de la voirie préconisées par la théorie.

## Les technologies de péage électronique

La technologie la plus mature actuellement est une technologie de collecte « de bord de route ». Elle repose sur une balise embarquée à bord des véhicules, qui communique par micro-onde (Dedicated Short Range Communications, DSRC) avec des lecteurs radio en bord de route. Dans la version la plus simple, le lecteur identifie la balise, en général attachée au véhicule, et transmet l'information sur la transaction à un ordinateur central qui facture alors le propriétaire du véhicule, en effectuant par exemple un prélèvement sur son compte bancaire. Cette procédure requiert un préenregistrement du véhicule et de son propriétaire, ce qui présente un risque évident d'atteinte à la vie privée. Le système de lecture de bord de route doit être aussi équipé d'une unité de contrôle vidéo, pour identifier les véhicules en infraction (en cas de fraude ou de défaut technique).

Une version plus sophistiquée débite à la volée une carte à puce préchargée ou une carte de crédit, qui est insérée dans la balise embarquée. Le fait de pouvoir acheter anonymement des cartes préchargées, permet de garantir l'anonymat de la transaction du péage et donc de répondre aux préoccupations relatives à la protection de la vie privée. C'est un système de ce type qui est utilisé à Singapour (*cf. infra*).

Un second type de technologie de péage électronique s'appuie sur le positionnement satellitaire des véhicules, en utilisant le système actuel du GPS ou demain le système européen Galileo. L'exemple le plus connu aujourd'hui est celui du péage pour les poids lourds sur le réseau autoroutier allemand (TollCollect), qui a connu les difficultés de démarrage que l'on sait. Le système inclut une balise embarquée qui dialogue avec la constellation de satellites GPS et transmet les données par téléphonie GSM au centre de traitement du péage. Il s'agit de la technologie de péage routier la plus élaborée : en effet, elle peut suivre le mouvement des véhicules de telle façon qu'on peut faire payer la distance exacte parcourue, à un taux qui peut varier selon le lieu et l'heure de circulation.

Bien que du point de vue technique ce système ne nécessite pas d'équipement en bord de route, il est actuellement très coûteux à mettre en œuvre. Par exemple, le coût de la balise embarquée est estimé entre 200 et 400 euros (incluant le coût d'installation). De plus, afin d'optimiser le fonctionnement d'ensemble du système de péage, tous les véhicules susceptibles d'y être soumis doivent être inclus dès le départ. Autrement, des procédures manuelles complexes et coûteuses sont nécessaires pour traiter les usagers occasionnels. Enfin, la possibilité de suivre en permanence les véhicules à la trace soulève d'évidentes préoccupations concernant la protection de la vie privée des utilisateurs. Toutefois, il est probable que ces problèmes de jeunesse seront surmontés et que des technologies efficaces et abordables seront finalement mises au point.

## Les différentes configurations de péage

---

La configuration d'un péage peut être définie à l'aide de trois paramètres essentiels, qui sont la géographie du péage, les heures de fonctionnement et les tarifs. Voilà pourquoi on peut parler de péages urbains au pluriel.

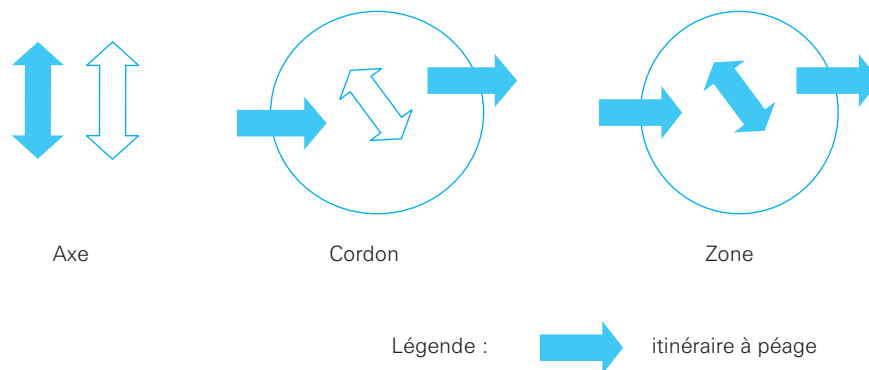
La géographie du péage recouvre elle-même trois formes différentes (*cf. figure 9*). La première d'entre elles, le péage d'axe, se distingue des deux autres par la possibilité qu'elle laisse d'utiliser des itinéraires alternatifs non soumis à péage. C'est le péage autoroutier classique « à la française » qui préserve systématiquement un itinéraire routier gratuit quasi parallèle.

C'est également le cas des voies express à péage, adjacentes aux voies gratuites congestionnées sur certaines autoroutes nord-américaines.

Les deux formes suivantes, le péage de cordon et le péage de zone, ont en commun d'imposer un péage pour ceux qui veulent continuer à se rendre en voiture dans la zone à péage. Leur différence est que, dans le péage de cordon, le paiement se fait au passage du cordon en entrée (c'est l'exemple des péages norvégiens) ou en sortie ou les deux (c'est l'exemple de Stockholm), tandis que le véhicule qui circule à l'intérieur du cordon n'a pas à acquitter de péage. Par contre, dans le péage de zone (par exemple, à Londres), l'entrée et la circulation dans la zone sont soumises à péage.

Figure 9

#### Les trois formes géographiques de péage



En pratique, la multiplication des portes de cordon permet de s'approcher d'un péage de zone, puisqu'il devient alors difficile à un véhicule de parcourir une distance significative sans être détecté.

On comprend donc que la première forme, le péage d'axe, est *a priori* plus facilement acceptée puisqu'elle laisse une liberté de choix, au contraire des deux autres qui n'offrent que peu d'échappatoires aux automobilistes ne voulant ou ne pouvant délaissier leur véhicule.

Le deuxième paramètre est celui des horaires de fonctionnement. Le péage peut fonctionner sept jours sur sept (c'est le cas d'Oslo) ou seulement les jours de semaine (Londres), le tarif peut varier selon les heures, avec un tarif plus élevé aux heures de pointe (c'est le cas de Singapour et de Trondheim, ou de la tarification sur les Express Lanes américaines).

Enfin, le troisième paramètre est celui du tarif. Le curseur, si l'on ose dire, peut être placé vers un tarif modéré, mais, par exemple, avec une base



d'imposition élargie aux véhicules circulant sur un réseau (cas d'Oslo ou de Trondheim), et ce dans le but de maximiser les recettes. On parle parfois de péage de financement, cependant, cette expression recouvre également le cas des péages d'axe qui ont pour finalité de financer ces derniers (cas français).

À l'inverse, le curseur peut être placé sur un tarif élevé dans le but de réduire la circulation, comme dans le cas de Londres. Il peut également varier sur un axe, avec des niveaux suffisamment élevés pour écrêter les pointes de trafic (cas des voies HOT ou des Express Lanes aux États-Unis). On parle alors de péage de régulation.

Notons toutefois que ces distinctions entre péage de financement et péage de régulation sont des commodités de langage qui n'ont pas de réelle pertinence pour l'économiste. À partir du moment où une tarification d'un niveau quelconque s'applique, il se produit une réaction de la demande, si minime soit-elle (*cf. infra* le cas d'Oslo) et, dans tous les cas, il en résulte des recettes.

Ces diverses formes de péages peuvent avoir des effets très différents sur les deux objectifs qui concernent la circulation et le niveau des recettes : selon qu'il existe ou non un itinéraire routier concurrent non payant, et selon la qualité de service qu'il offre ; selon le niveau de prix, dans le cas du péage de cordon ou de zone, et la qualité de l'offre des alternatives non routières ; selon la durée de la pointe tarifaire, une durée plus courte facilitant le changement d'heure des déplacements.

## Équité sociale et acceptabilité

La question de l'acceptabilité de la tarification dans les transports, et plus particulièrement de la tarification au coût marginal, a donné lieu à une impressionnante littérature, qui semble alimenter des débats sans fin et que nous ne reprendrons pas ici <sup>2</sup>. Ce courant de recherche assez récent a été impulsé par la Commission européenne qui a pris position en faveur de la tarification au coût marginal social dans les transports (CE, 1998) et s'inquiète de la résistance de l'opinion et des politiques à ce type de mesure.

Même si l'acceptabilité d'une mesure de péage urbain est le fruit d'un processus complexe où interviennent des paramètres très divers, l'expérience des débats montre que la perception de l'équité ou, plus trivialement, de la justice de la mesure joue un rôle central, bien plus que

### Note

2. Pour une revue récente de cette thématique, voir Raux *et al.* (2007).

l'efficacité économique supposée de ces projets. Pour répondre aux préoccupations d'équité, les économistes disposent des outils du calcul économique.

On affirme souvent que le péage est en général régressif par rapport au revenu, toutes choses égales par ailleurs : il favorise ceux qui ont une utilité marginale relative du temps plus élevée et une utilité marginale relative du revenu moins élevée, c'est-à-dire en gros les plus riches ou ceux dont les frais sont remboursés par l'employeur. Dans sa forme de régulation la plus ultime (péage de congestion appliqué à une zone), le péage apparaît encore plus régressif, non seulement parce que les tarifs seront plus élevés pour décourager la circulation, mais aussi parce que, par définition, l'alternative routière gratuite n'existe pas. Seule l'utilisation *ad hoc* des recettes du péage pour compenser ces aspects négatifs et financer des alternatives raisonnables par les transports collectifs permettrait de rendre ce type de mesure moins inacceptable.

Or, les vérifications empiriques montrent que le « mythe de la régressivité » a du plomb dans l'aile : on ne peut dresser *a priori* de conclusions universelles sur les impacts distributifs des programmes de péage urbain. Par exemple, Santos et Rojey (2004) sur différents cas de péage de cordon, et Santos et Fraser (2006) dans le cas de Londres montrent que le péage peut être soit progressif soit régressif, avant même la mise en place de compensations, en fonction de l'application particulière à chaque ville : dans le résultat final interviennent la configuration du péage selon les trois paramètres (géographie, tarif, horaires), les lieux où vivent les différents groupes sociaux, leur destination, notamment pour le travail, et comment ils s'y rendent.

De même, dans le cas de Paris, Glachant et Bureau (2006) ont analysé les effets distributifs de différents scénarios de péage, à l'aide d'une modélisation simplifiée et en se limitant aux déplacements domicile-travail. Selon que l'on considère des péages de cordon ou de zones, ainsi que différentes exemptions, le péage peut être socialement neutre (en euro par déplacement, en comparant les classes de revenu) ou régressif (en pourcentage du revenu par tête). En résumé, le résultat dépend de la configuration du péage et de l'affectation éventuelle des recettes aux transports collectifs.

En conclusion, dans chaque application, les autorités locales peuvent régler finement les paramètres du péage de manière à le rendre progressif et, s'il est régressif, élaborer par l'utilisation des recettes des compensations envers les perdants.

## Quels impacts sur les formes urbaines ?

Une réponse simple n'est pas évidente, face à la multiplicité des formes de péage et à la complexité des interactions entre transport et urbanisation.

L'instauration de péages peut entraîner des réactions comportementales multiples, dans lesquelles le niveau de prix du péage, mais aussi les marges de manœuvre en matière d'horaires et de destinations, jouent un rôle fondamental : changement d'itinéraire en cas de péages différenciés selon les itinéraires ; changement d'heure de déplacement face à un péage de pointe ; changement de mode de déplacement quand une telle alternative existe ; changement de destination pour les motifs peu contraints ; et changement à moyen ou long terme de localisation d'activités telles qu'emplois, commerces, services ou habitat, induisant *in fine* d'autres changements dans les destinations des déplacements.

Par exemple, une nouvelle autoroute à péage en zone urbaine ou périurbaine risque fort, si elle remplit son rôle en attirant de la clientèle, d'augmenter la portée des déplacements et d'accélérer l'étalement urbain. Cet effet pourra être contrebalancé si l'offre de voirie parallèle à la route à péage est réduite.

Dans le cas d'un péage de zone, l'augmentation des vitesses consécutive à la baisse du trafic dans la zone à péage a un effet contraire à celui de l'augmentation des coûts monétaires : le coût généralisé des déplacements automobiles peut donc stagner voire diminuer. À moyen et long terme, les citoyens peuvent changer plus facilement d'emploi et aller travailler en périphérie, ce qui peut avoir un effet supplémentaire sur la diminution du trafic à destination du centre et à l'intérieur de ce dernier. Mais inversement, si la ville « roule » mieux, les entreprises peuvent être incitées à y maintenir, voire à accroître les emplois, tandis que les commerces peuvent attirer des clients. Il y a donc là autant de mécanismes dont l'effet combiné net peut être de renforcer ou de diminuer l'attractivité de la zone.

En bref, on ne peut savoir *a priori* si tel ou tel scénario de péage urbain entraînera une contraction ou une dilatation de l'espace urbain, un gain ou une perte d'attractivité. Là encore, seule l'étude au cas par cas permet de trancher : les modèles d'interaction transport-urbanisme, en plein développement, peuvent être mobilisés *ex ante*, tandis que les études de suivi *ex post* permettent de surveiller l'évolution des formes urbaines.



## CHAPITRE 3



## Les applications

Nous commencerons par exposer trois cas où la politique mise en œuvre a essentiellement pour but de réduire la congestion. Le cas du péage de Londres, dans un premier temps, qui interpelle légitimement par sa proximité géographique, la publicité qui lui a été faite, et parce qu'une abondante documentation permet d'évaluer ce programme. Nous continuerons ensuite par le cas de Stockholm, qui n'a été jusqu'à maintenant qu'une expérience et qui présente quelques similitudes avec le péage de Londres. Nous terminerons par le cas de Singapour, le plus ancien, où la logique de régulation est particulièrement poussée.

Les trois cas suivants relèvent plutôt d'une logique de financement, même s'il peut y avoir çà et là des nuances. Il s'agit tout d'abord des péages de cordon de Norvège, les premiers péages urbains en Europe. Nous aborderons ensuite la politique mise en œuvre aux États-Unis et les programmes de péage liés à la qualité de service offerte. Enfin, viendra le cas de la France qui présente de grandes similitudes avec le précédent.

### Le péage de zone de Londres

Le péage urbain de Londres est un exemple d'application réussie d'un système de tarification routière en milieu urbain. Le Congestion Charging est en œuvre depuis février 2003. Les objectifs annoncés étaient de réduire la congestion par l'instauration du péage, d'améliorer radicalement le service des bus (à l'aide des recettes du péage) et la fiabilité des durées de déplacement en automobile, ainsi que de rendre la livraison des marchandises et le fonctionnement des services plus efficaces. Après avoir exposé le contexte national et local ayant permis la mise en place du péage, ainsi que les caractéristiques de son fonctionnement, nous en analyserons les effets et l'acceptabilité, pour terminer par quelques perspectives.

## Le contexte national et local

La Grande-Bretagne est un pays quasiment sans péage routier. Ce n'est qu'à partir de 1999 que la législation a autorisé les pouvoirs locaux à introduire un système de péage. À cette date pour Londres, puis en 2000 en Angleterre et au pays de Galles, la loi a donné la possibilité aux autorités locales de mettre en œuvre le péage urbain ou la taxation des places de parking pour le travail, dans le cadre de leurs plans de transport local, afin de combattre la congestion. Les recettes du péage doivent être affectées à l'amélioration du transport pour une durée minimale de dix ans. Au-delà, ces recettes peuvent aller au budget du gouvernement central pour tout ou partie (Department for Transport (DfT), 2004). L'Écosse a adopté une loi similaire en 2001, mais en 2005 la population d'Édimbourg a refusé, par référendum, à une écrasante majorité, le projet de péage de double cordon qui lui était proposé.

Le contexte local à Londres se caractérise par une situation assez mauvaise en matière de transports, après des décennies de sous-investissement. Le débat est ancien autour du « road congestion pricing », il date de 1964 avec le rapport Smeed. Le consensus était général, chez les décideurs et dans l'opinion, sur la nécessité de « faire quelque chose » pour réduire le trafic automobile. Le péage de Londres est un axe fort de la stratégie du maire, Ken Livingstone, concernant le transport urbain. La première campagne électorale pour l'élection d'un maire pour le Grand Londres en 2000 vit les deux partis, travailliste et conservateur, s'opposer au projet de Ken Livingstone qui remporta l'élection. Le péage fut mis en place en 2003 et Ken Livingstone fut ensuite réélu en 2004, tout en ayant annoncé lors de sa seconde campagne électorale, l'extension de la zone à péage et la hausse de ce dernier.

Du point de vue institutionnel, c'est l'établissement public Transport for London (TfL) qui est l'autorité organisatrice du système de transport londonien. TfL a pour mission de mettre en œuvre la stratégie de transport du maire, notamment le péage (*cf.* encadré 5) et de gouverner les services de transport dont le maire est responsable.

## Le fonctionnement du Congestion Charging Scheme du centre de Londres <sup>1</sup>

Le péage a démarré en février 2003 et fut appliqué à une première zone centrale de 22 km<sup>2</sup>. La zone soumise à péage <sup>2</sup> a été élargie en février 2007, pour aboutir à une aire d'environ 9 km (en est-ouest) sur 4. Le tarif (Congestion Charge) est un forfait pour la journée qui doit être acquitté pour circuler en véhicule automobile (ou garer ce véhicule) sur les routes publiques dans la zone <sup>3</sup>, entre 7 heures et 18 heures du lundi au vendredi, sauf les week-ends, jours fériés et période de Noël au nouvel an. Ce forfait permet de circuler, entrer et sortir de la zone, autant que nécessaire dans la journée.

Il n'y a pas de barrières de péage, la détection des véhicules se fait par des caméras <sup>4</sup> reconnaissant automatiquement les plaques d'immatriculation. Le paiement consiste en fait à se faire enregistrer dans une base de données pour le jour de circulation. Le numéro détecté par les caméras est confronté à cette base de données (qui contient également les données sur les véhicules exemptés) et, en cas de succès, l'image photographique du véhicule est automatiquement effacée.

Le tarif s'élève à 8 GBP (environ 12 €) par véhicule et par jour <sup>5</sup>. Le paiement doit être effectué en avance et au plus tard à minuit le jour des déplacements, ou sinon le lendemain mais avec un tarif majoré, soit 10 GBP. Le paiement peut être fait par Internet, par SMS, à des machines self-service, par téléphone ou à certaines boutiques ou stations d'essence. Il est possible de s'enregistrer en tant que client régulier afin d'éviter d'avoir à répéter l'information requise à chaque paiement. On peut payer pour plusieurs jours à la fois (une semaine de cinq jours consécutifs par exemple). Le paiement à l'avance du tarif mensuel, soit vingt jours consécutifs, bénéficie d'une ristourne équivalente à trois jours gratuits, soit 136 GBP (environ 200 €). Le paiement annuel pour 252 jours consécutifs bénéficie d'une ristourne équivalente à quarante jours gratuits et revient à 1 696 GBP (environ 2 505 €). Dans ces deux derniers cas, il est possible, moyennant certaines conditions, d'obtenir un remboursement des jours dont on prévoit à l'avance qu'ils ne seront pas utilisés.

### Notes

1. Cet encadré décrit la réglementation en vigueur en mars 2007. Les rapports de Transport for London sont disponibles sur la page « Congestion charging publications » du site de TfL (<http://www.tfl.gov.uk>).
2. La carte détaillée peut être visualisée à <http://www.cclondon.com/download/DetailMapECCZ.pdf>
3. À l'exception de deux routes traversant la zone à péage qui ne nécessitent pas d'acquitter le péage.
4. Au nombre de 230 initialement.
5. Le tarif initial était de 5 GBP et a été augmenté en juillet 2005.

L'amende pour non-paiement est de 100 GBP (environ 147 €), réduite de moitié si elle est payée dans les quinze jours. Non payée dans le mois, cette amende passe à 150 GBP. Une agence européenne est chargée du recouvrement de ces amendes pour les véhicules à plaque étrangère.

Les exemptions de paiement concernent les deux-roues, les taxis, les véhicules pour handicapés, les véhicules d'urgence, certains véhicules à énergie alternative et les véhicules de transports collectifs (neuf places et plus). En outre, les résidents vivant à l'intérieur de la zone à péage bénéficient d'une ristourne de 90 % pour un véhicule privé qu'ils doivent enregistrer : le tarif minimum est alors de 4 GBP pour cinq jours consécutifs. Ces résidents bénéficient d'une ristourne équivalente pour les tarifs mensuel et annuel.

Par la loi, pendant les dix premières années d'exploitation, les recettes nettes du péage doivent être intégralement affectées à l'amélioration des transports à Londres.

## Les effets du péage

Il faut d'abord préciser, comme le soulignent Prud'homme et Bocarejo (2005b), que le « péage de Londres » ne concerne qu'une très petite partie de l'agglomération londonienne (Grand Londres, *Greater London* en anglais, 7,3 millions d'habitants) : 1,5 % en superficie et 5,2 % de la population en 2003. Cependant, cette zone concentre 26 % des emplois de l'agglomération. En outre, à l'heure de pointe du matin, moins de 15 % des personnes entrant dans la zone centrale utilisent une voiture, la quasi-totalité des autres utilisant les transports en commun (TfL, 2003).

Les effets positifs attendus se sont manifestés immédiatement (cf. TfL, 2006)<sup>6</sup>. En ce qui concerne le trafic, les résultats ont dépassé les prévisions. 378 000 véhicules entraient dans la zone avant la mise en place du péage, dont environ 200 000 voitures particulières. Après la mise en place du péage en 2003, la baisse est de 18 % pour les véhicules à quatre roues et plus, baisse semblant s'accroître légèrement dans les premiers mois ayant suivi l'augmentation du péage de juillet 2005. Concernant les voitures particulières, cette baisse est encore plus forte, soit 33 %, mais elle n'est que de 11 % pour les camions. En moyenne, en 2005, après la hausse du péage, 96 000 paiements étaient effectués chaque jour.

Le trafic en véhicules-kilomètres à l'intérieur de la zone à péage a baissé de 15 % pour les véhicules à 4 roues et plus, et de 34 % pour les voitures

### Note

6. La suite concerne les effets mesurés pendant les heures de fonctionnement du péage, jusqu'à l'automne 2005, c'est-à-dire sur la zone initiale de 22 km<sup>2</sup>.



particulières, niveau qui semble stabilisé depuis. Une légère augmentation des véhicules-kilomètres avait été constatée sur la *Inner Ring Road* entourant la zone à péage, mais TfL considère que, pendant la période, le niveau de trafic sur cette route est resté sensiblement le même qu'avant l'ouverture du péage.

La congestion (mesurée comme le temps supplémentaire de trajet en minutes par kilomètre par rapport à la situation de fluidité la nuit) est estimée en diminution de 26 % à 30 % en moyenne sur la période 2002-2005, avec une perte de décongestion observée fin 2004, mais effacée suite à l'augmentation du péage en 2005.

La fréquentation des bus, qui enregistrent une plus grande ponctualité (baisse de 30 % des retards aux arrêts) et donc une baisse des coûts d'exploitation, a augmenté. La première année, la hausse du nombre de passagers entrant à l'heure de pointe du matin était de 18 %, suivie d'une deuxième hausse de 12 % l'année suivante, pour se stabiliser en 2005. Cette hausse de fréquentation s'explique en grande partie par l'accroissement de l'offre conjointement à la mise en place du péage. Concernant le métro, après une réduction de la fréquentation en 2003 suite à la fermeture prolongée de la Central Line, et l'effet des attentats de juillet 2005, la fréquentation s'est stabilisée à un niveau légèrement inférieur à celui de 2002, avant péage.

Enfin, en ce qui concerne l'impact sur l'économie, TfL estime qu'il n'y a pas d'impact net significatif du péage, que ce soit en positif ou en négatif, malgré l'effet temporaire des attentats de l'été 2005.

Il résulte de la baisse inattendue du trafic automobile dans la zone à péage que les recettes nettes (93 millions GBP en 2004-2005) étaient très inférieures aux prévisions (130 millions GBP). Ces recettes ont néanmoins remonté avec la hausse du péage de juillet 2005, pour atteindre 122 millions GBP en 2005-2006 (soit près de 180 millions d'euros).

Qu'en est-il du bilan socio-économique du péage de Londres ? TfL (2006) évalue les coûts d'exploitation annuels <sup>7</sup> à 110 millions GBP (162 millions d'euros) dont environ 80 % de frais de perception du péage, le reste relevant du coût de l'augmentation de service des bus. Les avantages s'élèvent à 200 millions GBP (295 millions d'euros), dont 86 % sont des gains en temps <sup>8</sup>, le reste comprenant les gains résultant des réductions d'accidents et des émissions de CO<sub>2</sub>. Il en résulte un bénéfice socio-économique net annuel de 90 millions GBP (133 millions d'euros).

#### Notes

7. Aux prix de 2005.

8. Rappelons que ces gains en temps sont le pendant des recettes du péage, donc on ne doit compter en avantages que l'un ou l'autre mais ne pas additionner les deux.

Cette expérience est sujette à controverse, au moins chez les économistes français, suite aux travaux de Prud'homme et Bocarejo (2005a et 2005b) qui ont fortement contesté l'évaluation socio-économique de TfL. Sur la base d'un modèle de simulation, les auteurs montrent que les avantages (gain économique de la décongestion) sont très largement surestimés, et qu'ils sont surpassés par les coûts de perception du péage. Ces auteurs concluent à « l'échec » économique du péage de Londres. Raux (2005) a utilisé le même modèle de simulation et a montré que l'évaluation du surplus des usagers (automobilistes et usagers des bus) est extrêmement sensible à de faibles variations dans les vitesses enregistrées entre avant et après la mise en place du péage. De plus, les valeurs du temps utilisées normalement pour l'évaluation des gains de temps peuvent être sous-estimées, compte tenu de la particularité de cette zone centrale concentrant de riches résidents et des emplois à hauts salaires. L'absence de valorisation de la fiabilité accrue des temps de parcours est un facteur supplémentaire de sous-estimation du surplus. Enfin, d'autres modes de contrôle et de perception du péage, à l'instar du système utilisé dans les péages norvégiens (*cf. infra*) – à base d'équipements électroniques embarqués à bord des véhicules –, peuvent réduire les coûts de collecte et accroître ainsi le surplus net.

Santos et Fraser (2006) ont également expertisé le bilan socio-économique du péage de Londres. Ils pointent le fait que le péage n'est un optimum ni de premier ni de second rang. En effet, les trois paramètres fondamentaux que sont le tarif, les heures de fonctionnement du péage et la zone concernée ont été ajustés sur la base de considérations politiques : par exemple, le tarif initial a été fixé à 5 GBP plutôt que les 10 GBP préconisées dans les études ; les poids lourds sont soumis au même tarif que les voitures particulières bien que leur coût marginal soit bien plus élevé ; l'heure de fin du péage a été fixée à 18 heures au lieu de 19 heures, sous la pression de l'industrie du spectacle ; les limites de la zone ont été plusieurs fois modifiées, sous la pression de résidents voulant bénéficier de la ristourne de 90 %, et des entreprises ne voulant pas être incluses dans la zone de peur de perdre leur clientèle. Les auteurs concluent que, malgré tout, le péage actuel génère du surplus collectif.

### **L'acceptabilité du péage**

Ce projet a, au départ, rencontré une forte opposition, notamment du parti conservateur, des automobilistes, des syndicats et des habitants des quartiers concernés. L'un des facteurs déterminant de l'acceptabilité a été la réduction de 90 % accordée aux résidents de la zone à péage et l'exemption à 100 % pour les handicapés. Les résidents enregistrés sont au nombre de 20 000 environ, les handicapés 100 000.

Le maire a abondamment consulté, en utilisant largement la radio, les journaux, et les trois paramètres du péage évoqués plus haut ont été influencés par les résultats de ces consultations. Mais il n'a jamais été question de soumettre la décision à référendum.

Quant à l'acceptabilité, en 2003 plus de 50 % des Londoniens (du Grand Londres, donc bien au-delà de la zone centrale) soutenaient cette démarche, et seulement 30 % des habitants se prononçaient contre (TfL, 2003).

Le maire de Londres a été élu sur ce projet en 2000 mais également réélu en 2004, c'est-à-dire un an après la mise en fonctionnement du péage, avec un projet d'augmentation du niveau de péage (effectif en 2005) et d'extension de la zone à péage (effectif en 2007).

## Perspectives et conclusions

On aurait pensé qu'avec le succès du péage de Londres et les possibilités offertes par la loi, d'autres agglomérations se seraient engagées dans cette voie. Ce n'est pas ce qui s'est passé, à l'exception de Durham avec une rue à péage – unique accès au centre historique –, sans compter le rejet par référendum du projet d'Édimbourg. Nash (2007) avance plusieurs raisons à cela : la configuration particulière du centre de Londres, où les usagers de la voiture sont très minoritaires, ne se rencontre nulle part ailleurs en Grande-Bretagne ; les autres villes craignent de perdre des affaires au profit de leurs voisines, au contraire de Londres qui, en raison de sa taille, ne craint pas une telle concurrence ; plusieurs villes qui envisageaient le péage urbain pour financer leurs investissements en transport se sont vu finalement offrir un financement par le gouvernement, sans condition de mise en œuvre d'un péage.

Pendant un temps, le gouvernement britannique a semblé s'orienter vers la mise en place d'un péage routier national, malgré les coûts élevés des technologies GPS qui sont les seules envisageables à cette échelle. De récentes déclarations ministérielles semblent repousser ce projet à plus longue échéance. En revanche, le gouvernement vient de mettre en place un fonds de financement du transport pour inciter les autorités locales des agglomérations les plus congestionnées à mettre en œuvre des ensembles de mesures incluant le péage urbain.

L'expérience du péage de Londres montre comment une volonté politique forte, conjuguée à un consensus sur le caractère critique de la situation, a permis de passer outre l'impopularité de cette mesure qui paraissait initialement insurmontable. L'application initiale à une zone limitée, où les usagers de la voiture particulière sont minoritaires, avec une politique de ristourne étudiée, a permis de mettre ce type de politique « sur les rails ».

## L'expérience de péage de Stockholm

L'agglomération de Stockholm est confrontée depuis plusieurs années au problème récurrent de la congestion sur son réseau routier de communication entre les multiples îles et presqu'îles qui forment cette aire urbaine de 1 250 millions d'habitants, au sein d'un archipel situé sur la côte est de la Suède. La ville de Stockholm elle-même comprend 780 000 habitants.

Au début des années 1990, le « Dennis Package », un important programme d'investissements routiers pour la région de Stockholm, fut élaboré. Ce projet qui aurait été financé par des péages de cordon, fut abondamment étudié et longuement débattu sur la place publique, avant d'être finalement abandonné en 1997.

En juin 2003, le conseil municipal de Stockholm proposa de conduire une expérience de péage de congestion. Cette proposition prit forme après l'approbation par le Parlement suédois, qui adopta en juin 2004 la loi sur les péages de congestion.

Les objectifs affichés du péage de congestion à Stockholm sont de réduire la congestion, d'accroître l'accessibilité et d'améliorer l'environnement pour les habitants de Stockholm, tout en fournissant des ressources financières supplémentaires pour les transports publics.

Précédée d'une amélioration des parcs relais et de l'offre de transports publics<sup>9</sup> à partir d'août 2005, l'expérience du péage de Stockholm (Stockholm congestion charging trial) s'est déroulée de janvier à juillet 2006.

Il s'agit d'un péage de cordon<sup>10</sup> encerclant le cœur de la ville de Stockholm (35 km<sup>2</sup>, environ 280 000 habitants) avec dix-huit portes de péage. En raison de sa géographie particulière, il est relativement aisé d'en contrôler les accès avec un petit nombre de portes en entrée ou en sortie des ponts routiers reliant les îles entre elles.

Le péage fonctionnait du lundi au vendredi de 6 h 30 à 18 h 30, sauf les jours fériés. Le péage était totalement électronique sans arrêt aux portes de péage. Le péage devait être acquitté pour chaque passage de porte en entrée et en sortie, le tarif variant de 10 à 20 SEK<sup>11</sup> (2,15 €) selon l'heure de passage, avec un maximum de 60 SEK (6,40 €) par jour et par véhicule.

### Notes

9. 197 nouveaux bus et 16 nouvelles lignes, plus un renforcement des fréquences des services existants.

10. Les sources de cette description sont une communication de M. Gunnar Söderholm, directeur de l'environnement à la ville de Stockholm, à la journée Predit du 14 décembre 2006 à Paris, ainsi que diverses ressources Internet.

11. Couronnes suédoises.

Les véhicules équipés d'un transpondeur (fourni gratuitement par l'administration des routes) étaient reconnus, avec un débit direct du paiement sur le compte bancaire associé. Les autres véhicules étaient identifiés par photographie de la plaque d'immatriculation et leurs propriétaires, responsables du paiement, étaient tenus de payer leur taxe pour la journée (par Internet, dans les banques ou commerces) dans un délai de quatorze jours sans autre avis. Au-delà de ce délai était infligée une amende de 70 SEK (7,50 €), qui pouvait monter ensuite à 500 SEK (environ 54 €). Les principales exemptions concernaient les véhicules d'urgence, les véhicules pour handicapés, les deux-roues, les bus, les taxis et certains véhicules « propres ».

L'expérience a été conduite sous la responsabilité de trois acteurs, la ville de Stockholm pour l'information et l'évaluation, l'administration suédoise des routes pour la conception et l'exploitation du péage, ainsi que l'information aux usagers, et enfin la direction des transports de Stockholm pour l'extension du service de transports publics et des parcs relais. Les coûts de l'expérience étaient pris en charge par le gouvernement suédois, avec un budget de 3,3 milliards SEK (plus de 350 millions d'euros).

En sept mois d'opération, 46,5 millions de passages ont été effectués, correspondant à 14,5 millions de véhicules identifiés par jour, avec 643 000 infractions. Les recettes brutes s'élèvent à 399 millions SEK (environ 43 millions d'euros)<sup>12</sup>.

Un groupe d'experts économistes suédois de renom, appointé par les autorités, a évalué les résultats. Les buts sont considérés comme atteints pour l'essentiel : 10 à 15 % de baisse de circulation à l'intérieur du cordon (contre 20 à 25 % prévus), baisse de 30 à 50 % des durées d'attente dans le trafic, baisse de 10 à 14 % des émissions polluantes à l'intérieur du cordon. La baisse de circulation (qui s'est stabilisée rapidement) s'est accompagnée d'une hausse de 3 à 6 % de fréquentation dans les modes de transports collectifs (bus, métro, RER), tandis que les bus bénéficiaient de vitesses plus élevées.

Le surplus net généré par le péage de congestion est estimé à près de 800 millions SEK (environ 85 millions d'euros)<sup>13</sup> et permettrait d'équilibrer en quatre ans les coûts d'investissement du système de péage : ceux-ci sont irrécupérables et c'est d'ailleurs un des arguments pour continuer l'expérience. Par contre, ce surplus n'intègre pas les dépenses dans l'amélioration de l'offre de bus, qui est socialement déficitaire (520 millions SEK de coût contre 180 millions SEK de gain de temps de trajet en bus).

#### Notes

12. Ou encore en année pleine 500 millions SEK de recettes nettes (soit 54 millions d'euros).

13. Il s'agit de la valorisation des gains de temps.

L'expérience a été soumise à référendum en septembre 2006, le même jour que les élections locales et nationales qui virent la victoire d'une alliance de la droite modérée, sur la gauche au pouvoir jusqu'alors, au plan national ainsi qu'à Stockholm. Lors du référendum, les habitants de la ville de Stockholm se sont exprimés pour 76,4 % d'entre eux et prononcés à 51,3 % en faveur de la mise en œuvre du péage de congestion<sup>14</sup>. Le même jour, quatorze municipalités entourant Stockholm et regroupant plus de 300 000 électeurs organisèrent également un référendum similaire dont le résultat présenta, dans chacune d'entre elles, l'opposition au péage d'une large majorité (60 % en moyenne). En revanche, les onze autres municipalités du comté de Stockholm, regroupant plus de 400 000 électeurs n'ont pas organisé de référendum.

Le nouveau gouvernement a décidé de réintroduire le péage de congestion en juillet 2007 et a chargé l'administration suédoise des routes de lui faire une proposition, avec notamment une indication quant à l'utilisation qui serait faite des recettes : le financement des investissements routiers et ferroviaires fait partie de la négociation avec les 26 municipalités de la région de Stockholm. La décision finale sera prise par le Parlement suédois.

Malgré certaines ressemblances avec le péage de Londres, il s'agit d'un programme qui présente quelques particularités notables : une congestion considérablement moins sévère, un péage de cordon et non de zone, un tarif nettement moindre, et l'accent mis sur les avantages environnementaux de la baisse de circulation. Enfin, les autorités de la municipalité de Stockholm se sont essayées au risque du référendum et ont été confortées dans leur choix. Mais les référendums officiels des communes avoisinantes ont mis au jour le conflit latent entre centre et périphérie quant à ce type de péage.

## Singapour : péage urbain et quotas de véhicules

Presqu'île reliée à la Malaisie continentale par deux ponts, Singapour est une cité-État de 633 km<sup>2</sup>. Elle compte plus de 4 millions d'habitants à majorité chinoise et est gouvernée selon un régime semi-démocratique à parti unique. C'est un pays riche dont le revenu par tête est

### Note

14. Voir les pages en anglais sur le site officiel de l'expérience de Stockholm : <http://www.stockholmsforsoket.se>

comparable à celui des pays occidentaux. Les contraintes de rareté de l'espace disponible et de survie politique et économique face aux puissants voisins malais et indonésiens marquent fondamentalement sa politique de développement. Il s'agit de maintenir la position de Singapour comme destination importante pour le tourisme, les congrès et les investissements étrangers.

Une taxe de circulation automobile doit être payée tous les ans <sup>15</sup> tandis qu'un péage doit être acquitté sur les autoroutes et pour entrer dans le centre-ville. À l'origine, l'ALS (Area Licensing Scheme) a été mis en place en 1975 pour réguler l'entrée des véhicules automobiles dans le centre des affaires (Restricted Zone, RZ), soit une zone de 6 km<sup>2</sup>. Contrairement à ce que laisse entendre le nom du programme, il s'agit d'un péage de cordon et non de zone, puisque les véhicules circulant à l'intérieur de la zone n'ont pas à payer. Au départ, ce péage fonctionnait avec des vignettes de papier, les policiers surveillant les véhicules à l'entrée dans la zone. Le péage fonctionnait de 7 h 30 à 10 h 15 du lundi au samedi, avec un tarif élevé à l'époque : l'effet de l'ALS a été très important puisque, dès son application, le nombre de voitures pénétrant dans la zone pendant les heures de péage a été réduit de 76 % (OCDE, 1988). L'ALS a été modifié au fil du temps, pour juguler la croissance du trafic en fin de journée (extension du péage à l'après-midi, de 16 h 30 à 18 h 30) et éviter des effets jugés pervers (arrêt des exemptions pour les « voitures collectives » de quatre passagers ou plus, le métier de passager pour permettre aux conducteurs d'entrer gratuitement s'étant développé). La taxe journalière était de 3 SGD en 1992 <sup>16</sup>.

Devant la montée continue du trafic, le péage a été étendu aux principales autoroutes de l'île et le péage électronique a été introduit en 1998, pour remplacer le système papier manuel. Initialement, trente-deux portiques de péage ont été mis en place, et 674 000 équipements de bord ont été distribués gratuitement, le tout représentant un investissement de 114 millions USD (Menon and Chin, 2004). Le fonctionnement actuel du péage est décrit dans l'encadré 6.

#### Notes

15. Par exemple, 470 € pour une voiture particulière avec un moteur de 1,6 litre de moins de dix ans, avec surcharge au-delà de dix ans.

16. 15 € au cours d'aujourd'hui.

## Le péage multi-cordon électronique de Singapour

Il s'agit d'un péage que l'on peut qualifier de « multi-cordon » puisque le péage s'effectue à chaque passage en direction du centre, au droit de chacune des quarante-huit portes de péage situées sur la plupart des autoroutes de l'île, de certaines routes à grande circulation, ainsi qu'en entrée dans le centre principal (Restricted Zone)<sup>17</sup>.

Le péage est totalement électronique, fonctionnant par dialogue micro-ondes (Dedicated Short Range Communication, DSRC) entre le portique de péage et un lecteur-enregistreur collé derrière le pare-brise du véhicule, dans lequel le conducteur doit insérer une carte à puce spéciale (CashCard) avant de circuler. Cette dernière est immédiatement débitée à chaque passage. Il n'y a pas d'abonnement quotidien ou mensuel. Les CashCards peuvent être achetées et rechargées en distributeurs automatiques de billets, stations d'essence ou commerces. Ce système garantit la protection de la vie privée des automobilistes.

Le tarif et les heures d'opération du péage sont variables selon chaque autoroute, du lundi au vendredi, de 7 h 30 à 9 h 30, et en entrée des cordons du centre-ville<sup>18</sup>, du lundi au samedi de 7 h 30 à 20 heures. Le tarif est défini selon des tranches horaires prédéfinies allant de cinq à vingt minutes, et peut monter pour les voitures particulières jusqu'à 2,5 SGD par passage (soit 1,23 €). Différents tarifs s'appliquent aux deux-roues, véhicules utilitaires légers, utilitaires lourds et taxis. Les tranches horaires de cinq minutes ont été introduites pour éviter les comportements d'accélération brusque visant à échapper à la hausse de tarif, ou inversement de freinage brusque. Ces tarifs sont révisés chaque trimestre et aux vacances de juin et décembre, afin de se conformer à l'objectif de maintien de la fluidité du trafic.

En cas d'infraction, le péage doit être acquitté dans un délai de deux semaines avec une pénalité de 10 SGD (environ 5 €).

Les coûts d'exploitation du péage sont de 9 millions USD par an pour environ 6 millions de transactions quotidiennes en 2003. La fraude tourne en moyenne mensuelle à 0,5 % du total des transactions. Les propriétaires de nouveaux véhicules doivent acheter leur équipement de bord au prix de 69 USD (Menon, 2000).

### Notes

17. Les caractéristiques décrites sont celles prévalant en mars 2007 (<http://www.onemotoring.com.sg>).

18. Y compris sur « Clemenceau Avenue »...



L'objectif affiché des autorités de Singapour est, par le signal-prix du péage, d'informer le conducteur sur le « vrai coût » de son déplacement automobile. C'est pourquoi le paiement se fait à chaque déplacement et le tarif augmente avec le niveau de circulation aux points de péage. L'automobiliste est ainsi incité à arbitrer entre se déplacer ou non en automobile, quand et où se déplacer, à choisir entre les modes de transport, etc. Selon les autorités, le système est juste car le tarif est fondé sur l'utilisation réelle, de manière à ce que ceux qui contribuent le plus à la congestion paient plus cher que les autres.

En réalité, le péage routier est un peu l'arbre qui cache la forêt de la politique urbaine de Singapour. Un certain nombre de traits saillants caractérisent cette situation singulière.

C'est tout d'abord l'existence d'un pouvoir fort et unique, concentrant entre ses mains l'ensemble des pouvoirs urbains, à travers la Land Transport Authority (LTA), et pouvant mener ainsi une véritable politique intégrée : l'habitat (à 90 % collectif) et sa localisation, les transports (voirie et transports publics) et le stationnement.

C'est ensuite une politique de transports<sup>19</sup> dont l'objectif est de garantir la fluidité de la circulation automobile, afin de maintenir un parfait fonctionnement de la ville et du centre des affaires en particulier. LTA affirme avoir pu maintenir une vitesse optimale sur les autoroutes (entre 45 et 65 km/h) et sur les routes à grande circulation (20 à 30 km/h).

C'est enfin une politique draconienne envers l'achat et l'usage de la voiture particulière (Phan, 1993) : il n'y a pas de production domestique d'automobiles et les taxes à l'importation ainsi que les frais d'immatriculation sont tels qu'en 1990, l'achat d'une voiture revenait plus cher qu'un appartement neuf de quatre pièces. Or, en dépit de ces taxes exorbitantes et de la politique en faveur des transports collectifs, le nombre de voitures a continué à croître à un rythme soutenu puisqu'on est passé d'un taux de 15,8 personnes par voiture en 1980, à 10 personnes par voiture en 1989. En 1990, un système de quotas de certificats d'achats vendus aux enchères a été mis en place. Le gouvernement fixe chaque mois la quantité de certificats dans chaque catégorie de véhicules, en fonction des conditions observées de trafic et de la capacité routière (Koh et Lee, 1994). Bien que les quotas ne soient pas transférables, il existe une spéculation autour de reventes à peine déguisées de ces certificats. Enfin, l'attrait pour la voiture particulière reste tel que le gouvernement a mis en place une catégorie spéciale de certificats, également mis aux enchères, pour les « voitures de week-end ». Ces voitures sont autorisées à circuler uniquement les soirs,

#### Note

19. Le lecteur intéressé à une présentation plus détaillée des politiques de transport à Singapour pourra se reporter à Santos *et al.* (2004).

le samedi après-midi et le dimanche, ainsi que cinq autres jours au hasard dans l'année. Pour circuler d'autres jours supplémentaires, une taxe spéciale est due. Cela montre combien la pression sociale et culturelle en faveur de l'automobile reste élevée dans ce pays en forte croissance.

Conséquences de ces mesures, les compagnies de transports collectifs sont excédentaires, situation difficilement imaginable dans les pays occidentaux. La comparaison avec les pays de l'ASEAN montre que, sans cette taxation de la voiture particulière, le parc automobile se serait situé entre 345 000 et 460 000 véhicules en 1982, au lieu des 184 000 constatés (Spencer et Chia, 1985). Les mesures de restriction sur l'automobile ont donc permis d'économiser des investissements routiers supplémentaires.

Le péage de Singapour peut être considéré comme le nec plus ultra en matière de péage de congestion, avec sa tarification variable en fonction de la congestion, ajustée de manière à maintenir la fluidité du trafic. En outre, le péage électronique représente sans conteste une vitrine technologique pour l'industrie de Singapour. Sur ce double plan il s'agit d'un succès. On peut toutefois éprouver quelque doute quant à la transposabilité d'une politique de régulation de l'automobile aussi stricte dans d'autres systèmes à démocratie moins « musclée ».

## Les péages de cordon en Norvège

L'expérience longue de plus de vingt ans des péages urbains en Norvège est instructive à plus d'un titre. Il s'agit de péages orientés vers le financement du développement des capacités de transport. Cette expérience montre également que le péage urbain n'est pas réservé à des agglomérations millionnaires voire multimillionnaires, mais qu'il s'applique aussi à des villes de taille moyenne, de moins de 100 000 habitants. Après avoir présenté le contexte national et local du péage en Norvège, nous analyserons le cas d'Oslo, puis plus brièvement celui de Trondheim qui a duré de 1991 à 2005.

### Le contexte national et local

La Norvège possède, à l'instar de la France et de quelques autres pays européens, une tradition de financement des investissements au moyen de redevances routières. Cela s'explique par la topographie compliquée de ce pays qui implique des coûts très élevés de construction des routes. La loi norvégienne rend possible la mise en place d'une tarification routière sur les

réseaux existants, pour préfinancer une infrastructure nouvelle à intégrer dans ce réseau, avant même que la nouvelle infrastructure ne soit achevée.

Il n'existe pas de système de concession en Norvège, et c'est l'administration publique des routes qui s'occupe de tout le processus de planification et, au moyen de filiales contrôlées par les pouvoirs publics, de la construction et de l'exploitation des projets financés par le péage. Seule une société de droit privé mais contrôlée par les collectivités locales est créée pour exploiter le système de péage et gérer les recettes.

Ce mode de financement a été étendu aux zones urbaines sous la forme de péages de cordon sur le trafic entrant dans Bergen (1986, population de 233 000 habitants), Oslo (1990, 800 000 habitants), Trondheim (1991, 150 000 habitants), Kristiansand (1997-2000, 74 000 habitants) et Stavanger (2001, 162 000 habitants). Ces péages font chaque fois partie de paquets de financement de plusieurs projets, essentiellement routiers, paquets dans lesquels le gouvernement central s'est engagé à allouer des fonds à hauteur des recettes des péages perçus localement. Du fait de cet objectif de financement, les péages urbains norvégiens sont mis en place pour une durée limitée, celle nécessaire à la réalisation des projets d'infrastructures. La mise en place de ces péages résulte d'initiatives locales qui doivent être approuvées par le Parlement.

Cette législation implique aussi que, contrairement à la France, il n'est pas exigé de lien direct entre l'usage par l'automobiliste de l'infrastructure nouvellement construite et la perception du péage. C'est ainsi que la loi norvégienne n'interdit pas la mise en place de péages de cordon ou de zone sur les réseaux existants pour financer le développement des routes. En outre, la législation restreignait initialement l'usage des ressources collectées au financement de la route, ce qui explique la faible part des dépenses prévues pour les autres modes (aménagements pour les piétons et les cyclistes, priorités et voies réservées pour les transports publics) ainsi que pour les aménagements de l'environnement urbain. Cependant, à Oslo, du fait des accords politiques qu'il a fallu négocier, cette difficulté a été contournée en allouant une partie des fonds gouvernementaux aux transports publics.

Au moins cinq raisons principales ont été invoquées pour expliquer la mise en œuvre effective de ces projets :

- les avantages des programmes d'amélioration des routes étaient évidents pour tout le monde, et en particulier pour les automobilistes. Bien qu'il n'y ait pas eu d'évaluations socio-économiques complètes des projets d'infrastructure, leur nécessité se faisait sentir après des années de forte croissance de la circulation automobile et de faible amélioration de l'offre routière en milieu urbain. Il s'agissait donc d'apporter un financement supplémentaire et nullement de chercher à réduire la circulation, comme en témoignent la modicité des tarifs pratiqués et les rabais offerts aux abonnés. Cependant, la canalisation du trafic automobile dans ces nouvelles

infrastructures a permis de regagner de l'espace et de la qualité de vie en centre-ville, au détriment de l'automobile ;

- les recettes de péage étaient complétées par des fonds gouvernementaux qui n'auraient pas été obtenus sans cela ;
- les opposants au développement du réseau routier (notamment les écologistes) appréciaient que les automobilistes aient à payer pour circuler en ville et qu'une part du financement du programme aille aux transports publics ;
- les partis politiques s'accordèrent pour ne pas faire de cette question un enjeu de controverse politique entre eux. Dans le cas des péages urbains, l'accord entre les deux plus grands partis, conservateur et travailliste, a été un facteur essentiel d'aboutissement de ces projets ;
- une caractéristique commune à ces péages urbains – et facteur supplémentaire d'acceptabilité – est qu'ils ont été mis en place pour une durée limitée, celle prévue pour la réalisation des mesures financées. Bergen, qui voyait son système de péage expirer fin 2001, a décidé de le prolonger. Celui d'Oslo est susceptible d'expirer fin 2007. Par contre, en ce qui concerne le péage de Trondheim qui devait expirer en 2005, la décision a été prise d'un arrêt du péage au 1<sup>er</sup> janvier 2006 avec démontage des portiques.

### Le péage de cordon d'Oslo

Le péage de cordon d'Oslo <sup>20</sup>, mis en place en 1990, est souvent présenté comme un exemple de réussite. Son but était de financer un système de roclades et de tunnels routiers et, par là même, de décongestionner le centre-ville.

L'agglomération d'Oslo comprend 800 000 habitants dont 500 000 dans la ville d'Oslo et 300 000 dans le comté d'Akershus qui l'entoure. La ville s'est historiquement développée autour du port situé au fond d'un fjord. Du fait du relief accidenté de la région d'Oslo, les accès au centre-ville sont limités à trois corridors et les échanges se font principalement en passant par le centre-ville.

Par manque de financement et donc d'investissements, le développement du trafic automobile avait fini par provoquer une congestion récurrente qui devenait de plus en plus problématique dans les années 1980. L'une des

#### Note

20. Le lecteur trouvera les détails sur le péage d'Oslo et (feu) celui de Trondheim dans le rapport de la mission que nous avons effectuée avec le Certu, la DREIF et l'IAURIF (Certu *et al.*, 2002). Des informations récentes sur Oslo et les autres péages urbains de Norvège se trouvent également dans (Ramjerdi *et al.*, 2004) et (Ieromanachou *et al.*, 2006).

solutions privilégiées était de construire un tunnel routier sous le centre d'Oslo, qui permettrait de regagner l'espace du centre-ville au profit d'autres usages que la circulation automobile. Ayant abandonné tout espoir d'obtenir des subventions suffisantes de la part du gouvernement central, les autorités locales discutaient plusieurs options de financement, comprenant les taxes sur les carburants, un péage d'axe sur le futur tunnel, l'augmentation des tarifs de stationnement ou un péage urbain de zone.

En 1984, le Parlement norvégien s'est engagé à accroître les subventions, dans le cas où les collectivités locales adopteraient le plan de transport proposé par la Direction des routes, dont les coûts seraient financés en partie par le péage. La discussion politique fut assez ardue et finalement un compromis fut trouvé entre les partis politiques, sans consultation directe de la population. Avec le « Oslo Package 1 » une société (Fjellinjen) fut créée, sous le contrôle de la ville d'Oslo (60 %) et du comté d'Askerhus (40 %), pour collecter les recettes du péage et contribuer à hauteur de 55 % au financement de cinquante projets d'infrastructure de transport (routes et transports publics) sur dix ans, les 45 % restants provenant des subventions du gouvernement central.

Le péage d'Oslo est un péage cordon, c'est-à-dire que les automobilistes doivent payer pour entrer dans les limites d'un cordon ceinturant une partie de la ville d'Oslo (*cf.* encadré 7). La moitié de la population de la ville d'Oslo réside à l'intérieur du cordon. La localisation des portes de péage résulte d'un compromis à la fois économique et politique, qui dut être trouvé entre la ville et le comté environnant. La topographie locale particulière a permis de limiter le nombre de stations de péages à dix-neuf qui se situent à une distance de trois à huit kilomètres du centre-ville, sur les trois couloirs majeurs de pénétration en direction du centre. Quatre routes secondaires ont été fermées pour rendre le cordon étanche.

Afin d'accélérer les investissements, le « Oslo Package 2 » fut décidé et, en novembre 2001, le tarif du péage fut augmenté. Le surcroît des recettes provenant de cette augmentation est dédié aux investissements dans les transports publics.

Les recettes du péage, attribuées aux projets routiers et de transports publics, s'élèvent en moyenne chaque année à plus d'1 milliard NOK (soit environ 123 millions d'euros), dont 10 % de coûts d'exploitation de ces péages.

## Le fonctionnement du péage de cordon d'Oslo

Le péage est permanent, soit 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, et ne s'applique qu'aux véhicules automobiles à quatre roues et plus. Les exemptions concernent les deux-roues, les véhicules transportant les personnes handicapées, les véhicules d'urgence et les transports collectifs.

Le paiement ne s'applique qu'au trafic entrant (en direction du centre-ville). Le prix de base par passage pour les véhicules légers est de 15 NOK<sup>21</sup> (1,85 €), tandis que les véhicules de plus de 3,5 tonnes paient le double du tarif de base. Comme il s'agit de collecter des recettes et non de réduire le trafic, une politique de ristourne assez généreuse est en place, de manière également à inciter à l'équipement électronique embarqué à bord des véhicules (AutoPASS) et à accélérer ainsi le passage aux portes de péage. Il est possible d'acheter à l'avance des passages en quantité (par exemple, vingt-cinq passages pour 340 NOK, soit 42 €<sup>22</sup>) ou un forfait mensuel pour 400 NOK (soit 49 €), ou encore annuel pour 4 100 NOK soit 505 €.

Les dix-neuf stations de péage totalisent soixante-deux voies de péage dont vingt-sept réservées au péage électronique, pour les automobilistes abonnés. Ce type de péage nécessite que le véhicule soit équipé d'un badge électronique d'identification automatique et permet de traiter 1 600 véhicules par voie et par heure, soit quatre fois plus qu'un péage manuel classique. Cela évite d'avoir à élargir le domaine routier pour faire place aux stations de péage. La flotte des véhicules équipés s'élève à plus de 400 000 et ces véhicules représentent plus de 81 % des passages chaque jour en moyenne (88 % aux heures de pointe). Les autres voies de péage nécessitent l'arrêt du véhicule et permettent le paiement à des machines automatiques ou à un péagiste.

Au passage au télépéage, une antenne lit la balise passive embarquée à bord du véhicule, l'information étant ensuite confrontée à une base de données stockant les informations sur les abonnés, ce qui permet le débit du péage sur le compte de l'abonné.

Dans toutes les voies, en cas d'infraction au passage, un feu spécifique signale le problème au conducteur, et une caméra vidéo enregistre la plaque aux fins d'amende. La précision du système est évaluée à 97 % et le taux d'infraction sur les voies à péage s'élève en moyenne à 0,2 %. Des règles strictes de traitement des données assurent la protection de la vie privée (Ramjerdi *et al.*, 2004). L'amende est de 300 NOK (37 €) mais elle peut être évitée en payant son passage dans les trois jours avec un malus de 30 NOK.

Le cordon enregistré en 2005 plus de 250 000 entrées par jour en moyenne, le trafic croissant d'année en année (+21 % sur la période 1990-2005).

### Notes

21. Couronnes norvégiennes.

22. Tarifs pour 2002 (Ramjerdi *et al.*, 2004).

Plusieurs études concluent que la réduction de trafic automobile (en nombre de passages) est inférieure à 10 %, voire seulement de 3 à 4 %. La croissance de fréquentation des transports publics attribuable au péage est également inférieure à 10 %, voire jugée non significative par certains (*cf.* Ramjerdi *et al.*, 2004).

En 1989, un an avant la mise en œuvre du péage à Oslo, les sondages montraient une opposition majoritaire (70 % « contre », 30 % « pour »). Le tunnel d'Oslo (2 km) qui assure le principal trafic de transit est-ouest (sous le centre-ville et le port) fut ouvert quelques semaines avant la mise en service du péage (le 1<sup>er</sup> février 1990), rendant visibles aux automobilistes les effets positifs du programme à venir, tandis que le niveau de tarif du péage était relativement bas. Les opposants prédisaient le chaos au moment de l'ouverture du péage, mais rien de tout cela ne se produisit<sup>23</sup>. En conséquence, l'opposition a diminué : en 1991, seuls 57 % des sondés étaient « contre » et 36 % « pour » (Tretvik, 2003). On peut parler d'acceptation, même si la proportion des opposants reste élevée au fil des ans : 50 à 60 % encore d'opinions « contre » à Oslo, dix ans après l'ouverture du péage<sup>24</sup>.

Sur les cinquante projets prévus, trente-quatre ont été achevés. Trois autres projets majeurs de route et tunnel ont débuté en 2005, pour un coût de 7,5 milliards NOK (environ 0,92 milliard d'euros), dont l'achèvement est prévu en 2008-2010 (Fjellinjen, 2006). Le coût total du Oslo Package (1 et 2) s'élève désormais à 30 milliards NOK (environ 3,7 milliards d'euros) : cette hausse s'explique entre autres par un renforcement des exigences environnementales au sujet des projets routiers.

Le péage d'Oslo est censé expirer fin 2007, mais plusieurs projets restent encore à financer. Les discussions et études sont en cours sur un éventuel « Oslo Package 3 » qui pourrait prendre la forme d'un péage de congestion ou d'une extension du péage actuel de financement. La décision devra être prise par le Parlement.

## Le péage de Trondheim (1991-2005)

Le péage de cordon de Trondheim (150 000 habitants) présentait quelques caractéristiques originales. Le système, ouvert en 1991, fonctionnait du lundi au vendredi de 6 heures à 18 heures avec un tarif légèrement plus élevé entre 6 heures et 10 heures, ce qui représente un début de variation

### Notes

23. On reporte tout de même une cabine de péage incendiée et des marques de tirs d'armes à feu sur d'autres... (Ieromanachou *et al.*, 2006).

24. Communication de M. Sorlie, directeur des transports d'Oslo.

du péage en fonction du niveau de trafic. Le tarif de passage était de 12 NOK (en manuel). La réduction pour un abonné avec passages prépayés en quantité pouvait atteindre 60 % en heure creuse contre 40 % en heure de pointe (NPRA, 1999).

Le péage était collecté en plusieurs points de passage, contrôlant tous les axes d'entrée au centre (initialement douze stations), la plupart des péages étant entièrement automatiques. En effet, dès le départ, le système a été conçu pour pouvoir fonctionner avec la technologie d'identification et de débit automatiques des véhicules (Qfree) : cette technologie a été mise au point dans la « Silicon Valley » norvégienne qu'est la région de Trondheim. Une politique commerciale dynamique pour promouvoir les équipements électroniques embarqués a fait que plus de 90 % des véhicules passaient le cordon sans avoir à s'arrêter.

Un tiers des automobilistes vivait à l'intérieur du cordon initial et, de fait, ne payait que rarement le péage alors que ces automobilistes bénéficiaient du système, car la plupart des emplois et des commerces étaient situés à l'intérieur du cordon. Pour des raisons d'équité et afin d'augmenter les recettes, le cordon fut modifié en multi-cordon en 1998 avec vingt et un points de collecte, de manière à capter une plus grande part du trafic automobile.

Ce péage a permis de financer un programme d'investissement de 2,3 milliards NOK (environ 300 millions d'euros) sur quinze ans avec une contribution à hauteur de 60 % par les recettes du péage et de 40 % par financement national. 20 % des recettes du péage allaient aux transports publics et aux mesures d'amélioration de la sécurité et de l'environnement (piétons, cyclistes).

## Conclusions et perspectives

Rappelons brièvement les ingrédients du succès dans l'acceptation de ces péages urbains : un objectif palpable, à savoir le financement d'un programme précis d'amélioration du transport et donc une durée finie ; une répartition territoriale des avantages, non limitée à la zone interne au cordon ; la « carotte » du gouvernement central pour inciter les autorités locales à sauter le pas ; une part des recettes affectée aux transports en commun pour achever de convaincre ; un tarif bas et dégressif ; un péage électronique pour faciliter la vie de l'automobiliste ; et une volonté politique forte malgré l'opposition de la population.

Chaque ville a mis au point sa propre solution, sans chercher à copier les autres, qu'il s'agisse de la configuration du cordon, des heures de fonctionnement, des systèmes de collecte des péages, ou des tarifs. Par contre, le projet technologique initial de Trondheim avec le système Qfree permettant le télépéage s'est transformé en une norme nationale voire internationale (AutoPass) : un automobiliste ayant contracté avec un opérateur local



de télépéage peut désormais utiliser son équipement embarqué pour d'autres péages (urbains ou interurbains). En outre, ce système devait être étendu au Danemark et à la Suède, en fin d'année 2006 (Fjellinjen, 2006).

Un amendement législatif autorise depuis 2002 l'utilisation du péage aux fins de régulation de la demande, et notamment celui de congestion en zone urbaine. Les recettes de péage devraient être utilisées pour l'amélioration du transport local, aussi bien pour la route que pour les transports publics. Toutefois, la loi exclut la coexistence de ces deux types de péage – financement et régulation – sur une même aire d'intervention. Jusqu'à maintenant, aucun projet de péage de congestion n'a été annoncé.

## Qualité de service et péage dynamique aux États-Unis

---

Aux États-Unis, l'expression consacrée pour désigner le péage de congestion est « value pricing ». On peut l'interpréter comme une volonté de donner une connotation positive au péage de congestion : l'argumentation est que, par le péage, la demande est diminuée, le flux de trafic et la vitesse augmentés, ce qui accroît la valeur d'usage collective de l'infrastructure (cf. chapitre 1, p. 13), tandis que ceux qui acquittent le péage en ont pour leur argent car ils bénéficient d'une qualité de service améliorée. Le value pricing qualifie la stratégie élaborée en 1998 par le ministère fédéral des Transports (US Department of Transportation).

Le Value Pricing Pilot Program a pris la suite du Congestion Pricing Pilot Program mis en œuvre à partir de 1991. Il s'agit d'un programme d'incitation financière aux États et aux autorités locales pour étudier, expérimenter et mettre en œuvre des projets de tarification routière (DeCorla-Souza, 2004). L'administration américaine actuelle a réaffirmé sa volonté de combattre la congestion dans les réseaux de transport, qu'elle considère comme une menace pour la continuation de la croissance économique. Il ne s'agit pas seulement de la congestion dans les grands centres urbains, mais aussi de celle qui s'étend progressivement aux agglomérations secondaires et aux franges des villes, ainsi que celle qui touche les échanges internationaux de marchandises, particulièrement sur les routes du sud de la Californie, sans oublier le transport aérien.

Concernant le milieu urbain, la stratégie est très clairement d'impulser les projets de péages de congestion, dans le but à la fois d'optimiser l'usage des capacités existantes, tout en dégagant de nouvelles recettes pour financer le développement des transports.

Il existe plus d'une cinquantaine de projets en cours d'étude ou de développement (FHWA, 2007) mais seul un très petit nombre est opérationnel, au-delà des péages classiques de financement sur des axes autoroutiers, comme ceux que nous connaissons en France.

Jusqu'à maintenant, sont passés au stade opérationnel trois types d'application, essentiellement sur les autoroutes (freeways), à savoir la transformation de voies HOV (High-Occupancy Vehicles) en voies HOT (High-Occupancy Toll), la création de nouvelles voies à péage, adjacentes aux voies gratuites, et le passage à la tarification variable selon la période de circulation.

Le premier type d'application concerne la transformation de voies HOV en voies HOT. Les voies HOV désignent des voies sur des autoroutes existantes et d'accès gratuit, qui ont été transformées en voies réservées au covoiturage et aux services de bus express, généralement aux heures de pointe. Sont considérés comme relevant du covoiturage les véhicules transportant deux ou trois personnes au minimum, selon les réglementations locales. Pour les gestionnaires de trafic, ces voies HOV ont été le plus souvent un succès, car acheminant une proportion élevée de personnes aux heures de pointe, en comparaison avec le débit assuré par les autres voies. Néanmoins, la perception qu'en ont les automobilistes est souvent négative, car ces voies apparaissent paradoxalement comme sous-utilisées à cause de la vitesse qui y est observée, particulièrement au début et à la fin des périodes réglementaires d'utilisation. C'est pourquoi, l'un des moyens d'améliorer l'acceptabilité de ce principe est d'autoriser l'utilisation de ces voies par les véhicules SOV (Single Occupancy Vehicles), moyennant un péage. L'un des premiers exemples de transformation de voies HOV en voies HOT est celui de la I-15 à San Diego en Californie (cf. encadré 8). D'autres voies HOT opérationnelles existent sur l'I-25 à Denver (Colorado) et l'I-394 à Minneapolis (Minnesota).

### **La conversion des HOV Lanes en HOT Lanes sur la I-15 à San Diego**

Il s'agit à l'origine de deux voies HOV réversibles d'une longueur de huit miles, sur l'Interstate 15, réservées aux véhicules transportant deux personnes au minimum. Pour les véhicules à un seul occupant, l'accès à ces voies HOV a été rendu possible à partir de décembre 1996 moyennant un péage. Au départ, le système de paiement reposait sur une vignette mensuelle, puis il a été remplacé par le système Fastrak en avril 1998. Le paiement se fait désormais à chaque passage.

La tarification est fixée par heure ou par demi-heure, 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, à un niveau différent dans chaque sens, et varie en temps normal de 0,50 USD en heure creuse à 4 USD aux heures de pointe (en mars 2007). Toutefois, ce tarif est ajusté en temps réel en fonction du niveau de

trafic mesuré par des capteurs le long des voies : l'objectif est de maintenir une fluidité minimale du trafic sur la voie HOT, ce qui fait que le tarif effectif peut être inférieur ou, au contraire, monter jusqu'à 8 USD. L'ajustement peut se faire par incrément de 25 cents à des intervalles de temps pouvant baisser à six minutes. Le tarif effectif est affiché sur des panneaux à messages variables situés avant les entrées dans les voies HOT : l'automobiliste dispose de temps pour faire son choix d'utiliser ou non les voies payantes.

Le transpondeur peut être obtenu moyennant un dépôt de 40 USD et est monté par l'automobiliste lui-même. L'usage illicite de la voie HOT est passible d'une amende de 341 USD.

En moyenne, les jours de semaine, les trois quarts du trafic sur la voie HOT circulent gratuitement car il s'agit de véhicules avec deux passagers et plus. Les recettes du péage, d'environ 2 millions USD par an, servent, au-delà des frais d'exploitation, de contrôle et d'administration, à subventionner un service de bus express dans le corridor.

Ces voies HOT sont en cours d'extension pour atteindre une longueur de vingt miles à deux fois deux voies sur le terre-plein central de l'I-15, avec une ouverture étalée sur la période 2008-2012. Toutefois, il s'agit là d'un changement de perspective, puisque ce ne sont plus des voies existantes mises à péage mais des voies nouvellement créées financées par le péage, à l'instar des Express Lanes.

Le deuxième type d'application est la création de voies nouvelles à péages, adjacentes à des voies existantes et qui restent gratuites. L'exemple le plus emblématique est celui des Express Lanes de la SR-91 dans le comté d'Orange en Californie, entièrement financées par le péage (cf. encadré 9) : c'est le péage classique de financement d'axe que nous connaissons en France. Outre la construction entreprise sur l'I-15, il existe plusieurs autres projets de ce type en cours de développement. Cependant, à la différence du cas français<sup>25</sup>, les péages sont le plus souvent variables selon les jours et heures de circulation.

### Les Express Lanes de la SR-91 en Californie

La State Route 91 (Riverside Freeway) est une autoroute gratuite à deux fois quatre voies, qui assure la connexion est-ouest des comtés de Riverside et Orange aux bassins d'emplois de Los Angeles. Elle subit de ce fait une forte congestion (le matin vers l'ouest et l'après-midi vers l'est). Une capacité à péage supplémentaire a été ouverte au trafic en décembre 1995, soit deux voies dans chacun des deux sens, couvrant 16 km sur le terre-plein central de l'autoroute existante (Small et Gomez-Ibanez, 1998).

25. À l'exception notable de l'A14 (cf. *infra*).

Tandis que les voies existantes restent d'accès gratuit, les utilisateurs des Express Lanes 91 doivent payer un droit, excepté pour les motos et les véhicules ayant au moins trois personnes à bord : pour ces derniers l'accès est soit gratuit, soit soumis à un tarif réduit de 50 % à certaines heures. Il s'agit d'un péage totalement électronique : un système embarqué à bord des véhicules (Fastrak) permet une collecte automatique du péage. Fin 2005, 172 000 véhicules étaient équipés.

La tarification est fixée heure par heure, 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, à un niveau différent dans chaque sens, et modulée en fonction d'un objectif de fluidité du trafic : en mars 2007, le péage variait entre 1,15 USD aux heures creuses et 9,25 USD aux heures les plus congestionnées. Toutefois, le tarif peut être révisé sans préavis, car il est périodiquement ajusté pour juguler la congestion sur ces voies express et pour assurer la couverture financière du projet, selon une procédure technique rendue publique.

Une autre caractéristique de ce système est qu'il n'est pas ouvert aux poids lourds. En outre, une possibilité de choix est offerte à l'automobiliste pendant son déplacement car le système embarqué informe l'automobiliste sur le tarif en cours, ce qui lui permet d'opter ou non pour la voie à péage. En moyenne journalière, ce sont 35 000 véhicules qui empruntent les Express Lanes. Bien que ces voies ne représentent qu'un tiers du total de douze voies, elles assurent 40 % du débit aux périodes les plus congestionnées (FHWA, 2007).

Le coût de cette infrastructure fut approximativement de 126 millions USD, entièrement financé par des fonds privés, rémunérés par les péages. L'infrastructure a depuis été rachetée par l'État de Californie, mais reste exploitée par un opérateur privé (une filiale de Cofiroute).

Actuellement, les tarifs sont déterminés à l'avance<sup>26</sup>. Néanmoins, il existe un projet de passage à une tarification dynamique : le tarif varierait en temps réel automatiquement en fonction de l'état du trafic.

Le troisième type d'application consiste à faire évoluer les péages « plats » existants sur des infrastructures à l'origine à péage vers des péages variables : il s'agit du péage de pointe sur la route des San Joaquin Hills (encore dans le comté d'Orange en Californie), des péages variables sur les ponts sur la rivière Hudson entre New York et le New Jersey, ainsi que sur l'auto-route à péage du New Jersey.

Enfin, au-delà de l'évolution de la structure tarifaire des péages, variable au cours des périodes de circulation, se développe le péage dynamique : il s'agit de faire varier le péage en temps réel, en fonction de l'état du trafic mesuré par des capteurs placés sur les voies, afin de maintenir une qualité de service prédéfinie sur les voies à péage. Cette évolution touche tous les

26. Cf. [www.91expresslanes.com](http://www.91expresslanes.com)

systèmes de péage, qu'il s'agisse par exemple des voies HOT de la I-15 ou des Express Lanes de la SR-91.

Curieusement, il n'existe pas de péage de cordon ou de zone, au sens où on l'entend ailleurs dans le monde. Malgré plusieurs propositions çà et là dans le passé, le seul projet en cours d'étude officiellement aujourd'hui est celui de la ville de San Francisco (FHWA, 2007). On peut y voir deux raisons. La première, non spécifique aux États-Unis, est la difficulté de faire accepter un péage s'appliquant à la totalité du trafic automobile, au contraire des projets évoqués ci-dessus, qui laissent toujours le choix d'emprunter les voies gratuites adjacentes. La deuxième raison est que les configurations très étalées des agglomérations nord-américaines rendent impropres les péages de cordon ou de zone.

D'autres solutions sont également à l'étude, notamment les FAIR Lanes (Fast And Intertwined Regular Lanes). Il s'agirait de combinaisons de voies gratuites et à péage, où les automobilistes qui utiliseraient les voies gratuites congestionnées se verraient offrir des compensations sous forme de crédits pour ne pas avoir utilisé les voies à péage. Ce principe est à rapprocher des propositions de credit-based congestion charging (Kockelman et Kalmanje, 2005).

Enfin, il faut mentionner les possibilités d'utiliser le stationnement payant comme outil de management de la congestion pour les déplacements pendulaires, compte tenu des particularités des villes nord-américaines, où les emplois sont concentrés dans le centre des affaires, la population des employés habitant en banlieue. La tarification du stationnement à la journée dépendant de l'heure d'arrivée, avec un tarif plus élevé quand on arrive par exemple entre 7 heures et 9 heures, est assez répandue. Le mécanisme du *cash-out* pratiqué en Californie, par lequel l'entreprise est tenue d'offrir à chaque employé le choix entre une place de stationnement gratuite ou une prime financière, peut offrir des marges de manœuvre non négligeables. Ce mécanisme suppose toutefois que, dans ce transfert, il n'y ait pas de charge supplémentaire pour l'entreprise (ce qui est le cas en Californie où beaucoup d'entreprises louent des places en parc pour leurs employés).

En conclusion, nous soulignerons que, malgré le discours officiel mettant l'accent sur le *congestion pricing*, les applications relèvent en pratique de quelque chose que nous connaissons bien en France, à savoir offrir le choix entre une voirie d'accès gratuit mais congestionnée et une voirie à meilleure qualité de service mais à péage. Les réticences au péage de type zone ou cordon qui ne permettrait pas d'échappatoire restent visiblement très vives aux États-Unis.

## Le cas de la France

La France s'est dotée d'un cadre législatif assez restrictif qui a malgré tout autorisé quelques projets d'autoroutes urbaines réussies, mais explique aussi un échec retentissant. Pourtant, la loi relative au droit au transport offre des pistes d'évolution intéressantes. Enfin, les études menées à Paris et Lyon montrent que des scénarios de péage urbain sont susceptibles de produire des résultats appréciables.

### Un cadre législatif restrictif, des avancées timides

Le cadre législatif actuel en France ne permet, en milieu urbain, que des applications du péage de financement, que nous connaissons bien pour les liaisons interurbaines et dans certaines limites bien définies.

La loi n° 86-972 du 19 août 1986 (article 17) autorise les communes et groupements de communes à instituer une redevance sur un ouvrage d'art à comprendre dans le domaine public routier communal. Cette institution doit être autorisée par décret en Conseil d'État. Un décret<sup>27</sup> précisait les conditions de dimension et de coût : une surface de chaussée, de pont, de tunnel ou de tranchée couverte égale ou supérieure à 4 000 m<sup>2</sup>, un coût prévisionnel total égal ou supérieur à 100 millions de francs<sup>28</sup>. Le dossier soumis au Conseil d'État doit indiquer comment seront assurés la couverture des charges d'emprunt, ou celle des charges d'exploitation et d'investissement du concessionnaire, ainsi que le plan de financement, ou le projet de convention de concession, et les tarifs des redevances.

La loi limite donc le péage urbain au financement de certaines infrastructures nouvelles : les infrastructures de ce type existant en France sont assez peu nombreuses.

Le tunnel Prado-Carénage à Marseille est le rare exemple de succès. Long de 2,5 km, sous le centre-ville, ouvert à la circulation en 1993 et réservé aux véhicules légers, il présente la caractéristique d'avoir repris un tunnel ferroviaire désaffecté, donc avec des coûts en gros œuvre moindres. En conséquence, cet ouvrage a trouvé son équilibre socio-économique avec les recettes de péage : le tarif de base est de 2,50 € par passage, tarif dégressif par prépaiement ou abonnement. La moyenne journalière du trafic est supérieure à 40 000 passages et la dette devrait être remboursée en 2020<sup>29</sup>.

#### Notes

27. Repris depuis dans l'article R153-1 du code de la voirie routière (partie réglementaire).

28. Seuil variant avec l'index national des travaux publics.

29. Cf. rapport d'activité 2005 de la SMTPC. <http://www.tunnelprado.com/>

L'autre projet important en France est celui de « l'A86 à l'Ouest » en région parisienne, comprenant deux tunnels reliant Rueil-Malmaison, d'une part à Versailles par le tunnel est (10 km, ce tronçon étant réservé aux véhicules légers), d'autre part à l'A12 par le tunnel ouest. Une première section du tunnel est doit ouvrir en octobre 2007, la deuxième en 2010. Cet ouvrage a été concédé à Cofiroute qui en assure entièrement le financement, lequel sera couvert par les recettes de péage et un prêt de la Banque européenne d'investissement.

Le statut de l'autoroute A14 en région parisienne est un peu différent, puisque faisant partie du réseau interurbain des autoroutes Paris-Normandie. Cependant, cette autoroute à péage peut être considérée comme urbaine car pénétrant depuis Orgeval, dans la grande banlieue ouest de Paris, jusque dans le tissu urbain très dense de La Défense, le premier centre d'affaires de France. D'une longueur de 16 km, ouverte en 1996, parallèle à l'autoroute A13 gratuite et congestionnée, l'A14 attire un peu moins de 27 000 véhicules par jour en moyenne en 2005 : c'est la seule autoroute en France à pratiquer une modulation tarifaire les jours de semaine, avec un tarif de base de 6,90 € par trajet, réduit à 4,80 € entre 10 heures et 16 heures et entre 20 heures et 6 heures.

Le contre-exemple est celui du semi-échec du boulevard périphérique nord de Lyon, ouvert en 1997, et qui a connu les vicissitudes que l'on sait (*cf.* encadré page suivante). Alors que l'ouvrage était en construction, il est apparu au cours des études de trafic que l'équilibre financier ne serait pas atteint, compte tenu des tarifs envisagés : dit autrement, le pouvoir d'achat des automobilistes de cette partie de l'agglomération était limité, et il n'y avait pas assez de congestion sur la voirie environnante pour attirer suffisamment de clientèle dans l'ouvrage à péage. C'est pourquoi, un avenant au contrat de concession prévoyait que les capacités des voiries parallèles seraient réduites. Bien que votés en conseil de communauté, ce contrat et ses avenants ne firent pas l'objet de beaucoup de publicité. De tout cela il sortit un cocktail explosif, à savoir un péage relativement élevé avec, pour seule alternative, une congestion perçue par le public comme créée de toutes pièces par les autorités locales. Ce péage de congestion qui n'osait pas dire son nom et n'a pas été réellement débattu fut nettement rejeté. L'infrastructure dut être rachetée par la communauté urbaine et, malgré le péage réduit subsistant sur la partie centrale, l'essentiel de l'investissement initial est couvert par le contribuable lyonnais.

## Le boulevard périphérique nord de Lyon

Le boulevard périphérique nord de Lyon est une infrastructure à péage, ouverte en août 1997, sous le nom de TEO (Trans Est-Ouest). C'est une infrastructure d'une longueur totale de 10 km qui comprend trois tunnels et un viaduc : elle prolonge un boulevard périphérique existant à l'est et gratuit, contourne par le nord le cœur de l'agglomération en passant au sein d'une zone déjà très urbanisée et se raccorde à l'autoroute A6. Cette nouvelle infrastructure avait pour objectif de dévier le trafic de transit et de soulager la voirie du centre de l'agglomération.

Le coût total de l'opération s'est élevé en 1997 à environ 6 milliards de francs<sup>30</sup>, dont plus de la moitié (52 %) a été à l'origine prise en charge par les fonds publics des collectivités locales (communauté urbaine et conseil général du Rhône) sans aide de l'État. Le reste devait être initialement couvert par les péages perçus sur les automobilistes empruntant cette infrastructure. Le contrat de concession prévoyait également la réduction de capacité de certaines voiries existantes parallèles.

Le tarif pour circuler sur la totalité de la nouvelle infrastructure était à l'ouverture de 16 F par passage aux heures de pointe (7h-9h et 16h-20h). Il existait un système d'abonnement qui permettait d'avoir une réduction de 10 % (soit 14,40 F) et fonctionnait par télépéage. La réduction tarifaire en dehors des heures de pointe atteignait 30 % environ en journée et 50 % la nuit.

L'ouverture de l'infrastructure a provoqué dès le départ un important mouvement de refus de la part des automobilistes. En effet, ceux-ci ont découvert en même temps la nouvelle infrastructure à péage et les restrictions sur les voies parallèles. En outre, la signalisation et la configuration technique du périphérique est étaient pensées pour diriger le trafic dans cette infrastructure à péage. Il s'en est suivi un mouvement de boycott de la nouvelle infrastructure, accompagné de manifestations chaque semaine aux barrières de péage, empêchant le paiement par les usagers, parfois avec des destructions de ces barrières. Parallèlement, des actions en justice par les opposants à ce péage ont débouché tout d'abord, en septembre 1997, sur un rétablissement partiel de la capacité d'écoulement du trafic sur un boulevard parallèle à l'infrastructure à péage, puis sur une annulation de la concession par le Conseil d'État en 1998 (Chabanol *et al.*, 1998).

Le péage a été considérablement réduit en 1998, par une décision du maire et président du Grand Lyon. Seul le tunnel central (3,5 km) est aujourd'hui à péage et son prix est de 1,80 € par passage (en mars 2007), prix pouvant être réduit par achat en quantités ou de moitié par abonnement annuel pour les

### Note

30. Un peu moins d'un milliard d'euros.



habitants du département du Rhône. L'infrastructure a été rachetée par la collectivité et son exploitation a été confiée à un opérateur privé.

Il faut souligner ici deux effets pervers découlant de la loi de 1986, qui n'autorise la perception de péages que sur les usagers directs de la nouvelle infrastructure à financer. Le premier effet relève de l'incohérence qu'il y a à chercher à réduire la circulation transitant gratuitement par le centre de l'agglomération, en proposant une rocade de contournement payante<sup>31</sup>. Le second effet découle de l'objectif de rentabilité de l'opération, qui implique de faire passer la nouvelle autoroute au plus près des zones urbanisées, tout en multipliant les échangeurs, afin d'attirer la clientèle : au contraire, la protection de ces zones urbanisées voudrait que les rocades de contournement passent au plus loin de celles-là.

Au total, on compte quelques réussites attendues, toutes deux dans l'Ouest parisien – la région la plus riche de France –, une exception, celle du Prado-Carénage, et un semi-échec, celui du boulevard périphérique nord de Lyon. On serait tenté de conclure, mais peut-être est-ce hâtif, que, dans le cadre législatif actuel, le financement d'infrastructures urbaines par les péages, sans appel aux fonds publics, est impossible en dehors de l'Ouest parisien. Cela tout simplement parce que ces infrastructures sont très coûteuses, compte tenu de leurs contraintes particulières d'insertion<sup>32</sup>, et que de ce fait elles doivent aller à la rencontre d'une clientèle solvable.

La situation actuelle semble figée : toute évolution législative serait rejetée au motif que la mise en œuvre de péages de zone et de cordon remettrait en cause le droit au transport et plus généralement la liberté d'aller et venir. Et pourtant, la loi d'orientation sur les transports intérieurs (LOTI) laisse ouvertes quelques pistes d'évolution.

## La LOTI et le droit au transport

Alors qu'il est inutile de rappeler le droit de se déplacer puisqu'il est déjà inscrit dans la Constitution, la loi d'orientation sur les transports intérieurs (LOTI) définit implicitement un « droit au transport » : il s'agit de la « mise

### Notes

31. Même avec une vitesse élevée sur la rocade, l'utilisation de cette dernière en alternative à la traversée par le centre n'est avantageuse que pour les usagers avec une valeur du temps suffisamment élevée pour compenser le coût du péage (cf. l'analyse du chapitre I, Le péage de congestion, un bien-être peu convaincant, p. 29) : l'effet de réduction du trafic de traversée du centre sera donc limité.

32. Ne sous-estimons pas bien sûr le progrès technique continu qui abaisse les coûts de construction... mais qui est en permanence mis au défi par des cahiers des charges environnementaux et de sécurité toujours plus exigeants.

en œuvre des dispositions permettant de rendre effectifs le droit qu'a tout usager de se déplacer et la liberté d'en choisir les moyens... » (article 1). Par ce biais, la loi transforme le droit fondamental qu'est la liberté de déplacement en un « droit au transport » qui comprend la liberté de se déplacer et de choisir les moyens de son propre déplacement.

Cependant, la loi ne proclame pas explicitement ce « droit au transport ». Elle ne fait que l'évoquer à travers une mise en œuvre progressive qui « permet aux usagers de se déplacer dans des conditions raisonnables d'accès, de qualité et de prix ainsi que de coût pour la collectivité, notamment par l'utilisation d'un moyen de transport ouvert au public » (article 2). L'exercice de ce droit est subordonné aux conditions précitées.

Les besoins individuels sont donc subordonnés aux intérêts de la collectivité. Il ne s'agit pas du moindre coût pour l'usager mais au contraire d'assurer l'exercice de ce droit « dans les conditions économiques et sociales les plus avantageuses pour la collectivité » (1<sup>er</sup> alinéa de l'article 1<sup>er</sup>).

De cette analyse rapide, il est possible de tirer quelques éléments de réflexion pour la tarification dans les transports.

Il n'y a pas de gratuité du droit au transport : la loi ne parle que de conditions raisonnables d'accès, de qualité et de prix. Cela signifie que l'on peut demander à l'usager d'acquitter un prix pour le service rendu mais, qu'en contrepartie, ce prix doit rester dans des limites raisonnables.

La liberté de choix du mode de transport reste circonscrite par l'intérêt général : ce n'est donc pas n'importe quel mode, n'importe où, mais la satisfaction des besoins des usagers « dans les conditions économiques et sociales les plus avantageuses pour la collectivité ». La collectivité doit donc réaliser un arbitrage entre la satisfaction de ces besoins et les coûts que cela implique pour elle.

La liberté dans l'exercice de ce droit au transport ne va pas sans l'égalité, c'est-à-dire l'égalité d'accès au service public de transport (accès aux infrastructures et aux services offerts par les opérateurs). En outre, l'égalité d'accès inclut l'égalité de traitement des usagers pour un même service de transport. La différenciation tarifaire semble donc possible (entre différents lieux, à différents moments) car c'est un service différent (accès, qualité) de transport qui est offert chaque fois : c'est ce qui a rendu possible la modulation tarifaire sur l'autoroute A1 (cf. encadré page suivante).

## La modulation tarifaire sur l'autoroute A1 (France)

L'autoroute A1 est une autoroute à péage d'une longueur de 200 km qui relie Lille au nord de Paris. Cette infrastructure subit de forts pics de congestion à l'approche de Paris chaque dimanche après-midi et soir, principalement en raison des retours de week-end.

En 1992, une modulation du tarif plat normal a été mise en place, en fonction de l'heure de sortie de l'autoroute vers Paris, les dimanches en fin de journée. L'objectif est d'étaler le trafic de véhicules afin d'écarter le pic de congestion et d'améliorer la fluidité.

Un tarif « rouge », supérieur de 25 % au tarif normal, est en place pendant les heures de pointe (16 h 30-20 h 30). Un tarif « vert » inférieur de 25 % au tarif normal est en place avant la pointe (de 14 h 30 à 16 h 30) et après la pointe (de 20 h 30 à 23 h 30). Par exemple, le tarif normal pour Lille-Paris est de 22,80 € (en mars 2007), ce qui fait une variation de 5,70 € en plus ou en moins selon l'heure de passage. La particularité de ce système est que les heures et les tarifs correspondants sont définis de manière à ce que le total des recettes soit identique à ce qu'il était avec le tarif plat qui prévalait avant (Eurotoll, 1999).

## Quelles perspectives ?

Bien évidemment, les chercheurs ne se sentent pas liés par ces considérations réglementaires, et n'ont pas attendu pour explorer ce que donneraient en pratique des scénarios de péage urbain.

C'est le cas à Lyon, où nous avons imaginé en 1992 un scénario d'introduction progressive du péage urbain dans l'agglomération, avec une estimation des recettes, ces dernières étant affectées à l'amélioration des transports collectifs, et des effets sur les déplacements en voiture particulière et en transports collectifs (Le Nir *et al.*, 1992). Une étude plus détaillée a été menée à l'aide du modèle stratégique de déplacements de l'agglomération lyonnaise, pour explorer les impacts de différents scénarios de péage de cordon ou de zone sur les véhicules-kilomètres parcourus, les durées de déplacements, les émissions atmosphériques et les recettes (Raux et Andan, 2002). Les résultats montrent que les péages de cordon ont des effets limités et que seul le péage de zone sur l'agglomération peut

améliorer significativement et simultanément ces différents critères, tout en générant des recettes significatives avec un péage modéré<sup>33</sup>.

Pour la région parisienne également, plusieurs études ont été menées par le passé. Elles ont montré qu'il était possible de concevoir des scénarios de péage urbain qui produiraient de la richesse sociale en diminuant les pertes de temps, le bruit, les accidents et les émissions polluantes, tout en générant des recettes pour la collectivité. Un premier exemple est celui des « routes de première classe » (Papon, 1992), à savoir un réseau d'auto-routes souterraines payantes, financées par le péage, qui ne feraient donc pas appel aux fonds publics, tout en laissant le choix de la gratuité sur la voirie classique, ce qui est dans la logique française ou nord-américaine de qualité de service en échange du péage. Différents scénarios de péages de cordon ou de zone ont été récemment étudiés pour la région parisienne par De Palma et Lindsey (2006). En outre, il est possible d'explorer les effets distributifs de différents scénarios de péage, selon que l'on considère des péages de cordon ou de zone, ainsi que différentes exemptions (cf. Glachant et Bureau, 2006). Les méthodes existent donc pour établir des compromis acceptables entre efficacité et équité.

En limitant le péage urbain au financement d'une nouvelle infrastructure par les redevances perçues sur les usagers de ladite infrastructure, la loi de 1986 a un caractère néfaste évident pour la gestion des systèmes de déplacements urbains. Le fait de ne pouvoir instaurer le péage que sur la nouvelle route a des effets pervers sur les choix d'itinéraires par les automobilistes, empêchant une gestion rationnelle du réseau routier à l'échelle de l'agglomération : c'est l'exemple du boulevard périphérique nord de Lyon, rocade de contournement à péage, alors que l'objectif affiché est de réduire le trafic vers le centre. En outre, la concentration de la charge de financement sur les usagers directs de l'infrastructure entraîne des niveaux de péage élevés, vu le coût de ces investissements en milieu urbain.

Or, les fortes croissances de trafic dans la plupart des grandes agglomérations s'observent principalement en banlieue et en périurbain, d'où un besoin de canaliser le trafic dans des rocades de contournement, à l'écart des zones fortement urbanisées. Une évolution législative s'avère nécessaire si l'on veut éviter de cantonner les programmes rentables de péage à l'Ouest parisien.

#### Note

33. Par exemple, en données de 1995, un péage de deux euros environ par jour générerait des recettes permettant de financer chaque année une douzaine de kilomètres de tramway. Les capacités actuelles de financement public à Lyon ont permis de financer jusqu'ici 33 km de tramway sur la période 2000-2007.

## CONCLUSION

La question du péage urbain se pose quand une agglomération est confrontée à la saturation de ses infrastructures de transport (ou quand elle veut prévenir celle-ci). C'est un moyen de faire prendre en compte par l'automobiliste le coût social de son déplacement, quand il est impossible ou trop coûteux d'augmenter les capacités routières. C'est aussi un moyen de lever des recettes quand l'argent public se fait trop rare, et que le besoin se fait sentir malgré tout de développer l'offre de transport. La collectivité aura alors à décider de l'investissement optimal, pas nécessairement sous forme de capacité routière supplémentaire.

### Une base théorique solide

Le modèle théorique standard du péage de congestion apparaît donc assez robuste quand il préconise la tarification au coût marginal, même s'il n'autorise pas le calcul explicite de cette tarification, compte tenu de la complexité du système à modéliser. En pratique, les décisions concernant les paramètres des péages (lieux, horaires, tarifs) obéissent à des considérations sociales et politiques. Cependant, les outils du calcul économique permettent d'évaluer le bilan socio-économique des programmes de péage : ils apportent la preuve que l'on peut mettre en œuvre des programmes de péage urbain qui, même fondés sur des choix de nature politique des paramètres, produisent un accroissement du bien-être collectif.

Ce modèle standard permet également de désigner différentes catégories virtuelles de gagnants et de perdants : néanmoins, ces catégories ne peuvent être définies *ex ante* mais seulement en fonction de la mise en œuvre concrète de tel programme de péage dans telle agglomération. Là aussi, le calcul économique permet d'évaluer les effets distributifs du programme.

### Des applications réussies

La revue des différentes expériences dans le monde prouve par l'exemple qu'il est possible de concevoir et mettre en œuvre des programmes de péage répondant aux objectifs spécifiquement poursuivis dans chaque application, qu'il s'agisse de réduire la circulation ou de générer des recettes.



À Londres ou à Singapour, le péage de zone ou multi-cordon, avec un tarif élevé, provoque une réduction significative de la circulation, donc une normalisation des vitesses<sup>34</sup> et un rétablissement de la fiabilité dans les temps de parcours : il s'ensuit une amélioration de la productivité économique et sociale, et les milieux économiques ne s'y trompent d'ailleurs pas.

Aux États-Unis et en France, l'offre de voies rapides mais payantes, en alternative aux voies gratuites et congestionnées, permet de contourner la résistance au péage de congestion : cela n'est cependant possible que lorsqu'il existe une demande à solvabilité compatible avec les coûts de cette nouvelle offre.

En Norvège, un péage modéré étendu au réseau routier d'agglomération dégage suffisamment de recettes pour financer le développement de ce dernier et de l'offre en transports collectifs.

En revanche, les coûts de mise en place et d'exploitation des infrastructures de collecte du péage ne sont pas négligeables, même si ces coûts subissent une baisse continue : le péage urbain est réservé aux situations où le gain de décongestion sera supérieur au coût de perception du péage. Ce n'est donc pas la panacée partout, mais ce n'est pas non plus réservé aux grandes agglomérations millionnaires comme le montrent les applications aux villes de taille moyenne, autour de 100 000 habitants, en Norvège.

Le péage urbain n'est donc pas toujours nécessaire, mais il n'est pas non plus suffisant : dans l'ensemble des expériences passées en revue, le péage n'est qu'un élément de la panoplie habituelle des mesures de politiques de transport et de planification urbaine.

## La technologie est au point

La technologie est sans conteste au point : il est possible de proposer à des coûts abordables des balises embarquées à bord des véhicules, qui permettent l'enregistrement des passages à la volée tout en protégeant l'anonymat des automobilistes en règle. Ces équipements sont adaptés au cas des péages d'axe ou de cordons, où le nombre de portiques à installer reste limité (Singapour, Norvège, Stockholm). Les balises embarquées peuvent être délivrées gratuitement aux automobilistes, dans le cadre d'une politique marketing astucieuse visant à augmenter l'acceptabilité du programme.

### Note

34. Autour de 20 km/h, ce qui est un bon résultat en ville.

Dans le cas du péage de zone de Londres, la technique de reconnaissance vidéo des plaques d'immatriculation est nettement plus onéreuse, compte tenu du nombre de caméras nécessaires. Cependant, les évolutions technologiques en cours permettent d'envisager des solutions moins coûteuses dans un proche avenir, notamment à base de positionnement satellitaire.

### Une grande diversité d'adaptations

Quand on considère les trois paramètres essentiels d'un péage urbain, à savoir sa configuration géographique, ses heures de fonctionnement, ses tarifs, ainsi que l'affectation des recettes (la plupart du temps au transport), on constate une grande diversité d'applications. Cela n'est pas très étonnant, parce que la congestion est un problème essentiellement local qui appelle une solution locale.

Malgré cela, on retrouve grossièrement les deux grands modèles, celui de la régulation (Singapour, Londres, Stockholm) et celui du financement (Norvège, États-Unis, France).

Mais à l'intérieur de chacun de ces modèles, il existe des nuances, qui ont trait par exemple à la plus ou moins forte régulation entre Singapour, Londres et Stockholm, ou au degré de participation des automobilistes au financement, entre la Norvège et les autres pays.

Ces différences de modèles peuvent aussi s'expliquer par la position de ces villes dans la compétition régionale avec leurs voisines, ou dans la compétition mondiale entre les villes capitales. Par exemple, Londres est dotée d'un pouvoir d'attraction mondiale tel qu'elle peut s'autoriser le péage qu'elle a choisi, qui d'ailleurs est un moyen d'augmenter la productivité de la *City*. De la même manière, le péage est pour Singapour le moyen d'entretenir l'attractivité mondiale de son centre d'affaires. Il n'est pas sûr que Paris pourra échapper longtemps à certaine forme de péage urbain, dans une configuration certes différente puisque adaptée à ses besoins particuliers, afin de combattre la dégradation des conditions de transport : ce n'est certes pas un hasard si les deux seules autoroutes urbaines à péage (A14 et A86) desservent le centre des affaires de La Défense.

### Le jeu en vaut-il la chandelle ?

Le péage urbain amène d'une part une diminution de la pression automobile, d'autre part des revenus supplémentaires<sup>35</sup>. La diminution de la pression

#### Note

35. Nous empruntons l'argumentation qui suit à Goodwin (1995).

automobile a pour conséquences une amélioration de l'environnement (pollution, bruit, sécurité) et un gain d'espace immédiat (diminution du trafic) et futur (moins de pression à l'expansion de la route).

Cet espace libéré peut être affecté au cadre de vie (moins de place pour la voiture, plus pour les piétons, les vélos et la vie sociale de quartier) et au trafic prioritaire (bus, véhicules pour handicapés, véhicules d'urgence). Les revenus supplémentaires peuvent être affectés à l'amélioration de l'offre de transports collectifs, à la route (réaménagements urbains et nouvelles routes) et à la réduction de taxes distorsives (par exemple, les impôts locaux pour financer l'offre de transport, les prélèvements sociaux sur les bas salaires, etc.).

Sans le péage urbain, la réallocation de l'espace nécessite l'utilisation plus intensive de mesures réglementaires de partage de la voirie, de contrôle du stationnement, de modération du trafic. Le rééquilibrage du partage modal nécessite des améliorations plus fortes des transports collectifs que dans le cas précédent. On a donc besoin de plus de ressources financières mais avec plus de difficultés à les obtenir.

### **Acceptabilité, équité sociale et volonté politique**

Le péage urbain est souvent accusé de renforcer les inégalités sociales. Au contraire, les vérifications empiriques montrent qu'on ne peut dresser *a priori* de conclusions universelles sur les impacts distributifs des programmes de péage urbain. Avant même d'envisager des compensations, le péage peut être soit progressif soit régressif, en fonction de l'application particulière à chaque ville : dans le résultat final interviennent la configuration du péage selon les trois paramètres (géographie, tarifs, horaires), la localisation résidentielle des différents groupes sociaux, leurs lieux d'activités et leurs manières de se déplacer. Dans chaque application, les autorités locales peuvent régler finement les paramètres du péage, de manière à le rendre progressif et, s'il est régressif, élaborer par l'utilisation des recettes des compensations envers les perdants.

Il serait inapproprié de tirer des enseignements généraux sur l'acceptabilité à partir de quelques études de cas. Néanmoins, il est possible de mettre en évidence quelques caractéristiques principales de succès : une volonté politique forte et un souci des compensations.

L'exemple de Singapour peut être considéré comme le parangon du péage de congestion, sans autre compensation apparente que le gain de décongestion pour ceux qui acceptent le péage : mais c'est peut-être l'exemple repoussoir pour d'autres pays avec des traditions démocratiques différentes.



L'acceptabilité d'une politique tarifaire n'est pas seulement un résultat mais surtout un processus, produit d'un jeu d'acteurs qui poursuivent des intérêts qui leur sont propres, et entre lesquels se font et se défont les alliances. Ce processus relève d'une alchimie complexe, où les arguments d'équité et de justice prennent souvent le pas sur ceux de l'efficacité au sens économique. Cette alchimie ne peut être séparée du rôle que jouent les leaders politiques dans le jeu d'acteurs.

Le cas de Londres montre comment une volonté politique forte, conjuguée à un consensus sur le caractère critique de la situation, a permis de passer outre l'impopularité de cette mesure qui paraissait initialement insurmontable. Cependant, volonté politique forte ne veut pas dire autisme : la consultation a été très large, le maire a modifié le projet initial en conséquence, mais sans qu'il soit jamais question de soumettre le projet à référendum. La ristourne aux résidents a été la compensation la plus visible qui a permis de réduire les oppositions.

Dans le cas des péages norvégiens d'Oslo et de Trondheim, c'est la convergence entre partis politiques sur un projet qui a permis de faire aboutir ce dernier, malgré l'opposition persistante de la population. En outre, plusieurs autres ingrédients ont contribué au succès dans l'acceptation de ces péages urbains : un objectif concret et palpable, à savoir le financement d'un programme précis d'amélioration du transport, donc une durée finie du programme de péage ; une répartition territoriale des avantages non limitée à la zone interne au cordon ; la « carotte » du gouvernement central pour inciter les autorités locales à sauter le pas ; un tarif modéré et dégressif.

*A contrario*, à Lyon, la volonté politique forte au départ du projet n'a pas suffi face aux oppositions : le déficit de débat public et l'absence de compensations évidentes pour les « perdants », ont largement contribué à la formation de ces oppositions et à l'échec du projet.

Enfin, quand le péage existe, le passage à la modulation tarifaire en fonction de la charge de trafic – premier pas vers l'efficacité économique –, semble plus facilement accepté : ce passage peut se faire moyennant une introduction progressive (à l'instar des autoroutes nord-américaines) ou une compensation évidente comme un tarif réduit en heure creuse par rapport à un tarif de base existant (c'est l'exemple de l'autoroute A1 en France).

### **Est-ce pertinent pour les émissions de gaz à effet de serre ?**

La question des émissions de gaz à effet de serre est d'actualité, s'agissant plus particulièrement du dioxyde de carbone issu de la combustion du carburant fossile. On peut donc légitimement se demander si le péage

urbain pourrait apporter une contribution significative à la réduction de ces émissions : certains y voient une nouvelle panacée pour répondre à ce problème.

Tout indique que cette contribution ne devrait être que limitée. Le péage urbain est un instrument conçu avant tout pour traiter un problème local, la congestion sur une zone d'aire restreinte, généralement limitée à certaines heures. Les émissions de la circulation urbaine ne représentent en France, en ordre de grandeur, que la moitié des émissions totales du transport (malgré l'intensité des déplacements, mais du fait de distances plus courtes), et le péage urbain n'a vocation qu'à réduire marginalement cette circulation.

La baisse de 15 % de la circulation dans la zone à péage de Londres ne doit pas faire illusion, car la part de cette circulation dans celle de l'agglomération londonienne n'est que de l'ordre du pour cent. À Stockholm, où l'objectif environnemental était explicite, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> n'est que de 2 à 3 % à l'échelle de la région urbaine. Autre exemple, nos propres simulations sur l'agglomération lyonnaise<sup>36</sup> montrent que le scénario le plus régulateur, soit le péage de zone à 3 € par jour sur les communes de Lyon et Villeurbanne, ne réduirait les émissions de CO<sub>2</sub> de l'agglomération que de 2 % : la circulation est réduite dans le centre de l'agglomération (en véhicules-kilomètres, de l'ordre de la dizaine de pour cent) mais elle n'est réduite que de 3 % à l'échelle de l'agglomération, du fait du trafic extérieur à la zone qui doit alors contourner cette dernière.

On n'en tirera pas de généralisation hâtive, les performances en termes de réduction des émissions dépendent des configurations de péage concrètement mises en place çà et là. Toutefois, on notera que les émissions de gaz à effet de serre étant un problème global, c'est l'ensemble des circulations urbaines et non urbaines qu'il faut couvrir : les instruments pertinents existent – la taxation du carburant au prorata de son contenu en CO<sub>2</sub> – ou sont à créer – les quotas de carburant négociables<sup>37</sup>.

En revanche, dans sa dimension de contribution au financement des moyens de transport alternatifs à la voiture particulière, le péage urbain peut jouer un rôle non négligeable pour faciliter le passage à des comportements plus vertueux sur le plan des émissions de gaz à effet de serre.

#### Notes

36. Raux et Andan (2002).

37. Cf. dans la même collection Raux (2007).

## Et pour la France ?

Le péage urbain pourrait être une option à envisager pour les agglomérations françaises confrontées à une montée de la congestion routière à leurs abords et dans leurs centres, et aux capacités insuffisantes de financement des infrastructures, que ce soit pour les transports en commun ou les routes de déviation de la circulation<sup>38</sup>.

Le modèle consistant à ajouter de nouvelles voies financées par les péages, acceptable puisque offrant de la qualité de service à l'automobiliste en échange de son péage, trouve, on l'a vu, ses limites. C'est un modèle d'application limitée en France, du fait de la densité d'urbanisation induisant des coûts de construction trop élevés au regard des clientèles solvables. Cela est démontré par les exemples de la SR 91 dans le riche comté d'Orange en Californie, de l'A14 dans l'Ouest parisien, et *a contrario* par l'échec de TEO à Lyon.

En outre, les effets de réseau sont importants dans une agglomération urbaine : par exemple, les automobilistes qui empruntent une rocade à péage libèrent de la capacité de voirie gratuite pour les automobilistes sur les routes adjacentes, les autres rocades et les voies radiales. Une régulation efficace du trafic à l'échelle de l'agglomération ne devrait pas être contrainte inutilement par une tarification sur un axe particulier, tarification qui serait imposée par un cadre législatif inadapté.

Cette prise en considération des effets de réseau justifie une mutualisation de la couverture des coûts à l'échelle de l'agglomération, à l'instar des péages de cordon norvégiens : chaque automobiliste circulant sur le réseau urbain profite directement ou indirectement de la création de nouveaux liens routiers et peut légitimement être appelé à y contribuer par le péage.

Cette mutualisation de la couverture des coûts aurait en outre deux avantages. Le premier est de traiter tous les automobilistes de l'agglomération sur un pied d'égalité, indépendamment du montage institutionnel du financement de tel ou tel lien routier. Le deuxième avantage est de répartir la charge du financement des nouvelles infrastructures sur un nombre plus élevé d'automobilistes, ce qui autorise un péage modéré et donc une acceptabilité améliorée.

Enfin, le fait que les automobilistes bénéficient du fonctionnement et des améliorations des transports collectifs, qui ôtent des usagers de la route, peut justifier l'usage des recettes du péage urbain pour d'autres modes que la voiture particulière.

### Note

38. L'argumentation qui suit est reprise pour partie de Raux et Souche (2001).

Les coalitions politiques restent à trouver, ce qui n'est pas une mince affaire, mais pas impossible comme le montrent les études de cas précédentes. Mais cela nécessite au préalable une évolution législative qui permettrait de déconnecter la perception des péages de l'usage direct de la nouvelle infrastructure : cela suppose par exemple l'autorisation de percevoir des péages sur un périmètre de compétence d'une autorité d'agglomération.

La question de l'affectation des recettes n'est pas réshibitoire dans un premier temps : il est possible, pour des raisons d'acceptabilité, de laisser les recettes de la route affectées à la route. Un paquet de financement global du système de déplacements urbains pourrait inclure ces recettes de péages routiers et d'autres financements publics, ces derniers allant massivement vers les transports collectifs. Néanmoins, certaines enquêtes montrent que l'opinion est ouverte à l'idée d'affecter au moins en partie les recettes des péages routiers au financement des transports collectifs<sup>39</sup>. En outre, l'utilisation des recettes devrait prendre en compte la problématique centre-périphérie dans l'affectation géographique des améliorations apportées au transport.

Une piste éventuelle à explorer serait la création d'un fonds transport à l'échelle d'une agglomération, alimenté par les recettes de péage et les autres sources de financement public. Ce fonds pourrait être géré par une agence unique, chargée des infrastructures et des déplacements pour tous les modes de transport. À cela s'articulerait naturellement la notion de titre de transport multimodal qui, du point de vue de l'utilisateur, couvrirait indistinctement l'usage des transports en commun et de la route en tant qu'automobiliste.

**Note**

39. Cf. par exemple, Raux et Souche (2004).

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, S.P. et RENAULT, R.  
« Tarification discriminante », *in* de Palma, A. et Quinet, E., *La tarification des transports. Enjeux et défis*, Economica, 2005, p. 37-64.
- ARNOTT, R., DE PALMA, A., LINDSEY, R.  
« A structural model of peak-period congestion : a traffic bottleneck with elastic demand », *American Economic Review*, 83 (1), 1993, p. 161-179.
- BAUMOL, W., OATES, W.  
*The theory of environmental policy*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988, 299 p.
- CE (Commission européenne)  
*Des redevances équitables pour l'utilisation des infrastructures : une approche par étapes pour l'établissement d'un cadre commun en matière de tarification des infrastructures de transport dans l'Union européenne*, Livre Blanc, Commission européenne, Bruxelles, juillet 1998, 58 p.
- CEMT  
*Des transports efficaces pour l'Europe. Politiques pour l'internalisation des coûts externes*, CEMT, 1999, Paris, 289 p.
- Certu, DREIF, IAURIF, LET  
*Les péages urbains en Norvège : Oslo et Trondheim*, 2002, 39 p.
- CGP  
*Transports : le prix d'une stratégie. Tome I : éléments de réflexion et recommandations. Tarification et financement*, Commissariat général du Plan, La Documentation française, Paris, 1995, 213 p.
- CHABANOL D., CHARMEIL C., LEMOINE J.-P., TAILLANTER S.  
*Mission d'expertise sur le périphérique nord de Lyon*, juin 1998, 125 p. + annexes.
- CHIN, A. et SMITH, P.  
« Automobile Ownership and Government Policy : The Economics of Singapore's Vehicle Quota Scheme », *Transportation Research Part A*, 31, 1997, p. 129-140.
- COHEN, S., ZHANG, M.Y., GINIER, P.  
« Les relations temps de parcours – débit sur le réseau routier d'Île-de-France : un outil pour la planification », *RGRA*, n° 792, février 2001, p. 78-84.



DE PALMA, A. et LINDSEY, R.

« Concepts économiques fondamentaux pour la tarification et le financement des systèmes de transport », *in* de Palma, A., Quinet, E., *La tarification des transports. Enjeux et défis*, Economica, 2005, p. 37-64.

DE PALMA, A. et LINDSEY, R.

« Modelling and evaluation of road pricing in Paris », *Transport Policy* 13, 2006, 115-126.

DECORLA-SOUZA, P.

« Recent U.S. experience : pilot projects », *in* Santos, G. (ed), *Road pricing : theory and evidence*, Elsevier, 2004, p. 283-308.

DERYCKE, P.H.

*Le péage urbain. Histoire, analyse, politiques*, Economica, 1997, 205 p.

DFT (DEPARTMENT FOR TRANSPORT)

*Feasibility study of road pricing in the UK*, <http://www.dft.gov.uk>, 2004.

DUPOIT, J.

« De l'influence des péages sur l'utilité des voies de communication », *Annales des Ponts et Chaussées*, n° 207, 1849, p. 170-248.

DUPOIT, J.

« De la mesure de l'utilité des travaux publics », *Annales des Ponts et Chaussées*, 2<sup>e</sup> série, Mémoires et Documents, n° 116, t. VIII, 1844, p. 332-375.

Eurotoll

*Strategic Pricing, Road Demand and Optimisation of Transport Systems*, Eurotoll Project, CEC DG VII, février 1999, 136 p.

EVANS, A.

« Road Congestion Pricing : When is it a Good Policy ? », *Journal of Transport, Economics and Policy*, vol 26, n° 3, septembre 1992, p. 213-243.

FHWA

*Value pricing project quarterly reports*, octobre-décembre 2006, [http://ops.fhwa.dot.gov/tolling\\_pricing/value\\_pricing](http://ops.fhwa.dot.gov/tolling_pricing/value_pricing), 2007.

FJELLINJEN

*Annual report 2005*, 2006.

GLACHANT, M. et BUREAU, B.

« Un péage urbain à Paris ? Une évaluation des effets distributifs de quatre scénarios », *Recherche Transports Sécurité* 93, 2006, 263-278.

GOODWIN, P.B.

« Road Pricing or Transport Planning ? », *in* Johansson, B., Lars-Göran Mattsson (eds), *Road Pricing : Theory, Empirical Assessment and Policy*, Kluwer, 1995, p. 143-158.

HAU, T.D.

*Economic fundamentals of road pricing : a diagrammatic analysis*, The World Bank, Policy Research Working Paper Series, n° 1070, décembre 1992, 96 p.

IEROMANACHOU, P., POTTER, S., WARREN, J.P.

« Norway's urban toll rings : Evolving towards congestion charging ? », *Transport Policy* 13, 2006, p. 367-378.

KNIGHT, F.

« Some fallacies in the interpretation of social cost », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 38, 1924.

KOCKELMAN, K.M. and KALMANJE, S.

« Credit-Based Congestion Pricing : A Proposed Policy and the Public's Response », *Transportation Research* 39A, 2005, p. 671-690.

KOH, W.T.H. and LEE, D.C.K.

« The vehicle quota system in Singapore : an assessment », *Transportation Research Part A* 28, 1994, 31-47.

LE NIR, M., NICOLAS, J.-P., TABOURIN, E., RAUX, C., FAIVRE D'ARCIER, B.

« Une simulation de l'introduction progressive d'un péage en milieu urbain », *Communication à la 6<sup>e</sup> WCTR*, Lyon, 29 juin-3 juillet 1992, 18 p.

LET

Actes du colloque international « Financement des transports urbains », Laboratoire d'Économie des Transports, Lyon, 1984.

LIPSEY, R.G. and LANCASTER, K.J.

« The general theory of second best », *Review of Economic Studies*, 1956, p. 11-32, 24.

MENON, A.P.G.

« ERP in Singapore – a perspective one year on », *TEC*, février 2000.

MENON, A.P.G. and CHIN, K.K.

« ERP in Singapore – what's been learnt from five years operation ? », *TEC*, février 2004.

NASH, C.

« Road Pricing in Britain ». *Journal of Transport, Economics and Policy*, vol. 41, Part 1, 2007, p. 135-147.

NPRA (NORWEGIAN PUBLIC ROADS ADMINISTRATION)

*Trondheim – The High Tech Scheme*, 1999.

OCDE

« Singapour : un système cohérent de restriction d'usage de la voiture particulière », *Les villes et les transports*, OCDE, Paris, 1988.

ORFEUIL, J.P.

« L'évolution du financement public des transports urbains », *Infrastructures et Mobilité*, n° 49, septembre 2005.

PAPON, F.

« Les "routes de première classe" : un péage urbain choisi par l'utilisateur », in Raux, C., Lee-Gosselin, M., (sous la direction de), *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?* Éditions du Programme Rhône-Alpes de Recherches en sciences humaines, septembre 1992, p. 143-164.

PHAN, S.Y.

« Singapore's motor vehicle policy : review of recent changes and a suggested alternative », *Transportation Research A*, vol. 27A, n° 4, 1993, p. 329-336.

PIGOU, A.C.

*The Economics of Welfare*, MacMillan, 1920, Londres.

PRUD'HOMME, R. et BOCAREJO, J.-P. (2005a)

*Le péage de congestion dans le centre de Londres : un essai d'évaluation*, rapport pour le Predit, janvier 2005, 84 p.

PRUD'HOMME, R. et BOCAREJO, J.-P. (2005b)

« L'expérience du péage de Londres », *Transports*, mars-avril 2005, p. 73-81.

QUINET, E.

*Principes d'économie des transports*, Economica, Paris, 1998, 419 p.

RAMJERDI, F., MINKEN, H., OSTMCÉ, K.

« Norwegian urban tolls » in Santos, G. (ed) *Road pricing : theory and evidence*, Elsevier, 2004, p. 237-249.

RAUX, C.

« Commentaires à propos de l'article "L'expérience du péage de Londres" par R. Prud'homme et J.-P. Bocarejo », *Transports*, mai-juin 2005, p. 174-178.

RAUX, C. et ANDAN, O.

« Comment les péages urbains peuvent-ils satisfaire une politique d'agglomération ? », *Recherche Transports Sécurité* 75, 2002, p. 115-130.

RAUX, C.

*Les permis négociables dans le secteur des transports*, La Documentation française, 2007, 98 p.

RAUX, C. et TABOURIN, E.

« Congestion et crise du financement des transports à Lyon : vers un péage urbain ? », in Raux, C., Lee-Gosselin, M. (sous la direction de), *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*, Éditions du Programme Rhône-Alpes de Recherches en sciences humaines, septembre 1992, p. 41-63.



RAUX, C. et SOUCHE, S.

« L'acceptabilité des changements tarifaires dans le secteur des transports : comment concilier efficacité et équité ? », *Revue d'Économie régionale et urbaine*, vol. 4, 2001, p. 539-558.

RAUX, C. et SOUCHE, S.

*Comment améliorer l'acceptation du péage urbain ?* Conférence invitée aux XVII<sup>es</sup> entretiens Jacques Cartier, « Transports en commun et transports routiers urbains : qui doit payer ? », Montréal, 7-8 octobre 2004.

RAUX, C., SOUCHE, S., VASKOVA, L.

« Les figures de l'acceptabilité », in Crozet, Y., Maurice, J. (dir.) *Les dimensions critiques du calcul économique*, Economica, à paraître, 2007.

SANTOS, G. and FRASER, G.

« Road Pricing : Lessons from London », *Economic Policy*, 21 (46), 2006, p. 264-310.

SANTOS, G., LI W.W., KOH W.T.H.

« Transport policies in Singapore », in Santos, G. (ed), *Road pricing : theory and evidence*, Elsevier, 2004, p. 209-235.

SANTOS, G. and ROJEY, L.

« Distributional Impacts of Road Pricing : The Truth Behind the Myth », *Transportation*, 31 (1), 2004, p. 21-42.

SMALL, K.A.

*Urban Transportation Economics*, Harwood Academic Publishers, Luxembourg, 1992, 181 p.

SMALL, K.A. and GOMEZ-IBANEZ, J.A.

« Road Pricing for Congestion Management : the Transition from Theory to Policy », in Button, K. J, Verhoef, E.T., *Road Pricing, Traffic Congestion and the Environment*, Edgar Elgar, 1998, 316 p.

SPENCER, H.A. and CHIA, L.S.

« National policy towards cars : Singapore », *Transport Reviews*, vol. 5, 1985, p. 301-323.

Transport for London

*Congestion Charging Central London. Impacts Monitoring – First Annual Report*, juin 2003, 120 p.

Transport for London

*Congestion Charging Central London. Impacts Monitoring – Fourth Annual Report*, juin 2006, 210 p.

VICKREY, W.

« Pricing in urban and suburban transport », *American Economic Review : Papers and Proceedings*, 53 (2), mai 1963, p. 452-465.

WALTERS, A.A.

« The theory and measurement of private and social cost of highway congestion », *Econometrica*, vol. 29, n° 4, 1961.

## TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE .....	7
INTRODUCTION .....	9
CHAPITRE 1 .....	13
<b>Le modèle standard du péage de congestion</b> .....	13
Les coûts de production et d'usage de la route .....	14
<i>Les coûts de l'utilisateur</i> .....	14
<i>Les autres coûts</i> .....	17
La demande, ou le lien entre utilité et tarification des infrastructures .....	20
La tarification et l'investissement optimaux .....	23
La tarification comme solution au problème de la congestion .....	28
Le péage de congestion, un bien-être peu convaincant .....	29
Conclusion .....	36
CHAPITRE 2 .....	37
<b>Le passage à la pratique</b> .....	37
Pourquoi le péage routier ? .....	37
Les technologies de péage électronique .....	38
Les différentes configurations de péage .....	39
Équité sociale et acceptabilité .....	41
Quels impacts sur les formes urbaines ? .....	43
CHAPITRE 3 .....	45
<b>Les applications</b> .....	45
Le péage de zone de Londres .....	45
<i>Le contexte national et local</i> .....	46
<i>Les effets du péage</i> .....	48
<i>L'acceptabilité du péage</i> .....	50
<i>Perspectives et conclusions</i> .....	51
L'expérience de péage de Stockholm .....	52
Singapour : péage urbain et quotas de véhicules .....	54
Les péages de cordon en Norvège .....	58
<i>Le contexte national et local</i> .....	58
<i>Le péage de cordon d'Oslo</i> .....	60
<i>Le péage de Trondheim (1991-2005)</i> .....	63
<i>Conclusions et perspectives</i> .....	64

Qualité de service et péage dynamique aux États-Unis .....	65
Le cas de la France.....	70
<i>Un cadre législatif restrictif, des avancées timides</i> .....	70
<i>La LOTI et le droit au transport</i> .....	73
<i>Quelles perspectives ?</i> .....	75
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>77</b>
<i>Une base théorique solide</i> .....	77
<i>Des applications réussies</i> .....	77
<i>La technologie est au point</i> .....	78
<i>Une grande diversité d'adaptations</i> .....	79
<i>Le jeu en vaut-il la chandelle ?</i> .....	79
<i>Acceptabilité, équité sociale et volonté politique</i> .....	80
<i>Est-ce pertinent pour les émissions de gaz à effet de serre ?</i> .....	81
<i>Et pour la France ?</i> .....	82
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>85</b>

Imprimé en France  
 Prix : 11,50 €  
 DF : 5HC05560  
 ISBN : 978-2-11-006697-8

La Documentation française  
 29, quai Voltaire  
 75344 Paris cedex 07  
 Tél. : 01 40 15 70 00  
 Télécopie : 01 40 15 72 30  
 www.ladocumentationfrancaise.fr

Le péage urbain revient sur le devant de la scène avec le succès apparent du péage du centre de Londres et la mise en route du péage de Stockholm : on ne compte plus, en Europe et dans le monde, le nombre de villes qui l'envisagent ou l'ont envisagé. Cet ouvrage fait donc le point sur une question, entrée dans l'actualité grâce aux possibilités offertes aujourd'hui par le péage électronique, après avoir agité le petit monde des économistes depuis près d'un siècle. Schématiquement, il peut y avoir deux motivations essentielles au péage urbain, l'une étant de maîtriser les flux de circulation automobile, l'autre de recueillir des fonds pour développer les infrastructures et services de transport (routier ou non). Plusieurs questions se posent alors. Quels arguments ont à faire valoir les économistes pour se lancer dans cette aventure politiquement risquée ? Est-ce faisable techniquement ? Quelles sont les applications réussies, comment et pourquoi cela marche ? Comment ces programmes ont-ils été acceptés ? Seraient-ils applicables en France ? Telles sont les questions auxquelles cet ouvrage apporte des réponses, tout en passant en revue des cas emblématiques, à savoir Londres, Stockholm, Singapour, la Norvège, les États-Unis puis la France.

*Charles Raux est ingénieur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS), docteur ingénieur en économie des transports, et habilité à diriger des recherches par l'université de Lyon. Il mène ses recherches au Laboratoire d'économie des transports, un laboratoire associé au CNRS, à l'université de Lyon et à l'École nationale des travaux publics de l'État.*



Programme de  
 recherche et  
 d'innovation dans  
 les transports  
 terrestres  
 Ministères chargés  
 de la recherche,  
 des transports,  
 de l'environnement  
 et de l'industrie,  
 l'ADEME,  
 OSEO innovation,  
 l'ANR

9 782110 066978

