



# **METTRE EN ŒUVRE LA TARIFICATION DE LA CONGESTION**

**T A B L E  
R O N D E**

---

**147**





# **METTRE EN ŒUVRE LA TARIFICATION DE LA CONGESTION**

**T A B L E  
R O N D E**

---

**147**

# ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Chili, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission européenne participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

*Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.*

ISBN 978-92-821-0286-2 (imprimé)  
ISBN 978-92-821-0287-9 (PDF)

Série : *Tables Rondes FIT*  
ISSN 2074-3394 (imprimé)  
ISSN 2074-3386 (en ligne)

Publié en anglais : *Implementing Congestion Charges*

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : [www.oecd.org/editions/corrigenda](http://www.oecd.org/editions/corrigenda).

© OCDE/FIT 2010

---

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@efcopies.com](mailto:contact@efcopies.com)

---

## FORUM INTERNATIONAL DES TRANSPORTS

Le Forum International des Transports est une institution intergouvernementale appartenant à la famille OCDE. Le Forum est une plate-forme mondiale pour les décideurs politiques et les parties intéressées. Son objectif est d'aider les responsables politiques et un public plus large à mieux appréhender le rôle des transports en tant qu'élément clé de la croissance économique, ainsi que leurs effets sur les composantes sociales et environnementales du développement durable. Le Forum organise une Conférence pour les Ministres et les représentants de la société civile chaque année au mois de mai à Leipzig, Allemagne.

Le Forum International des Transports a été créé par une Déclaration du Conseil des Ministres de la CEMT (Conférence Européenne des Ministres des Transports) lors de la session ministérielle de mai 2006. Il est établi sur la base juridique du Protocole de la CEMT signé à Bruxelles le 17 octobre 1953 ainsi que des instruments juridiques appropriés de l'OCDE. Son Secrétariat se trouve à Paris.

Les pays membres du Forum sont les suivants : Albanie, Allemagne, Arménie, Australie, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Canada, Corée, Croatie, Danemark, ERYM, Espagne, Estonie, États-Unis, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Inde, Irlande, Islande, Italie, Japon, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Malte, Mexique, Moldavie, Monténégro, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Russie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine.

L'OCDE et le Forum International des Transports ont créé en 2004 un Centre conjoint de Recherche sur les Transports. Ce Centre mène des programmes coopératifs de recherche couvrant tous les modes de transport, recherches qui visent à aider la formulation des politiques dans les pays membres. A travers certains de ses travaux, le Centre apporte également des contributions aux activités du Forum International des Transports.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION</b> .....	7
<b>LA MISE EN ŒUVRE DES SYSTÈMES DE TARIFICATION ROUTIÈRE : PRINCIPAUX FACTEURS DE RÉUSSITE – par B. OEHRYS (SUISSE)</b> .....	31
1. De la tarification de l’usage à la tarification de la congestion .....	35
2. Un outil indispensable pour maîtriser la congestion.....	36
3. Quels sont les facteurs qui conditionnent la réussite d’une mesure de tarification ?.....	37
4. Conception technique .....	39
5. Architecture du système.....	47
6. Acceptation .....	52
7. Conclusions.....	58
<b>L’EXPÉRIENCE DE SINGAPOUR : ÉVOLUTION DES TECHNOLOGIES, COÛTS ET AVANTAGES, ENSEIGNEMENTS – par K.K. CHIN (SINGAPOUR)</b> .....	61
1. Introduction.....	65
2. Système manuel de tarification routière .....	65
3. Péage électronique .....	67
4. Enseignements .....	74
5. Conclusion .....	75
<b>TOUT CE QU’IL FAUT SAVOIR AVANT D’INTRODUIRE UN DISPOSITIF DE PÉAGE URBAIN – par J. ELIASSON (SUÈDE)</b> .....	79
1. Introduction.....	83
2. Raison d’être et fonctionnement.....	84
3. Une conception efficace du dispositif pour obtenir des avantages importants.....	86
4. la maîtrise des coûts passe par l’efficacité de la passation des marchés et de la technologie .....	88
5. L’acceptation du système par le public.....	90

<b>UN NOUVEAU REGARD SUR LE COÛT DU DISPOSITIF DE PÉAGE URBAIN DE STOCKHOLM – par C. HAMILTON (SUÈDE)</b> .....	97
1. Introduction.....	101
2. Contexte .....	103
3. Éléments de coûts .....	109
4. Conclusions.....	120
<b>TARIFICATION ROUTIÈRE – EFFICIENCE ET COMPLEXITÉ – par M. FOSGERAU (DANEMARK/SUÈDE) et K. VAN DENDER (OCDE/FIT)</b> .....	127
1. Introduction.....	131
2. Théorie classique des péages .....	133
3. Hétérogénéité des usagers.....	137
4. Variabilité de la durée de déplacement.....	141
5. Mesure et modélisation de l’offre.....	145
6. Optimum de second rang .....	147
7. Conclusion .....	151
<b>LISTE DES PARTICIPANTS</b> .....	159

## SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION



## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION .....	11
2. LES ENSEIGNEMENTS DE L'EXPÉRIENCE.....	13
2.1. Quelques principes généraux .....	13
2.2. Les expériences de Singapour et Stockholm.....	19
3. ÉCONOMIE DES TRANSPORTS : UN NOUVEL ÉCLAIRAGE ? .....	22
3.1. Affiner l'argument de base en faveur de la tarification.....	22
3.2. La tarification de la congestion dans un contexte économique plus large .....	24
4. CONCLUSIONS .....	25
NOTES .....	26
RÉFÉRENCES .....	29

Paris, avril 2010



## 1. INTRODUCTION

La Table Ronde était consacrée à la grande question de savoir ce que la recherche et l'expérience nous enseignent sur la marche à suivre pour mettre en œuvre avec succès un système de tarification de la congestion. Les participants ont concentré leur réflexion sur les zones urbaines, où la congestion routière pose ou pourrait poser un problème. Pour qu'un système de tarification soit une réussite, il faut qu'il s'inscrive dans une politique définie, qu'il fonctionne bien sur le plan technique, qu'il soit accepté par les usagers effectifs et potentiels et qu'il procure des avantages à la société dans son ensemble. Les enseignements tirés d'expériences de la mise en œuvre d'un système de tarification -- avec des résultats variables -- tentent d'éclairer ces conditions de réussite, (section 2). Nous nous demandons également si l'évolution de notre compréhension des aspects économiques de la tarification de la congestion routière est susceptible d'influer sur l'évaluation d'une politique de tarification, et le cas échéant comment (section 3). Les conclusions formulées dans la section 4 résument les principales recommandations à l'intention des décideurs qui envisagent d'introduire (ou de supprimer) des péages de congestion.

Les économistes des transports ont longtemps déploré le manque d'intérêt des responsables politiques pour les péages de congestion, dont l'utilité était pourtant si évidente pour améliorer le bien-être. Mais ce qui semble aller de soi en principe est moins tranché dans la pratique. Les questions concernant l'opportunité et la faisabilité de la tarification de la congestion apparaissent dès lors que l'on prend en compte les contraintes de l'action publique et les coûts. En effet, comment convaincre les électeurs et leurs représentants que c'est une bonne idée d'augmenter le coût de leurs déplacements quand la circulation est mauvaise ? Comment fixer les péages et utiliser les recettes de façon que la répartition des gains et des pertes constitue une proposition politique « vendable » ? La section 2 examine ces questions, et d'autres qui s'y rattachent, en portant une grande attention à l'expérience pratique, en particulier à Singapour, Stockholm et Londres. En étudiant ces exemples, nous tentons de distinguer les caractéristiques propres à chaque système des considérations générales.

La section 2.1 se termine par quelques remarques sur la tarification au cordon, la tarification en fonction de la valeur et la tarification du stationnement. Les deux premiers types de tarification – au cordon, et en fonction de la valeur – constituent des approximations de la tarification idéale de la congestion, mais qui sont l'expression de stratégies de base différentes. Le péage cordon vise à maintenir un niveau de service moyen acceptable, tandis que la tarification en fonction de la valeur porte sur la variété de l'offre (faible qualité gratuite ou à bas prix, meilleure qualité moyennant un tarif plus élevé)<sup>1</sup>. La tarification du stationnement fait partie du débat, car les redevances du stationnement peuvent dans une certaine mesure jouer le même rôle que les péages de congestion. Fait probablement plus important cependant, la suppression des subventions au stationnement sur voirie (accompagnée éventuellement d'une réduction du traitement fiscal relativement favorable du stationnement offert par l'employeur) devrait avoir des effets bénéfiques importants sur l'utilisation de l'espace et sur les niveaux de congestion là où l'espace et la capacité routière sont limités, et ce à très peu de frais.

La principale question examinée dans la section 2 est celle de savoir comment améliorer les chances de voir la tarification de la congestion mise en œuvre. L'introduction de la tarification doit partir du principe qu'il s'agit d'un instrument d'action judicieux pour lutter contre la congestion excessive. Les économistes des transports s'accordent du reste largement à reconnaître que là où il existe un problème de congestion, la tarification est nécessaire pour faire en sorte que les usagers potentiels de la route prennent en compte le coût social marginal de leurs déplacements quand ils décident s'ils vont se déplacer, de quelle façon, où et quand. Lorsque les individus prennent leurs décisions en fonction des coûts sociaux marginaux plutôt que des coûts privés marginaux, le bien-être s'accroît, car le coût externe marginal de la congestion n'est plus laissé de côté, de sorte que l'avantage d'un déplacement supplémentaire pour la société sera égal (plus ou moins) à son coût.

Mais la traduction de ce principe fondamental en recommandations pratiques à l'intention des responsables ne va pas de soi, tant s'en faut. La Section 3 s'intéresse donc à certains facteurs de complication. Les systèmes de tarification de la congestion ont un coût. Pour s'assurer qu'ils produisent une amélioration du bien-être, il faut que le gain d'efficacité découlant de la tarification soit supérieur au coût du système. L'ampleur du gain d'efficacité dépend de la vérité des tarifs. Pour déterminer le niveau et la structure de tarification, il importe de comprendre les aspects physiques et comportementaux de la congestion. Les mécanismes qui interviennent dans le phénomène sont en effet beaucoup plus complexes que ne le laisse supposer l'argument selon lequel les temps de parcours augmentent avec le volume de trafic et qui sert de justification de base à la tarification. Les tarifs sont toujours une approximation de l'idéal théorique, de sorte que les décisions doivent être prises selon la meilleure approximation. L'expérience montre qu'en fixant les tarifs selon des méthodes analytiques faisant appel à des modèles de réseau désagrégés, on sera plus à même d'obtenir des résultats efficaces qu'en s'en remettant au seul bon sens. Ces modèles permettent mieux de cerner l'activité de réseau complexe à travers les modes et de révéler des impacts sur les flux de trafic qui ne peuvent pas être facilement anticipés. Il est donc indiqué, avant de mettre en place un système de tarification, de prévoir une période d'essai de modèles et d'itérations.

La tarification est introduite dans un monde où il existe beaucoup d'autres imperfections du marché et où l'efficacité n'est pas le seul objectif important de l'action publique. Là encore se pose la question de savoir si cela influe sur les recommandations en faveur de l'introduction de péages de congestion et, le cas échéant, comment. Cette question n'est pas sans susciter la controverse, mais l'opinion qui semble ressortir du débat est que les péages devraient demeurer étroitement liés aux coûts externes marginaux de la congestion plutôt qu'être ajustés pour compenser une ou plusieurs imperfections. L'idée d'autoriser les automobilistes à déduire de leur revenu imposable les péages de leur trajet domicile-travail a suscité un certain intérêt, mais pareille décision doit être prise dans le cadre plus général de la fiscalité et des déductions déjà autorisées au titre des frais de déplacement domicile-travail. De plus, peut-être que les recettes pourraient être utilisées à meilleur escient qu'en déductions fiscales.

## 2. LES ENSEIGNEMENTS DE L'EXPÉRIENCE

### 2.1. Quelques principes généraux

#### 2.1.1. *Acceptation*

Un système efficace de tarification de la congestion est un système qui fonctionne bien sur le plan technique et réduit la congestion, qui est acceptable et qui engendre des avantages socio-économiques nets. L'acceptabilité est la préoccupation prioritaire des décideurs, car si cette condition n'est pas remplie, il ne sera pas possible de mettre en œuvre un système durable. Par conséquent, l'acceptabilité influe sur la conception du système, et la perception des impacts de la tarification, en particulier de ces effets bénéfiques, est déterminante. C'est pourquoi les pouvoirs publics ont tendance à modifier leur système de tarification de la congestion et à l'élargir pour contribuer à la réalisation de divers autres objectifs d'action, notamment dans le cadre d'une réforme fiscale plus générale et de la protection de l'environnement. Dans des cas extrêmes, des avantages peuvent être attribués au système, alors que celui-ci se traduira dans les faits par des pertes pour la société. Tel peut être le cas, par exemple, lorsque des péages « de congestion » ont pour but d'améliorer l'environnement, alors même que la congestion est en fait relativement faible. L'amélioration de l'environnement urbain qui en résulte est peut-être réelle, mais moins importante que le coût d'administration du système de tarification de la congestion. Si le système ne se traduit pas par une forte réduction de la congestion, il y a fort à parier que ses avantages nets seront négatifs. À l'autre extrême, si les coûts du système sont perçus comme étant exagérément élevés, il ne sera peut-être pas possible de mettre en place le système alors qu'il aurait produit en fait des avantages nets. C'est le scénario le plus courant, compte tenu de la difficulté de présenter au public les avantages de la maîtrise de la congestion en termes concrets.

Quand on modifie la conception d'un système de tarification de la congestion en vue d'en faciliter l'acceptation en ciblant d'autres objectifs que la maîtrise de la congestion, on aboutit en général à un arbitrage entre gains d'efficacité et acceptabilité, ce qui peut entraîner des divergences de vues stériles entre d'un côté ceux qui prétendent qu'en privilégiant l'acceptabilité, on renonce à une part trop importante des avantages potentiels de la tarification, et de l'autre ceux qui estiment qu'en accordant une trop grande importance à la mesure économique des avantages, on remet en cause l'acceptabilité de la tarification au point d'aller à l'encontre du but recherché. Il est plus productif d'adopter une position intermédiaire consistant à se soucier en priorité de l'acceptabilité, même si elle peut être coûteuse dans la mesure où elle implique de renoncer à certains avantages.

Au lieu de prendre pour acquis que les perceptions sont immuables, on peut, par un effort de communication et de promotion, les influencer et préparer le terrain pour l'introduction de la tarification de la congestion et pour que ses avantages augmentent avec le temps et qu'il devienne peut-être moins nécessaire de sacrifier l'efficacité dans la conception du système. Comme le montre l'efficacité des systèmes mis en œuvre à Singapour, Stockholm et Londres, la tension entre acceptabilité d'une part et potentiel d'amélioration du bien-être de l'autre n'est pas insoluble. Certes, il n'est pas avisé d'abandonner une solution réalisable et productive au seul motif qu'il en existe, en principe, une meilleure.

L'acceptabilité évolue dans le temps. Les enquêtes d'opinion révèlent un profil d'évolution type dans lequel l'acceptation commence par augmenter lorsque l'idée générale est débattue, puis elle se dégrade à mesure que les détails de la stratégie de mise en œuvre sont connus, mais elle remonte à son plus haut niveau une fois que le système est opérationnel. Si les systèmes opérationnels sont mieux acceptés, c'est peut-être parce que le public est à ce stade beaucoup plus conscient des avantages concrets du système ou qu'il s'est fait à l'idée. Quoi qu'il en soit, étant donné la dynamique de l'acceptation par le public, les considérations politiques jouent un rôle décisif à cet égard. C'est bien connu, le maire de Londres, Ken Livingstone, a risqué son avenir politique en proposant le péage urbain londonien au cours de la campagne des élections municipales. À Stockholm, les conditions imposées par le jeune parti de la coalition au pouvoir ont amené des partenaires politiques réfractaires à introduire la tarification de la congestion pendant une période d'essai. Aucun champion politique ne semble maintenant nécessaire pour perpétuer le système (probablement en partie parce que l'adhésion au système a tendance à augmenter une fois qu'il est opérationnel). Les citoyens de Stockholm ont voté en faveur de la prolongation de la tarification au terme de l'essai. À Londres, même si la nouvelle administration va mettre fin au péage dans la zone Ouest à laquelle la tarification avait été étendue, et qu'il ne soit plus envisagé d'élargir de quelque autre façon la zone payante, rien ne laisse présager la suppression du péage dans la zone centrale.

### 2.1.2. *Objectif premier*

L'objectif premier d'un système de tarification de la congestion est de ramener la congestion à un niveau permettant une circulation plus efficace. Ce niveau est déterminé par le coût du système, par la réaction des usagers ainsi que par la relation entre les coûts de congestion externes et les volumes de trafic. Cette relation peut paraître évidente, mais elle n'est pas sans conséquence. Premièrement, la congestion ne peut être réduite que si elle est excessive (ou perçue comme telle). L'introduction d'un péage par anticipation d'une congestion excessive à l'avenir est très difficile à faire accepter, car le public n'y verra guère d'avantages s'il n'est pas confronté à un problème aigu (surtout si l'on se situe dans une optique à court terme). L'idée selon laquelle les réformes radicales sont plus faciles à engager en temps de crise s'est vérifiée dans les domaines de l'environnement et de la sécurité, de même qu'en politique macroéconomique.

Deuxièmement, commencer par appliquer un péage faible pour l'augmenter graduellement par la suite est une stratégie risquée pour emporter l'adhésion. En effet, si le péage démarre trop bas pour avoir un impact sensible sur la congestion, la stratégie pourrait produire des effets contraires à ceux attendus. De même, lorsque la tarification s'inscrit dans une réforme plus vaste de la tarification de l'utilisation du réseau routier, le volet congestion peut être décisif pour que le public reconnaisse les bienfaits du nouveau système ; en reportant la différenciation d'un nouveau péage de congestion à un second stade de la réforme, on risque de nuire à l'acceptation du système au lieu de l'encourager.

Troisièmement, le ciblage des politiques entrent en ligne de compte. L'introduction de péages de congestion est souvent préconisée pour d'autres raisons que la congestion, notamment pour ses effets bénéfiques sur l'environnement et pour répondre aux besoins de recettes publiques. Il ne s'agit pas ici de nier l'existence de tels avantages secondaires ni leur intérêt ; ils ne devraient tout simplement pas devenir l'objectif prioritaire. L'importance exagérée accordée aux avantages environnementaux n'est peut-être pas étrangère, en effet, au rejet des propositions de système de tarification de la congestion à New York en 2008, bien que les considérations d'équité aient probablement joué un rôle au moins aussi important. À Göteborg, l'objectif premier du système de tarification proposé est de produire des recettes qui seront investies dans un tunnel routier, car la congestion dans la ville est relativement faible. En Norvège, Oslo, Bergen et Trondheim ont introduit avec succès des rocade à péage pour financer leurs investissements infrastructurels, mais sans ambiguïté quant à l'objectif. En effet, si un système dont la vocation est de produire des recettes est présenté comme une mesure de maîtrise de la

congestion, son acceptation risque de diminuer plutôt que de s'améliorer une fois qu'il sera mis en place. Une question du même ordre se pose pour le passage d'une taxe sur les carburants à la tarification routière (c'est-à-dire de la tarification de la distance aux péages de congestion) comme source de recettes publiques, tel que cela a été débattu aux États-Unis, essentiellement au sujet du manque à gagner du *Highway Trust Fund*. Cette politique n'est pas forcément sans fondement, mais quels que soient ses mérites, il ne s'agit pas d'une mesure principalement axée sur la tarification de la congestion et, si elle était présentée comme telle, elle serait probablement difficile à faire accepter. De fait, les tenants d'une tarification axée sur la distance privilégient les besoins de recettes plutôt que la maîtrise de la congestion, dont l'acceptation est jugée particulièrement problématique.

Comme cela a été noté, les péages de congestion peuvent avoir des retombées annexes qu'il convient de prendre en compte dans la conception, la promotion et l'évaluation du système. Certains impacts de l'automobilité sur l'environnement sont étroitement liés à la congestion. Les dommages causés par le bruit et les polluants comme les particules, ainsi que le désagrément général occasionné par une circulation dense en sont des exemples. Il serait logique de tenir compte de ces effets dans la fixation des niveaux de péage. Pour un système local, il ne sert à rien de fixer les niveaux des péages de congestion en fonction des émissions de gaz à effet de serre, puisque l'effet de serre se fait de toute façon sentir au-delà du périmètre local, et il existe des instruments bien plus efficaces que les péages de congestion pour lutter contre eux (notamment les taxes sur les carburants). Cela ne veut certes pas dire que les péages de congestion sont sans effet sur les émissions de CO<sub>2</sub> : celles-ci diminueront avec les volumes de trafic et à mesure que la circulation deviendra plus fluide, à des vitesses plus optimales.

### 2.1.3. Recettes

Les réformes axées sur la tarification dans le secteur des transports, y compris, mais pas exclusivement, la tarification de la congestion, s'accompagnent souvent de promesses de neutralité sur le plan des recettes<sup>2</sup>. Par exemple, lorsque les autorités de Singapour ont introduit les péages de congestion, elles ont donné l'assurance que cette mesure serait sans incidence sur les recettes et ont tenu parole (allant même un peu au-delà) en réduisant les taxes sur les véhicules ; la neutralité budgétaire a perdu de son actualité à mesure que le système s'est imposé. Aux Pays-Bas, la proposition de remplacer les taxes sur les véhicules par des redevances d'usage visait à être fiscalement neutre.

L'absence d'incidence sur les recettes n'est pas un objectif (ou une contrainte) universel. Dans le débat sur l'introduction de redevances d'usage aux États-Unis, on invoque souvent l'insuffisance des recettes du *Highway Trust Fund* (alimenté par des taxes sur les carburants plafonnées), de sorte que l'absence d'incidence sur les recettes n'entre pas en ligne de compte<sup>3</sup>. Le péage de congestion mis en œuvre à Londres a produit des recettes supplémentaires, même si sa vocation première était de réduire la congestion. Dans le débat sur un éventuel péage à Moscou, on s'intéresse aux recettes supplémentaires qui pourraient être tirées des transports. Dans tous les cas, cependant, la question de l'utilisation des recettes est au cœur de la conception du système et du débat public. L'exception à cet égard est Stockholm, où les préoccupations quant aux recettes n'ont pas été déterminantes et où les décisions quant à l'utilisation des nouvelles recettes ont pratiquement été prises après coup<sup>4</sup>.

Lorsque les responsables politiques se proposent de modifier la fiscalité, ils donnent en général l'assurance que ce sera sans incidence sur les recettes. Lorsque l'unique objectif consiste à *remplacer* une taxe par une autre qui est moins coûteuse en termes d'efficacité et de coûts de perception, ou plus difficile à éviter ou encore préférable à d'autres égards, il est relativement simple de promettre la neutralité<sup>5</sup>. Quand le changement envisagé porte sur l'internalisation d'un coût externe, la situation n'est plus la même, car c'est alors une taxe qui est *ajoutée*. La tarification de l'externalité suppose obligatoirement de nouvelles recettes. La question se pose alors de savoir comment les utiliser. Elles

peuvent permettre de réduire d'autres taxes, et si ces taxes concernent les transports, alors le changement global pourra être neutre en termes de recettes fiscales des transports. Toutefois, sur deux plans importants, le changement ne peut pas être neutre pour tous les usagers. Premièrement, certains usagers de la route en seront financièrement pénalisés (ceux qui paient les taux les plus élevés de péage de congestion, et le plus souvent), tandis que d'autres s'en trouveront avantagés<sup>6</sup>. En outre, un système de tarification de la congestion engendre diverses dépenses pour la surveillance du trafic et la collecte et le traitement des paiements. À en juger par l'expérience de Singapour, Londres et Stockholm, le coût du système représenterait de 15 à 30 pour cent des recettes brutes et ne pourrait en tout état de cause être inférieur à environ 10 pour cent, étant donné la définition des coûts. Le ratio précis est en partie fonction du niveau de tarification qui ramène la congestion au niveau optimal (plus le péage est élevé, plus les recettes augmentent), mais ce qu'il faut retenir surtout c'est que la tarification de la congestion est une source de recettes relativement coûteuse.

Tout calcul de la neutralité budgétaire doit être fondé sur les recettes nettes de la tarification de la congestion et non sur les recettes brutes. Cela ne devrait pas être trop difficile à faire accepter. Pour concrétiser largement les avantages d'une réduction de la congestion, il faut un système payant<sup>7</sup>. Et si l'objectif est de maximiser les recettes nettes plutôt que de maîtriser la congestion, les taxes sur les carburants et les véhicules sont alors beaucoup plus économiques à collecter. Le volet communication se complique lorsque la tarification de la congestion s'inscrit dans une réforme plus vaste de la fiscalité des transports. La solution peut alors être de privilégier une utilisation transparente des recettes et d'être précis dans ce que l'on entend par neutralité budgétaire si l'on a pris un engagement à cet égard<sup>8</sup>. L'adhésion du public peut être facilitée par l'assurance que les péages seront sans incidence sur les recettes, ce qui dissipera les soupçons de hausses de taxes déguisées. La même assurance de neutralité renforcera aussi l'adhésion des responsables politiques en apaisant les préoccupations concernant l'équilibre des finances publiques.

#### ***2.1.4. Quelle que soit la technologie envisagée, l'exploitation d'un système de tarification de la congestion a un coût***

Une fois que l'objectif d'un système de tarification de la congestion a été clairement défini, il est possible de trouver une technologie adaptée. Il importe d'ailleurs de souligner que la logique veut que l'on commence par définir l'objectif, pour ensuite choisir les moyens nécessaires pour l'atteindre. La démarche inverse, qui vise à utiliser la tarification de la congestion comme application d'une technologie pour laquelle on cherche à développer un marché, doit être évitée. Le choix d'une technologie en fonction de la conception d'un système permet également d'éviter de faux choix entre par exemple les communications dédiées véhicule-infrastructure (DRSC) et les systèmes fondés sur le GPS/GSM<sup>9</sup>. Ces systèmes correspondent à des contextes différents, selon qu'il existe de nombreux points de péage ou seulement quelques-uns.

L'expérience des systèmes de tarification de la congestion montre que ces systèmes nécessitent de lourds investissements et sont coûteux à exploiter. Les dépenses d'exploitation sont en général plus importantes que les coûts initiaux (souvent dix fois plus, selon Bernhard Oehry) et ne doivent pas être sous-estimées au stade de la conception, faute de quoi l'investissement en capital risque d'être insuffisant. L'acceptabilité fait augmenter les coûts pour diverses raisons. Premièrement, comme l'a souligné le commentaire sur l'expérience de Stockholm, les décideurs n'assumeront le risque de lancer un système que s'ils peuvent être convaincus qu'il fonctionnera comme prévu dès le premier jour. Pour réduire au minimum le risque de problèmes de fonctionnement, on double les composants, voire les systèmes, ce qui gonfle les coûts. Un système qui fonctionne est également un système que l'on peut faire respecter. Or, en raison de contraintes juridiques, par exemple en ce qui concerne la preuve de non-paiement le cas échéant, l'application est coûteuse. L'adaptation des systèmes de tarification peut permettre des économies avec le temps, et les premières expériences en la matière peuvent être

très instructives à cet égard. Le risque politique est réduit lorsque les décideurs locaux peuvent faire valoir que les péages de congestion sont courants et constituent une bonne pratique ailleurs. Cela aide à éviter une aversion excessive au risque et une spécification excessive de la conception du système. À Stockholm, on a commencé par installer des transpondeurs DRSC sur tous les véhicules. Mais dès lors que les obligations juridiques relatives à la preuve d'identité ont poussé le développement du système de lecture automatisée des plaques d'immatriculation (LAPI) à des niveaux dépassant largement les capacités des premiers systèmes, les transpondeurs sont devenus redondants, ce qui a permis d'éliminer un élément de coût.

Du point de vue de l'acceptabilité, le système de tarification de la congestion doit pouvoir accueillir des usagers occasionnels<sup>10</sup>. Ces usagers ne connaissent pas bien le système et l'on ne saurait attendre d'eux qu'ils souscrivent aux formules de réduction de coûts comme les usagers fréquents. Si l'on permet aux usagers occasionnels de payer moins que les usagers fréquents, on crée un problème d'incitation, dans la mesure où chacun voudra passer pour un usager occasionnel, ce qui pose des problèmes d'équité. En revanche, si les usagers occasionnels paient plus cher, cela peut poser des problèmes politiques ou juridiques<sup>11</sup>, bien que cela soit fréquent dans les transports publics et dans de nombreux autres services. Le traitement de l'utilisateur occasionnel est un facteur déterminant des coûts et de la conception globale du système, dont il limite la complexité et la polyvalence. Les usagers occasionnels génèrent peu de recettes, en particulier si on les compare aux coûts considérables qu'ils imposent au système.

Les coûts sont également fonction des contraintes d'interopérabilité, non pas tant d'ordre technologique, mais plutôt liées aux procédures -- par exemple, savoir qui est responsable de quelle partie du traitement des transactions<sup>12</sup>. Étant donné que l'intérêt de l'interopérabilité n'est guère important dans l'optique d'un système pris individuellement, les progrès ont été lents dans l'Union Européenne, ce qui a amené les autorités européennes à rendre l'interopérabilité obligatoire.

### ***2.1.5. Des approches différentes : tarification en fonction de la valeur et tarification de zone***

Les systèmes mis en œuvre à Singapour et dans certains pays européens reposent sur le principe du cordon en vertu duquel l'utilisateur doit payer pour entrer dans une zone encombrée ou y circuler. Cette approche diffère des systèmes de tarification en fonction de la valeur (ou de l'utilité) pour l'utilisateur qui ont été retenus aux États-Unis, où les automobilistes se déplaçant sur une infrastructure (ou un segment d'infrastructure) donnée ont le choix entre l'utilisation de voies à péage rapides et de voies gratuites plus lentes<sup>13</sup>. L'introduction de la tarification en fonction de la valeur visait à remédier à la pénurie de ressources financières à consacrer à l'accroissement de la capacité, mais on constate qu'elle suscite de plus en plus d'intérêt pour financer l'entretien des infrastructures ou en encourager une meilleure utilisation (Poole, 2009).

La diversité des approches tient peut-être à la structure spatiale type des zones urbanisées (exposées à la congestion) des deux côtés de l'Atlantique. En effet, les villes européennes correspondent plus étroitement au modèle urbain radioconcentrique, tandis que les villes américaines sont davantage polycentriques et présentent une structure quadrillée<sup>14</sup>. Le modèle européen se prête davantage à l'introduction de péages de cordon, car il y existe des limites "naturelles", qui sont moins évidentes dans la structure habituelle de la ville américaine. Si cet argument n'est pas dénué de fondement, il est néanmoins incomplet. Il est par exemple difficile de voir pourquoi la tarification en fonction de la valeur ne pourrait pas être introduite, *si on le souhaite*, sur l'autoroute A1 entre l'aéroport Charles De Gaulle et le centre de Paris, alors qu'il est possible d'y aménager une voie réservée aux taxis. De même, la voie réservée aux autobus entre l'aéroport d'Heathrow et Londres pourrait être convertie en voie mixte covoiturage/péage. La configuration spatiale n'empêche pas l'introduction de la tarification des installations en Europe. Par ailleurs, même dans des villes à

structure quadrillée comme Los Angeles ou Atlanta, il existe bel et bien un centre qui se prête, tout au moins en principe, à la mise en place d'un péage cordon. Le péage mis en œuvre à Londres couvre moins de 3 pour cent de l'agglomération londonienne ; de nombreuses villes comportent des zones centrales encombrées.

Les différences de structure spatiale ne constituent au mieux qu'une réponse très partielle, mais comment expliquer les différences de stratégie en matière de tarification de la congestion<sup>15</sup> ? On s'accorde largement à penser que les principes de tarification sont fondamentalement différents aux États-Unis et dans l'Union Européenne. La tarification en fonction de la valeur, ou de l'utilité, traduit l'opinion selon laquelle le péage correspond à un service de qualité supérieure, tandis que la tarification de cordon s'inscrit davantage dans une optique d'internalisation. Certes, ces points de vue ne sont pas forcément inconciliables, puisque la tarification en fonction de l'utilité constitue une approximation d'internalisation et les péages de cordon facilitent la circulation. Néanmoins, il existe une véritable différence : dans une tarification au cordon, les usagers ne peuvent éviter de payer, tandis que dans une installation tarifée en fonction de la valeur, les automobilistes peuvent décider à la dernière minute de la voie qu'ils emprunteront. Les transports publics pourraient être considérés comme une solution de moindre qualité que l'utilisation de l'automobile à l'intérieur d'une zone cordon, tandis que l'utilisation de routes interrégionales au lieu d'autoroutes à péage offrirait un choix similaire, mais alors, le choix de recourir à l'une ou l'autre possibilité doit être fait suffisamment longtemps avant le déplacement et implique davantage que la simple utilisation d'une voie ou d'une autre dans une infrastructure donnée. Une autre différence bien réelle entre péage de cordon et tarification en fonction de la valeur est que la seconde a été associée jusqu'à présent à la fourniture de capacité supplémentaire ou d'un accès à une capacité excédentaire (sur les voies réservées aux véhicules à taux d'occupation élevé), moyennant paiement, tandis que les péages de cordon consistent à faire payer les usagers de routes existantes encombrées. En résumé, la tarification en fonction de l'utilité privilégie l'offre d'un service de qualité supérieure tout en laissant à l'utilisateur la possibilité de modifier facilement son choix en faveur d'une solution de moindre qualité, tandis que la tarification de cordon vise surtout à maintenir globalement des niveaux de service raisonnables. L'évaluation économique (par exemple, Small et Yan, 2001) indique que les deux options produisent de meilleurs résultats que s'il n'y a aucune tarification. La tarification en fonction de la valeur peut se révéler plus efficace que les péages de cordon en permettant une plus grande discrimination dans les choix qui s'offrent aux usagers. Cela peut-être utilisé pour maximiser les avantages, car les usagers ne sont pas tous prêts à payer la même chose pour gagner du temps. Évidemment, du point de vue de l'efficacité d'utilisation du réseau routier, la tarification en fonction de l'utilité (tarification partielle des installations) ne donnera pas de résultats aussi satisfaisants qu'un système de tarification complet et bien pensé.

### 2.1.6. Tarification du stationnement

Lorsque les voitures ne roulent pas, elles sont garées. Le stationnement occupe de l'espace qui pourrait être utilisé à d'autres fins, de sorte qu'il comporte un coût en ressources. De nombreux automobilistes ne paient pas le coût en ressources du stationnement, même lorsqu'il est payant sur voirie. Ils peuvent stationner gratuitement au travail ou paient un tarif qui est inférieur aux coûts en ressources. La plupart des magasins possédant des parcs de stationnement ne facturent pas directement ce service. Ces politiques en matière de stationnement se traduisent par des inefficacités sur le marché des transports, en créant une demande excessive de places de stationnement trop peu coûteuses et en induisant un trafic plus important que si l'utilisation du stationnement était directement facturée. Ces inefficacités peuvent être considérables. Selon certaines sources (Calthrop *et al.*, 2000), l'écart entre coûts privés et coûts sociaux par kilomètre est plus important pour l'inefficacité stationnement que pour l'inefficacité congestion.

Dans les débats sur la tarification de la congestion, cet état de choses soulève les questions suivantes : quel effet une tarification différente du stationnement aurait sur la congestion ? Les redevances de stationnement pourraient-elles être utilisées au lieu des péages de congestion ou en complément de ceux-ci pour maîtriser l'externalité de congestion ?

La tarification directe du stationnement aurait un certain nombre d'effets. La congestion diminuerait, les niveaux optimaux de péage de congestion également<sup>16</sup> et les avantages nets des péages de congestion diminueraient dès lors que la congestion elle-même serait moindre. Cette relation n'est pas sans importance, étant donné les coûts d'exploitation élevés d'un système de tarification de la congestion par rapport au faible coût lié à une modification des redevances de stationnement.

Le fait que les redevances de stationnement sont relativement faibles porte à croire qu'elles pourraient être utilisées en lieu et place des péages de congestion pour maîtriser la congestion en certains endroits. Elles augmenteraient pour dépasser les coûts de stationnement, et la congestion diminuerait, car la demande de déplacement émanant des automobilistes souhaitant se garer dans le centre-ville diminuerait également. L'efficacité de cette stratégie dépend de l'importance du trafic de transit, c'est-à-dire du nombre d'automobilistes qui emprunteraient la voirie dans les zones encombrées, mais n'y stationneraient pas, ainsi que du trafic lié à la recherche de places de stationnement moins chères<sup>17</sup>. Si le trafic de transit et le trafic supplémentaire de repérage de places sont limités, la tarification du stationnement peut efficacement se substituer au péage de congestion et réaliser des gains d'efficacité comparables. Cependant, si les redevances de stationnement sont trop élevées, elles engendreront des pertes d'efficacité et susciteront des préoccupations relatives à l'équité — ceux qui stationnent paieraient le prix fort, les autres ne paieraient rien — de qui enlève de l'intérêt à cette approche.

Le message clé qui se dégage du débat sur la tarification du stationnement n'est pas tant que cette mesure peut se substituer aux péages de congestion (ce qui est possible mais dépend beaucoup du contexte), mais que la restructuration de la tarification du stationnement favoriserait une meilleure utilisation de l'espace et une réduction de la congestion dans les zones où la capacité est limitée.

## **2.2. Les expériences de Singapour et Stockholm**

Les expériences de Stockholm et de Singapour, décrites dans les documents de référence, ont été longuement débattues lors de la Table Ronde<sup>18</sup>. Les points saillants du débat sont récapitulés ci-après. Il n'est pas question ici de fournir une description complète des systèmes de Singapour et de Stockholm ni de résumer les documents de référence.

### **2.2.1. Singapour**

Le système de tarification de la congestion mis en œuvre à Singapour (voir Chin, 2010 pour une description détaillée) est un système de gestion de la demande et non un dispositif de génération de recettes. Il s'inscrit dans une politique générale des transports qui repose également sur le contingentement des immatriculations de véhicules, la planification des infrastructures et la mise à disposition de transports publics en vue d'offrir des possibilités de transport de grande qualité à un nombre croissant d'utilisateurs à un coût raisonnable. Le système de contingentement des véhicules a pour but d'aligner *grosso modo* la croissance du stock de véhicules sur l'expansion prévue de l'espace de voirie disponible (la croissance autorisée du stock ayant récemment été réduite de 3 à 1.5 pour cent

par an). Les enquêtes réalisées indiquent que les automobilistes s'intéressent davantage à un transport routier de grande qualité (davantage d'investissements routiers et une gestion efficace de la congestion) qu'à des solutions de remplacement de transport public plus économiques.

Le système, qui obéit à une logique pragmatique, s'est graduellement affiné. La collecte et le contrôle des péages, qui se faisaient au début manuellement, ont été automatisés. Le système s'est étendu à une proportion croissante de la ville à mesure que le trafic augmentait, et le nombre de portiques automatisés est passé de 33 initialement à 66 aujourd'hui. Les péages varient selon les portiques et selon l'heure de la journée. En 2009, la gestion active des pointes matinales par la modulation des péages a été étendue aux heures de pointe de soirée également. Les tarifs sont révisés tous les trois mois, afin de maintenir les vitesses entre 45 et 65 km/heure sur les voies rapides situées dans la zone de tarification<sup>19</sup>. Les variations de tarifs correspondent à l'évolution perceptible des niveaux de congestion. L'extension du système, ainsi que des modifications sensibles des tarifs font l'objet d'une campagne de communication d'envergure. L'évolution des recettes et les préoccupations relatives à la neutralité budgétaire sont secondaires, même si le système ne doit en principe pas avoir d'incidence sur les recettes. Les recettes tirées des péages de congestion sont négligeables par rapport à celles provenant de l'immatriculation des véhicules, de sorte qu'une variation des recettes de tarification de la congestion ne pose guère de problèmes aux décideurs. La neutralité du point de vue des recettes a été assurée au moment de l'introduction des péages de congestion par une réduction de la taxe sur les véhicules (le Gouvernement a en fait dû absorber un manque à gagner, car les recettes de la tarification de la congestion avaient été surestimées). Ces recettes ne sont pas préaffectées et sont en fait moins importantes que les dépenses consacrées à l'infrastructure routière et aux transports publics.

Le développement graduel du système de tarification a eu l'avantage de faciliter l'adaptation des usagers à son évolution ultérieure vers un système plus perfectionné. En mettant en place un système initial simple, devenant graduellement plus complexe, on devrait faciliter son acceptation, mais en même temps, on risque, si le système est trop simple, de renoncer à une part trop importante des avantages escomptés (voir le débat concernant le système de Stockholm). L'extension graduelle du système de Singapour procède davantage d'une adaptation pragmatique à l'évolution des circonstances que d'une stratégie explicite.

Mais le cas de Singapour est atypique pour plusieurs raisons, dont certaines tiennent à sa situation géographique et d'autres à la conception du système. Premièrement, les véhicules étrangers (usagers occasionnels) sont peu nombreux et facilement identifiables par les plaques d'immatriculation, ce qui a permis d'orienter les choix de conception du système vers les usagers locaux plus fréquents, situation qu'il serait difficile de reproduire ailleurs. Deuxièmement, il n'est pas partout possible de modifier les tarifs tous les trois mois, comme l'a montré l'exemple de Stockholm, où une modification des tarifs pouvait facilement prendre deux ans pour des raisons juridiques. En revanche, les péages perçus dans le cadre de certains systèmes de tarification en fonction de la valeur aux États-Unis (par exemple, l'autoroute I-15 à San Diego) évoluent toutes les six minutes. Ce type de système est accepté à Singapour et en Californie, l'objectif étant de maintenir des vitesses de circulation fluide. Un tel système de tarification, qui obéit à des règles, sera peut-être plus facile à accepter qu'un autre dont les tarifs seront déterminés par des décisions ponctuelles. Des variations de tarifs plus fréquentes permettent de mieux gérer la congestion et favorisent peut-être aussi l'acceptabilité du système, car elles permettent d'éviter des variations tarifaires importantes. Enfin, le système de tarification mis en place à Singapour n'est qu'un élément d'un dispositif plus large visant à gérer l'offre (infrastructures routières) et la demande (immatriculation et péage) en vue d'atteindre des niveaux de performance déterminés. Les politiques relatives à la possession d'un véhicule sont plus restrictives que dans

beaucoup d'autres pays<sup>20</sup>. Autrement dit, si ces politiques étaient moins restrictives, les péages de congestion devraient être plus élevés pour atteindre des niveaux de service (vitesses de circulation) similaires.

On peut voir dans l'approche de Singapour une façon d'utiliser la tarification de la congestion pour rationaliser les prix globaux des transports, afin d'assurer des niveaux de service acceptables à l'échelle du système. D'autres systèmes de tarification de la congestion proposés ou déjà en place ne se limitent pas à cet objectif. Étant donné le degré d'intégration plus faible des diverses composantes de la politique des transports ailleurs, l'inadéquation de la demande des heures de pointe et de la capacité est peut-être plus importante qu'à Singapour en beaucoup d'endroits.

### 2.2.2. *Stockholm*

Le dispositif de péage urbain de Stockholm (voir Eliasson, 2010 et Hamilton, 2010 pour une étude approfondie de la question) est efficace pour réduire les volumes de trafic et accélérer la circulation<sup>21</sup>. Les volumes de trafic ont reculé sur toutes les tranches horaires, ce qui permet de croire que le système a davantage favorisé la suppression de déplacements que des changements d'horaires de déplacement. Les gens ont tendance à modifier les horaires de leurs déplacements domicile-travail, mais les motifs de déplacement sont très variés, et environ 40 pour cent d'entre eux ne sont pas liés au travail et sont le fait de nombreux usagers occasionnels. L'analyse coûts-avantages tend à montrer que le système produit des avantages nets ; 75 pour cent des avantages bruts sont liés au gain de temps, et le quart qui reste, essentiellement à l'amélioration de la qualité de l'air. Les données concernant l'expérience de Stockholm indiquent aussi uniquement des gains directs limités liés à l'accroissement de la dépense consacrée aux transports publics qui s'inscrivait dans une réforme globale de la politique des transports.

L'acceptation du système par le public est actuellement assez importante pour que le système demeure en exploitation pendant une durée indéfinie<sup>22</sup>. L'acceptation est liée à la réduction de la congestion, mais également à l'amélioration de la qualité de vie urbaine (par exemple, diminution du trafic, de la pollution) ainsi qu'à l'idée selon laquelle adhérer au système est révélateur d'une sensibilité écologique. En ce sens, le cas de Stockholm illustre que les avantages tels qu'ils sont perçus ne sont pas nécessairement tout à fait les mêmes que les avantages pris en compte dans une évaluation classique.

En ce qui concerne la relation entre acceptation, risque politique et coûts du système<sup>23</sup>, l'exemple de Stockholm montre de façon éloquente comment une forte aversion au risque peut faire augmenter les coûts (voir section 2.1). Il illustre aussi comment le risque politique se transforme en risque pour l'administration chargée de concevoir et de mettre en œuvre le système, et comment cette administration répercute le risque aux entreprises choisies pour exécuter le projet. L'administration fait supporter le risque par celles-ci en ajoutant des caractéristiques au système de tarification et en attribuant des responsabilités légales aux entreprises, qui répondent à l'appel d'offres en « surspécifiant » les composantes du système, qu'elles doublent par mesure de précaution, autant de facteurs qui font augmenter les coûts. Il importe de souligner que ce sont les préoccupations relatives à l'acceptation qui créent ces risques. Il s'ensuit que si l'acceptation d'un projet peut être acquise dans le processus, le risque sera plus faible tout au long des étapes de conception et de mise en œuvre, ce qui permettra de réduire les coûts. En revanche, si l'acceptation intervient tard dans le processus, comme cela s'est produit à Stockholm, les coûts sont alors plus élevés dans les premiers stades, pour servir en quelque sorte d'assurance. Une fois qu'il devient clair que les risques ne se concrétisent pas, les dépenses d'assurance peuvent diminuer et les coûts du projet peuvent graduellement faire de même<sup>24</sup>.

Cependant, il est arrivé dans le passé que les coûts soient plus élevés et des choix de conception irréversibles déterminent en partie les coûts futurs, de sorte qu'une réduction graduelle des coûts ne permet pas de récupérer la totalité des dépenses liées à un risque initial élevé.

### 3. ÉCONOMIE DES TRANSPORTS : UN NOUVEL ÉCLAIRAGE ?

#### 3.1. Affiner l'argument de base en faveur de la tarification

L'argument économique de base en faveur de la tarification de la congestion est bien établi. En résumé, étant donné que les temps de parcours augmentent avec les volumes de trafic, chaque véhicule additionnel en circulation ralentit tous les autres, ce qui accroît les coûts en temps pour tous les occupants de tous les véhicules. La décision des occupants d'un véhicule additionnel de se déplacer se fonde sur leurs propres coûts de déplacement (leurs coûts privés ou internes). Ils ne tiennent pas compte de toute augmentation des coûts de déplacement à la charge de tous les autres automobilistes (les coûts externes)<sup>25</sup>. Cela est inefficace lorsque les coûts privés sont inférieurs au coût social total de la décision de se déplacer. Lorsque les décisions sont prises sur la base d'une sous-estimation des coûts, il y aura surconsommation d'un bien (dans ce cas, le déplacement). Un péage de congestion a pour but de confronter les usagers aux coûts qu'ils s'imposent les uns aux autres, de façon à aligner les coûts privés sur les coûts sociaux. Le péage supprimera une partie de la demande, réduira la congestion et accroîtra le surplus.

Cette justification simple de la tarification de la congestion repose sur une série d'hypothèses simplificatrices explicites ou implicites. La réflexion sur les conséquences de l'abandon de ces simplifications progresse rapidement. La question est ici de savoir ce que les recherches récentes nous apprennent sur la politique de tarification de la congestion. Répondant à cette question, Fosgerau et Van Dender (2010) s'intéressent aux problèmes de conception plus qu'à l'acceptabilité. Ce qu'il faut surtout retenir ici, c'est qu'une plus grande complexité de l'analyse renforce la justification économique de la tarification de la congestion.

S'agissant de l'argument de base, une première remarque est qu'il repose sur un modèle de flux dans lequel la vitesse diminue, parce que la distance entre les véhicules diminue avec la densification du trafic. On peut utiliser un autre modèle de la congestion, tout aussi pertinent, qui est centré sur les goulets d'étranglement et dans lequel les embouteillages apparaissent lorsque la demande dépasse la capacité d'une certaine partie du réseau routier. Les modèles de congestion axés sur les goulets d'étranglement mettent en évidence la possibilité de modifier les horaires de déplacement. Dans les modèles de ce type, les péages servent à influencer sur les décisions des usagers quant à leurs heures de départ, afin de résorber les embouteillages. Les coûts de l'attente pour les automobilistes sont remplacés par les péages, générateurs de recettes qui, contrairement à ces coûts, ne sont pas perdues pour la société. Ce type de modèle illustre que la modification des horaires de déplacement peut procurer de très importants avantages sociaux -- une dimension des gains sociaux découlant de la tarification qui n'apparaît pas dans le modèle standard de congestion des flux. Une évaluation complète de la tarification de la congestion devrait explicitement prendre en compte les effets de la modification des horaires de déplacement.

Un second courant de recherche porte sur l'hétérogénéité des voyageurs du point de vue de la valeur qu'ils attribuent au temps. Ici, les données empiriques aboutissent à un fait stylisé. En général, les voyageurs sont plus nombreux à attribuer une faible valeur au temps qu'une valeur élevée. La fourchette de valeur est considérable et l'extrémité supérieure de la distribution a une longue queue. L'existence d'une forte hétérogénéité a certaines implications immédiates. Premièrement, l'introduction d'un péage accroît la valeur-temps pour l'utilisateur de la route moyen en supprimant les déplacements associés à de faibles valeurs-temps. Il s'ensuit que le temps perdu imposé par un automobiliste aux autres augmente, de sorte que le péage d'équilibre est plus élevé que celui qui serait fixé sur la base d'une valeur-temps moyenne préalable. Du fait que la distribution des valeurs-temps entre les usagers n'est pas symétrique, l'effet de la valeur moyenne peut être relativement important. Deuxièmement, les systèmes de tarification de la congestion qui maximisent le nombre de réactions possibles, comme le font les systèmes de tarification en fonction de la valeur aux États-Unis, peuvent être considérés comme une forme de différenciation de produit qui améliore fortement le bien-être. Ce n'est pas que la tarification en fonction de la valeur ne produirait pas de gains en l'absence d'hétérogénéité (au contraire, en fait), mais plutôt que ces gains sont plus importants en situation d'hétérogénéité.

Une autre orientation de recherche s'attache à définir et à mesurer la valeur de la fiabilité. Alors que l'argument de base en faveur de la tarification de la congestion porte entièrement sur l'allongement du temps de déplacement lié à l'aggravation de la congestion, les automobilistes, dans la pratique, s'intéressent au temps de parcours prévu et aux risques qui s'y rattachent. Le coût prévu d'un déplacement, sur lequel se fondent les décisions de se déplacer, sera d'autant plus élevé que le déplacement durera longtemps, et il augmentera avec la probabilité d'écart par rapport au temps de parcours prévu (baisse de la fiabilité). Le risque lié au temps de parcours est positivement corrélé au temps de parcours prévu, mais ce n'est pas le même. En centrant la réflexion sur le temps de parcours, au détriment de la fiabilité, on sous-estime les coûts-temps, de sorte que les péages sont une fois encore plus élevés lorsque la fiabilité est prise en compte, même si la relation n'est pas une simple relation linéaire (voir ITF/OCDE, 2010).

Quatrièmement, la compréhension de la dimension économique de la congestion évolue. Par exemple, les modèles standard de systèmes de tarification présupposent que plus les flux de trafic seront importants, plus le temps de parcours sera long. Mais dans la pratique, il peut y avoir hypercongestion, et cela se produit effectivement, lorsque le trafic ralentit à un tel point que les flux -- et pas seulement la vitesse -- diminuent à mesure qu'augmente la cadence d'arrivée des véhicules à goulot d'étranglement). Les modèles de circulation standard ne tiennent pas compte de la possibilité de cette hypercongestion, ce qui laisse planer un doute sur leur utilité pour la formulation d'une politique de maîtrise de la congestion et implique en particulier qu'ils sous-estiment le niveau auquel devraient être fixés les péages pour atténuer la congestion selon un ordre de grandeur donnée<sup>26</sup>. Là encore, cela milite en faveur de l'application de péages de congestion élevés pour obtenir des résultats optimaux.

Il importe de souligner que les insuffisances des modèles de circulation standard n'enlèvent pas pour autant leur utilité à ces modèles. En comprenant mieux la congestion, on pourra mieux utiliser des modèles simples du point de vue théorique, par exemple en établissant le sens de l'erreur. Des modèles plus sophistiqués peuvent remplacer les modèles simples à mesure qu'ils feront leur apparition, mais il n'est pas nécessaire de retarder l'utilisation de modèles dans l'élaboration des politiques. Il a été maintes fois souligné lors de la Table Ronde qu'une évaluation fondée sur un modèle quant au choix d'emplacement des points de péage et du niveau de péage donne de meilleurs résultats que le simple bon sens.

### 3.2. La tarification de la congestion dans un contexte économique plus large

La raison de base invoquée en faveur de la tarification de la congestion est qu'en confrontant les automobilistes aux coûts qu'ils s'imposent les uns aux autres, et qu'ils ignoreraient autrement, elle améliore le bien-être. Les péages suppriment l'inefficacité. Si la congestion était la seule source d'inefficacité dans l'économie, cet argument serait sans appel. Mais comme l'indique la théorie économique de « l'optimal de second rang », les péages de congestion peuvent induire des interactions compliquées avec d'autres inefficacités et risquent d'influer sur les recommandations pratiques à formuler.

Un exemple extrême de ces interactions concerne le marché du travail : si tous les automobilistes sont des migrants alternants qui n'ont d'autre choix que d'utiliser leur automobile pour se rendre au travail et qu'ils n'ont pas la possibilité de modifier leurs variables, faut-il introduire un péage de congestion si les impôts sur le travail sont déjà élevés ? La réponse est non, à moins que ces impôts soient trop faibles pour couvrir les coûts externes marginaux de la congestion. Un modèle un peu plus réaliste permettrait de prendre en compte différents modes de déplacement et usages. Le message clé demeure le même : éviter d'alourdir la fiscalité effective du travail si cela est possible, par exemple, en permettant de déduire du revenu imposable les péages correspondant aux déplacements domicile-travail, comme cela se fait à Stockholm<sup>27</sup>. Il importe toutefois de veiller à ce que les différents modes de transport domicile-travail soient traités sur un pied d'égalité, par exemple que les abonnements de saison aux transports publics puissent être également déduits du revenu imposable. Les régimes fiscaux dans lesquels le transport domicile-travail bénéficie en général d'un traitement fiscal favorable seront peut-être mieux adaptés aux abattements fiscaux pour péage de congestion que les autres régimes.

Le débat sur la déductibilité s'inscrit dans un débat plus vaste sur l'utilisation des recettes tirées des péages de congestion. Ainsi que cela a déjà été souligné, la tarification de la congestion génère des recettes considérables dont une utilisation inconsiderée pourrait facilement réduire à néant les gains liés à la réduction des temps de parcours et les avantages connexes. Si les recettes étaient purement et simplement dépensées, la tarification de la congestion ne permettrait pas d'améliorer le bien-être et la perte de temps serait alors simplement convertie en perte monétaire. L'utilisation des recettes devrait être au centre du processus de conception, car elle détermine dans quelle mesure la société bénéficiera globalement des péages. Elle a un impact sur la distribution des avantages découlant de la tarification, laquelle est directement liée à l'acceptabilité<sup>28</sup>.

Il existe souvent une tension entre l'utilisation qui devrait être faite des recettes selon les principes économiques et ce qui est considéré comme possible et souhaitable dans la pratique. Par exemple, d'un point de vue pratique, il est souvent proposé de restituer les recettes aux automobilistes en réduisant d'autres taxes. Mais les automobilistes bénéficient d'une accélération de leurs déplacements par suite de la tarification de la congestion, de sorte qu'ils seraient exagérément rémunérés si toutes les recettes leur revenaient également.

## 4. CONCLUSIONS

Après les subventions au stationnement, le fait que les coûts externes de la congestion ne fassent pas l'objet d'une tarification est l'une des principales causes d'inefficacité dans les systèmes de transport des grandes agglomérations. Les données économiques récentes justifient encore plus solidement l'utilisation de la tarification pour réduire la congestion à des niveaux efficaces. Pour donner les résultats escomptés, cette mesure doit être acceptée. Or, l'acceptation est un processus dynamique. Elle peut être gérée dans une certaine mesure et dépendre d'un certain nombre de facteurs, notamment de la réduction de la congestion. Pour s'assurer l'acceptation d'une telle mesure, il faudra peut-être renoncer à certains avantages attendus d'un système quasi idéal, mais des systèmes sous-optimaux (de simples cordons, des systèmes de tarification en fonction de la valeur) pourraient être satisfaisants. Des systèmes de variation des tarifs obéissant à certaines règles (par exemple, le maintien de vitesses de circulation prédéfinies) semblent être plus populaires que ceux qui relèvent du pouvoir politique discrétionnaire. Un arbitrage est parfois nécessaire entre les avantages des péages tels qu'ils sont perçus et les avantages constatés au terme d'une évaluation. Il ne faudrait toutefois pas que l'importance de cet arbitrage puisse aller à l'encontre de l'objectif premier de la tarification, qui est de réduire la congestion. Les avantages annexes, notamment la réduction de l'impact sur l'environnement, peuvent dans certains cas influencer sur le niveau des péages et devraient toujours être pris en compte dans les évaluations, mais ils ne constituent pas l'objectif principal des mécanismes de tarification de la congestion.

Les péages de congestion peuvent générer des recettes considérables, mais les systèmes de péage sont également coûteux à exploiter. Cela fragilise les affirmations concernant la neutralité du point de vue des recettes, car le maintien des recettes brutes au même niveau implique la baisse des recettes nettes dès lors que sont pris en compte les coûts inévitables des systèmes de tarification. En général, en privilégiant la neutralité du point de vue des recettes, on risque d'enlever de la flexibilité à la mesure envisagée, mais cela peut être nécessaire pour s'assurer l'adhésion du public et de la classe politique. La transparence et l'obligation de rendre compte de l'utilisation des recettes sont au moins aussi importantes pour l'acceptation de la tarification. Ce sont ces facteurs, bien plus que la neutralité budgétaire, qui ont déterminé en partie le succès du péage mis en place à Londres.

## NOTES

1. Bien qu'il existe diverses façons de réagir à toutes les formes de tarification de la congestion (modification des horaires de déplacement, changement de mode, etc.), la tarification en fonction de la valeur est différente, dans la mesure où elle permet à l'utilisateur de prendre une décision de dernière minute en réaction à une information récente sur les conditions de circulation.
2. Nous renvoyons ici à des propositions pratiques, et pas à des travaux d'analyse. L'*a priori* de neutralité est un outil d'analyse utile, mais cela n'indique pas en soi s'il est justifiable ou non.
3. Le débat qui a lieu aux États-Unis sur la tarification de l'usage est étroitement lié aux dépenses d'infrastructure. C'est moins le cas en Europe. À Londres et Stockholm, l'introduction de péages n'a pas modifié les programmes d'expansion routière, même si l'on s'attend que cette mesure atténue l'urgence des besoins d'infrastructures.
4. Une partie des recettes tirées du système de Stockholm est déjà affectée, ce qui pourrait indiquer que les préoccupations relatives aux recettes sont primordiales. Cependant, il s'agit essentiellement d'une question comptable qui n'a guère d'impact sur les flux de recettes courants.
5. Même dans ce cas, la neutralité budgétaire ne va pas vraiment de soi, car on peut faire valoir qu'il faudra tirer davantage de recettes, afin d'élargir l'offre de services publics lorsqu'il deviendra moins coûteux de produire des recettes.
6. Quant à savoir si le surplus du consommateur augmente ou diminue, il s'agit là d'une question plus vaste qui est examinée dans la section 3.
7. L'argument inverse à cet égard est que les flux de recettes induits par les péages sont très importants par rapport aux avantages nets liés à la réduction de la congestion. Cet argument n'est pas sans intérêt, mais on a tendance à lui donner trop d'importance, comme nous le verrons dans la section 3.
8. La neutralité budgétaire est difficile à définir dans un sens dynamique (car on ne sait pas comment les recettes évolueraient en l'absence de réforme). Il a été noté que l'opposition aux péages de congestion peut s'expliquer par la crainte de les voir augmenter ultérieurement, même si leur niveau actuel n'alourdit pas en moyenne le fardeau fiscal.
9. L'opinion selon laquelle la technologie est neutre est étayée par la constatation que : (a) les dépenses d'exploitation sont supérieures aux coûts fixes sur le cycle de vie de l'investissement ; et que (b) le coût occasionné par un utilisateur additionnel dans un système est largement

indépendant de la technologie et équivaut *grosso modo* au coût d'un abonnement Internet ou de téléphonie mobile (soit de 10 à 20 EUR par mois en 2010).

10. L'argument vaut pour le trafic voyageurs, mais pas pour le trafic marchandises, pour lequel il est impératif, pour des questions de concurrence, que tous les usagers paient la même chose.
11. Cela concerne surtout les redevances kilométriques des camions, pour lesquels la discrimination sur la base du pays d'immatriculation des véhicules n'est pas tolérée dans le cadre d'accords internationaux comme les traités de l'Union Européenne.
12. Les coûts technologiques globaux ne sont pas les principaux, mais une normalisation pourrait faire des perdants.
13. Nous utilisons ici le terme "tarification en fonction de la valeur ou de l'utilité" pour indiquer qu'il s'agit d'une « tarification partielle de l'infrastructure », en raison de l'étroite similitude avec la différenciation de produits. Les autorités américaines utilisent le terme de façon différente, car la tarification en fonction de la valeur renvoie à la fois à la tarification partielle et au péage cordon — autrement dit, « tarification en fonction de la valeur » est synonyme de « tarification de la congestion ».
14. Il existe bien sûr des différences à l'intérieur des deux continents, et les villes américaines plus récentes sont plus proches d'une structure quadrillée, tandis que les structures spatiales européennes s'éloignent du modèle monocentrique dans une certaine mesure. Néanmoins, en moyenne, les différences entre les deux continents demeurent.
15. On pourrait avancer qu'offrir aux automobilistes le choix entre des autoroutes à péage et des routes gratuites plus lentes pour les déplacements interurbains (comme cela se fait par exemple en France) constitue une forme de tarification en fonction de la valeur. Le principe n'est pas appliqué aux zones urbaines, car les possibilités de construction sont trop coûteuses. En conséquence, la congestion devra être maîtrisée à l'aide de péage de zone (ou de cordon). En ce sens, l'une des différences entre l'Europe et les États-Unis à cet égard est peut-être que la capacité supplémentaire en Europe est plus (et trop) coûteuse.
16. La congestion s'atténuerait, car le trafic diminuerait, de même que le nombre d'automobilistes circulant à la recherche d'une place de stationnement (et dont le comportement au volant en pareille situation est particulièrement perturbant pour les flux de circulation).
17. Cela dépend bien sûr de la disponibilité de ces places moins chères ; c'est là une question qui se prêterait à des mesures de gestion publique.
18. [http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/roundtables.html#RTCongestion\\_Charging](http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/roundtables.html#RTCongestion_Charging).
19. Il est probable que ces vitesses soient inférieures aux vitesses de maximisation des avantages (autrement dit que les péages soient inférieurs aux coûts externes marginaux ou aux niveaux de cordon optimaux de second rang).
20. Le niveau global de recettes publiques perçues auprès des usagers de la route et propriétaires d'automobiles à Singapour est également inhabituellement élevé et représente environ 20 pour cent des recettes totales.

21. Il y a lieu de penser qu'à Stockholm, les effets sur le volume sont durables, tandis que les effets sur les temps de parcours ont tendance à s'atténuer dans une certaine mesure. Cela s'explique par un accroissement des travaux de maintenance routière et par l'affectation d'une partie de l'espace routier à d'autres usages (aucun de ces deux éléments n'étant lié au système de tarification), de sorte qu'il ne s'agit pas en soi d'une diminution des gains de bien-être.
22. Cette acceptation pourrait faiblir avec le temps, comme le montre une enquête norvégienne sur les routes à péage. Cela tient à ce que le public oublie progressivement pourquoi le système existe, de sorte que les péages — et encore plus les hausses des péages — peuvent susciter un regain de résistance.
23. Pour déterminer si un système est coûteux ou non, il convient de ne pas se fonder sur les ratios recettes/coûts, car les recettes sont endogènes, du fait qu'elles sont liées aux niveaux des péages.
24. Le système de Stockholm reposait initialement sur l'utilisation d'un système de lecture automatisée des plaques d'immatriculation (LAPI) et de transpondeurs. Une fois qu'il est devenu clair que le système LAPI était suffisamment fiable — ce qui était en partie le résultat du développement technologique lié au projet de Stockholm lui-même —, les transpondeurs sont devenus superflus. Cela a permis de supprimer les coûts de gestion des transpondeurs, qui s'étaient révélés plus élevés que prévu.
25. Il est parfois avancé que la congestion n'est pas une externalité, car les usagers des transports prennent en définitive en charge le coût du déplacement. Si cela est effectivement vrai, on peut se demander toutefois si la distinction entre usagers des transports et le reste de l'économie est artificielle. Ce qui est plus directement important, c'est que la question n'est pas de savoir qui supporte le coût : lorsque les usagers prennent leur décision de déplacement et qu'ils ignorent les coûts qu'ils imposent aux autres, il y a un coût de congestion externe.
26. Le fait de ne pas tenir compte de la causalité inverse dans une estimation implique ce genre de sous-estimation.
27. Cette déductibilité n'existait pas pendant la période d'essai, mais a été mise en application ultérieurement.
28. Certains font valoir que les relations entre par exemple la fiscalité du travail et la fiscalité des transports ne devraient pas occuper une place trop importante dans la conception de la mesure, étant donné qu'elles relèvent de compétences politiques différentes. Mais l'analyse montre qu'il pourrait être coûteux d'accepter ce type de contraintes.

## RÉFÉRENCES

- Calthrop E., S. Proost et K. Van Dender, 2000, *Parking policies and road pricing*, *Urban Studies*, 37, 63–76
- Chin K.-K., 2010, *The Singapore experience: The evolution of technologies, costs and benefits, and lessons learnt*, document de travail du CCRT 2010-1.
- Eliasson J., 2010, *Tout ce qu'il faut savoir avant d'introduire un dispositif de péage urbain : réponses aux questions les plus fréquentes sur la base de l'expérience de Stockholm*, document de travail du CCRT 2010-4.
- Fosgerau M. et K. Van Dender, 2010, *Tarifification routière : efficience et complexité*, document de travail du CCRT 2010-2.
- Hamilton C., 2010, *Un nouveau regard sur le coût du dispositif de péage urbain de Stockholm*, document de travail du CCRT 2010-5.
- FIF/OCDE, 2009, *Améliorer la fiabilité des réseaux de transport de surface*, document de synthèse, OCDE/FIT, Paris
- Oehry B., 2010, *La mise en œuvre des systèmes de tarification routière : principaux facteurs de réussite*, document de travail du CCRT 2010-3.
- Poole R., 2009, *Séparation des camions et des voitures : comment, pourquoi ?*, document de travail du CCRT 2009-24
- Small K. et J. Yan, 2001, *The Value of Value Pricing on Roads: Second-Best Pricing and Product Differentiation*, *Journal of Urban Economics*, 49, 310-336.



**LA MISE EN ŒUVRE DES SYSTÈMES DE TARIFICATION ROUTIÈRE :  
PRINCIPAUX FACTEURS DE RÉUSSITE**

**Bernhard OEHR  
Rapp Trans AG  
Bâle  
SUISSE**



## SOMMAIRE

1.	DE LA TARIFICATION DE L'USAGE À LA TARIFICATION DE LA CONGESTION .....	35
2.	UN OUTIL INDISPENSABLE POUR MAÎTRISER LA CONGESTION .....	36
3.	QUELS SONT LES FACTEURS QUI CONDITIONNENT LA RÉUSSITE D'UNE MESURE DE TARIFICATION ? .....	37
	3.1. Mise en œuvre technique .....	37
	3.2. Structure du système .....	38
	3.3. Acceptation .....	38
4.	CONCEPTION TECHNIQUE .....	39
	4.1. Technologie .....	39
	4.2. Contraintes urbaines .....	40
	4.3. Usagers occasionnels .....	42
	4.4. Contrôle et répression .....	44
	4.5. Coûts du système .....	45
	4.6. Sécurité .....	46
5.	ARCHITECTURE DU SYSTÈME .....	47
	5.1. Principe de base .....	47
	5.2. Périmètre géographique .....	48
	5.3. Niveau de tarif .....	50
	5.4. Statut juridique de la tarification .....	51
6.	ACCEPTATION .....	52
	6.1. Gérer la perception du public .....	52
	6.2. Problèmes de circulation aigus .....	53
	6.3. Utilisation des recettes .....	54
	6.4. Un système transparent, équitable et compréhensible .....	55
	6.5. Protection de la vie privée .....	56
	6.6. Mesures d'accompagnement .....	57
7.	CONCLUSIONS .....	58
8.	RÉFÉRENCES .....	60

Bâle, janvier 2010



## 1. DE LA TARIFICATION DE L'USAGE À LA TARIFICATION DE LA CONGESTION

Le terme « tarification de l'usage de la route » (ou « tarification routière ») recouvre des applications très variées des péages routiers et autres, que les pouvoirs publics et les autres propriétaires du réseau routier utilisent notamment pour :

- financer la construction et l'entretien des infrastructures routières ;
- gérer le trafic (par exemple, en vue de réduire la congestion) ;
- réduire au minimum l'impact des transports sur l'environnement ;
- internaliser les coûts externes du transport routier, liés par exemple à la pollution ou aux émissions sonores.

Traditionnellement, on envisage en général la tarification de l'usage de la route comme une forme de fiscalité générale plutôt que comme un dispositif différencié. La tarification routière est depuis longtemps proposée comme un moyen efficient et équitable de faire payer les automobilistes pour l'usage qu'ils font de la route et de financer les projets d'infrastructure routière. Il importe toutefois de faire la distinction entre la tarification qui a pour but de générer des recettes et la tarification routière destinée à lutter contre la congestion, comme le récapitule le Tableau ci-après.

Tableau 1. **L'objectif de la tarification routière : générer des recettes ou maîtriser la congestion ?**

<i>Génération de recettes</i>	<i>Gestion du trafic</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les taux de tarification visent à maximiser les recettes ou à récupérer des coûts spécifiques.</li> <li>▪ Les recettes sont souvent préaffectées au financement de projets d'infrastructure routière (construction et entretien).</li> <li>▪ Le transfert du trafic vers d'autres itinéraires et modes de transport n'est pas souhaité, car il réduit les recettes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vise à réduire le trafic en période de pointe.</li> <li>▪ Sert de stratégie de gestion de la demande de déplacements.</li> <li>▪ Les recettes ne sont pas affectées à des projets d'infrastructure routière.</li> <li>▪ Les taux de tarification doivent être variables (ils doivent être plus élevés pendant les périodes de congestion).</li> <li>▪ Le transfert du trafic vers d'autres périodes et modes de transport est jugé souhaitable.</li> </ul>

[TDM Encyclopaedia - <http://www.vtpi.org/tdm/tdm35.htm>].

La tarification routière peut améliorer l'efficacité des transports en rationnant la capacité routière, notamment en agissant sur la demande à plusieurs niveaux : catégories de routes, de véhicules et conditions de circulation en période de pointe. Elle peut avoir son utilité comme outil de gestion de la demande de déplacements. Un système de tarification efficace peut modifier la structure des déplacements en exposant les utilisateurs de l'infrastructure routière au coût social marginal correspondant à leur choix de déplacement. La tarification agit sur toutes les étapes du processus décisionnel concernant les déplacements, depuis la décision initiale de se déplacer jusqu'au choix de la destination, du mode, du moment ou de la période et de l'itinéraire.

La tarification électronique et les systèmes de transport intelligents (STI) connexes ont considérablement progressé ces dernières années. Leur champ d'application, leur facilité de mise en œuvre et leur coût évoluent rapidement et ils sont de mieux en mieux acceptés par le public.

L'efficacité de la tarification routière comme instrument de maîtrise de la congestion s'impose de plus en plus. Le système de péage de congestion bien connu mis en œuvre à Londres, ainsi que les péages de cordon mis en place à Stockholm et à Oslo sont des exemples qui démontrent l'efficacité d'une telle politique de tarification.

## **2. UN OUTIL INDISPENSABLE POUR MAÎTRISER LA CONGESTION**

Le volume de trafic augmente, et les choses ne semblent pas devoir changer à brève échéance. Dans de nombreuses régions du monde, la congestion va devenir l'un des problèmes les plus aigus de ce siècle.

Les solutions envisagées du côté de l'offre seulement ne suffisent pas. Il faut également agir sur la demande, notamment à l'aide d'incitations tarifaires. La nécessité de lutter contre la congestion routière et la volonté de trouver de nouvelles sources de recettes pour financer les investissements dans les transports ont stimulé l'intérêt des responsables politiques pour diverses formes de tarification routière, telles que les redevances de stationnement et les péages sur certains types de routes. Sur le plan théorique, les avantages de la tarification de l'usage de la route retiennent depuis longtemps l'attention des économistes. En revanche, sa mise en œuvre pratique est plus récente. L'un des principaux éléments de la gestion de la demande de transport urbain est l'affectation de la voirie. En effet, l'absence de régulation de cet espace fini peut entraîner une surutilisation, qui se manifeste sous forme de congestion. L'affectation de la voirie peut se faire de diverses façons. On peut par exemple réserver une partie de la voirie à la circulation des véhicules de transport public ou aux véhicules privés à fort taux d'occupation, ou encore restreindre l'accès à certaines zones d'une ville. Cette dernière mesure ne fait pas de distinction selon la valeur attribuée aux déplacements. Inversement, si les voyageurs sont confrontés à un péage routier, ils seront encouragés à déterminer eux-mêmes la valeur qu'ils attachent à leurs déplacements. La tarification de l'usage de la route ou de la voirie est depuis longtemps préconisée par les économistes au motif qu'elle est avantageuse pour la société. Le phénomène de congestion se produit dès lors que chaque déplacement supplémentaire oblige les véhicules déjà en circulation à ralentir. L'introduction d'une redevance correctrice fera prendre conscience aux automobilistes du coût qu'ils s'imposent les uns aux autres et peut contribuer à réduire le volume de trafic ainsi que la congestion et le temps de déplacement global sur le réseau. En réalité, les effets d'efficacité des politiques de tarification routière s'expliquent à la fois par la réaction

proprement dite des personnes qui se déplacent et par l'usage auquel sont affectées les recettes tirées de la tarification. Non seulement la tarification accélère les déplacements, mais elle en améliore aussi la prévisibilité, réduit la pollution, le bruit et le nombre d'accidents, et améliore les conditions des transports publics (voir réf. [1]).

Selon la théorie économique et les mathématiques de la tarification routière, les péages devraient correspondre à la valeur monétaire du temps de déplacement supplémentaire imposé par chaque automobiliste aux autres. C'est ce qu'on appelle le principe de la « tarification au coût marginal », dont la variante élargie -- la « tarification au coût social marginal » -- prend en compte dans l'établissement du tarif, non seulement le temps de déplacement, mais aussi d'autres coûts comme la pollution. Les économistes ont également étendu le cadre de maximisation du bien-être aux situations où le prix du transport public est fixé de pair avec les péages routiers. L'autre objectif de la tarification routière est de produire les ressources nécessaires au financement du programme d'investissement infrastructurel. Les recettes de péage peuvent être également consacrées à l'amélioration des transports en général. La tarification intéresse les décideurs à la fois comme outil de gestion de la demande et comme source de recettes.

Les recherches menées ainsi que la mise en service de boulevards périphériques à péage et de systèmes de péage de congestion dans quelques villes européennes au cours des 20 dernières années permettent de dégager de riches enseignements qui militent en faveur de la traduction des principes théoriques en mesures pratiques. Le présent document examine les facteurs qui déterminent la réussite d'un projet de tarification. Il n'aborde pas la question sous l'angle théorique, mais s'attache plutôt aux aspects pratiques de la mise en œuvre.

L'accès au centre des villes devient une ressource rare et doit être maîtrisé. Selon la théorie du marché, la tarification est le moyen le plus efficace de répartir des ressources rares. La tarification de la congestion deviendra un outil indispensable pour gérer les défis de la mobilité urbaine.

### 3. QUELS SONT LES FACTEURS QUI CONDITIONNENT LA RÉUSSITE D'UNE MESURE DE TARIFICATION ?

Pour simplifier, on peut dire que pour produire les résultats escomptés, une mesure de tarification doit être efficace sur tous les plans pertinents, à savoir :

#### 3.1. Mise en œuvre technique

Il va de soi que la réussite de la mesure passe par une mise en œuvre technique harmonieuse -- c'est-à-dire qui respecte le calendrier et le budget prévus, sans fausse note. Le choix de la technologie est un aspect important à cet égard. Les **systèmes techniques de tarification** proprement dits sont parvenus à maturité, mais certains autres aspects sont plus difficiles à maîtriser, notamment le défi technique particulier que pose **l'environnement urbain**, caractérisé par de nombreuses

contraintes de conception. Un autre aspect d'importance primordiale est le traitement des **usagers occasionnels**, qui sont susceptibles d'entrer dans la zone de péage sans en être dûment informés, sans être équipés en conséquence et qui ne sont pas prêts à consacrer le temps et à engager les dépenses nécessaires pour s'y conformer. Il est essentiel également de veiller à ce que tous les usagers acquittent les péages, bien qu'il n'existe pas à cet égard de solution toute faite. Enfin, le système technique doit être mis en œuvre à un **coût global** acceptable et doit intégrer des **principes de sécurité** qui le protègent contre toutes les menaces imaginables.

### 3.2. Structure du système

Le bon fonctionnement technique n'est qu'une des conditions nécessaires pour qu'une mesure de tarification atteigne ses véritables objectifs de gestion du trafic et de génération de recettes. Pour cela, le système doit être judicieusement configuré et le **principe de base** est à cet égard décisif. Percevra-t-on un montant forfaitaire seulement ? S'agira-t-il d'une tarification zonale fondée sur la distance, d'un péage de cordon, ou d'une formule combinant ces deux possibilités. Outre le principe de base, un autre élément déterminant est le choix du **périmètre de tarification**, c'est-à-dire de la zone géographique faisant l'objet de la mesure et par conséquent du type de déplacement visé. C'est le choix judicieux du **niveau de tarification** qui déterminera si les effets de la mesure seront conformes aux attentes. Par ailleurs, un élément qui est passé sous silence au début, mais qui doit en fait être pris en compte dans les décisions centrales concernant la configuration du système, est le **statut juridique de la mesure** envisagée. Le péage aura-t-il le statut d'un prélèvement public, donc d'une taxe ou d'un impôt, ou d'un prélèvement privé, auquel cas il s'agira d'une redevance d'utilisation.

### 3.3. Acceptation

En fait, le facteur déterminant pour la réussite de la mise en œuvre d'une mesure de tarification est son acceptation. Sans elle, le système ne verra tout simplement pas le jour. Il faut planifier activement l'acceptation et **gérer la perception du public**. L'une des conditions préalables à l'acceptation du système est que le public ait conscience d'un **problème aigu de circulation**. En effet, jamais l'opinion n'acceptera majoritairement une mesure de tarification destinée à atténuer la congestion, si la circulation quotidienne n'est pas suffisamment pénible. L'**utilisation des recettes** attendues de la tarification est tout aussi importante. Si le public y voit « encore une autre taxe », ce sera l'échec politique garanti. Enfin, l'acceptation du public exige un **système transparent et compréhensible** ainsi qu'un scrupuleux respect de la **vie privée** de l'utilisateur. Elle peut être facilitée par des **mesures d'accompagnement** intégrées d'emblée au système et destinées à accroître les avantages de la mesure pour l'utilisateur.

Les trois principaux facteurs de réussite seront examinés à tour de rôle ci-après :

- Mise en œuvre technique harmonieuse.
- Réalisation des objectifs de gestion du trafic.
- Et surtout : acceptation.

## 4. CONCEPTION TECHNIQUE

### 4.1. Technologie

Le choix de la technologie n'est pas aussi déterminant qu'il n'y paraît à première vue. En fait, les différentes technologies utilisées en tarification routière sont des technologies standard : communications dédiées à courte distance (DSRC), localisation par satellite (GPS) et communications mobiles (GSM).

Plus que la technologie proprement dite, c'est l'architecture du système, composée des modules techniques, qui est importante. Il existe quatre architectures de base, qui peuvent toutes être considérées comme matures et qui ont fait leurs preuves en situation réelle :

- Les **postes de péage** manuels (avec personnel et barrière). C'est le système classique de collecte des péages sur les autoroutes interurbaines, en particulier sur les réseaux concédés. Compte tenu des contraintes d'espace à prendre en compte en milieu urbain, ce système peut rarement être envisagé pour la tarification de la congestion.
- Les **systèmes autodéclaratifs**. Dans ce type de système, l'utilisation de l'infrastructure routière doit être déclarée par l'utilisateur soit avant, soit après le déplacement. Aucun dispositif embarqué n'est nécessaire. La procédure opérationnelle de ce type de système de péage manuel est étroitement liée à la conception détaillée du système. Les usagers peuvent enregistrer et payer leurs déplacements à des kiosques ou des stations d'essence, ou sur leur téléphone mobile par SMS ou par Internet. Un élément indispensable de tout système manuel est un dispositif de lecture automatisée des plaques d'immatriculation, qui permet de vérifier que les usagers ont effectivement payé leur déplacement.
- Dans les **systèmes DRSC**, le péage se fait par communication électronique entre un équipement embarqué et des balises situées en bordure de route. L'équipement embarqué agit comme une étiquette électronique, qui peut être reconnue lorsque le véhicule passe à hauteur de balises spécifiques, qui sont installées à des nœuds importants du réseau routier. L'équipement embarqué DSRC est peu coûteux, peut fonctionner sur piles et ne nécessite pas d'installation particulière.
- Les **systèmes GPS/GSM** font appel au GPS pour localiser le véhicule. La position établie par GPS est ensuite identifiée sur une carte et mise en correspondance avec les routes les plus probables, soit par l'équipement embarqué, soit par un système central. La communication sur réseau GSM ou similaire transmet au système « *back office* » les données de position GPS brutes ou les données relatives à l'utilisation de la route transposées sur la carte. Cette architecture exige un équipement embarqué relativement perfectionné qui nécessite une installation minimum, étant donné qu'il fait appel à l'énergie électrique du véhicule, à partir d'un dispositif permanent ou de l'allume-cigarette.

Les systèmes GPS/GSM ont de quoi faire rêver tout gestionnaire de trafic, car ils offrent des possibilités pratiquement illimitées de différenciation de la tarification. Cette souplesse exige toutefois un équipement embarqué qui pose non seulement une question de coûts, mais également un certain nombre de défis complexes concernant notamment la logistique de la distribution et de l'installation, le traitement des usagers occasionnels et les moyens de protéger la vie privée des usagers de façon convaincante.

Le choix de la technologie peut aujourd'hui être considéré comme une simple décision technique et ne devrait en aucun cas devenir un enjeu politique (on veut le « système à satellites le plus avancé »). La technologie est mature et les choix ne doivent reposer que sur des critères techniques.

On peut citer dans plusieurs pays des exemples de projets où le choix de la technologie a été fait avant même que ne soient posées les questions fondamentales telles que le choix de la voirie ou du réseau routier visés, les véhicules concernés ou les règles de tarification de base. La technologie des satellites, surtout, semble exercer une fascination magique, mais elle ne devrait pas devenir un préalable implicite de l'architecture du système, car elle ne constitue pas nécessairement le meilleur choix. En ce qui concerne surtout la tarification de la congestion en milieu urbain type, où le périmètre géographique est limité, les usagers occasionnels nombreux et la marge de manœuvre financière limitée, des technologies plus terre-à-terre donneront en général de meilleurs résultats d'ensemble, à moindres frais et risques, et pourront être mises en œuvre plus rapidement.

Les technologies sont matures et disponibles, et ne constituent pas en elles-mêmes un facteur déterminant de réussite, dès lors que le choix est optimal du point de vue technique. La technologie ne doit pas devenir un enjeu politique ni un motif de fierté nationale.

## 4.2. Contraintes urbaines

En milieu urbain, l'architecture technique du système doit en priorité prendre en compte les difficultés imposées par cet environnement. Les technologies de tarification ont à l'origine été conçues pour les autoroutes interurbaines et leur transposition en milieu urbain ne va pas de soi. Plusieurs questions se posent à cet égard (réf. 2) :

### 4.2.1. Impact esthétique

L'aspect physique des installations en bordure de route devient un enjeu beaucoup plus sensible politiquement en milieu urbain que dans un environnement interurbain. Les restrictions sont en général plus contraignantes, comme d'ailleurs le contexte visuel, environnemental et historique. Le mobilier urbain doit y être adapté, notamment en ce qui concerne la couleur, le style, la taille et l'emplacement. Il est rare que l'on puisse ne serait-ce qu'envisager d'implanter en milieu urbain des portiques ou d'autres éléments structurels massifs. Cela tient à ce qu'une part importante de la population qui vit et travaille en milieu urbain s'estime un peu propriétaire du paysage. Du point de vue de l'action des pouvoirs publics, la tarification routière est une question déjà suffisamment sensible sans y ajouter la controverse liée à la modification physique de l'environnement bâti local. C'est pourquoi tout système mis en place en milieu urbain se doit d'être discret, d'avoir un impact aussi limité que possible et de s'intégrer harmonieusement au milieu environnant.

### **4.2.2. Circulation désordonnée**

Les caractéristiques de la circulation ne sont pas les mêmes en agglomération qu'en environnement interurbain. Les mouvements de véhicules et les comportements des automobilistes sont beaucoup plus désordonnés en milieu urbain. La voirie urbaine peut à la fois être une destination et une voie de passage, pour des types de trafic de voyageurs et de marchandises très variés. Les travaux de voirie ou de construction immobilière, les objets stationnés ou statiques, les voies d'autobus à contresens, la lenteur de la circulation, les dépassements et les comportements généralement imprévisibles des automobilistes sont autant d'éléments qui tendent à brouiller la notion de « gauche » ou « droite », comme celle de « voie » d'ailleurs, et peuvent donner lieu à des manœuvres inhabituelles (demi-tour et marche arrière) n'importe où et n'importe quand. À la différence des routes interurbaines, la voirie urbaine est soumise à des restrictions de circulation et des mesures de gestion du trafic très diverses : voies réservées, îlots directionnels, chicanes, barrières, bornes escamotables, ralentisseurs, surface texturée, passages piétonniers, carrefours giratoires. Enfin, les péages peuvent concerner un sens de circulation spécifique. C'est pourquoi tout système mis en place doit couvrir l'intégralité de la voirie pour prendre en compte les sens de circulation surveillés et avoir la capacité de déterminer le sens du déplacement.

### **4.2.3. Diversité des usagers**

La diversité des déplacements, et par conséquent des usagers du réseau routier ou des objets situés à proximité de celui-ci, est plus grande en milieu urbain qu'interurbain. On trouve en effet en environnement urbain une beaucoup plus grande variété de véhicules motorisés et non motorisés, de piétons et d'objets statiques (par exemple, bennes à ordures, véhicules stationnés, arbres). Il est également à prévoir que tout système de péage urbain s'appliquera à un trafic mixte de véhicules équipés et non équipés utilisant légalement la voirie, et que la proportion d'usagers non équipés pourrait être relativement importante. Là encore, cela tient au fait que la zone urbaine ne peut pas toujours être contournée, contrairement au choix qu'offrent en général les itinéraires interurbains. Il est peu probable que tous les usagers soient soumis à péage.

### **4.2.4. Une configuration routière très variable**

La configuration routière sera vraisemblablement beaucoup plus différenciée entre les points de péage en agglomération qu'en environnement interurbain. La largeur de la chaussée varie beaucoup ; elle peut être d'à peine 3 mètres, mais peut comporter jusqu'à cinq ou six voies dans chaque sens aux carrefours importants. Les sentiers piétons, les rétrécissements, les courbes ainsi que les intersections obliques et les ronds-points montrent à quel point la voirie urbaine doit être considérée autant comme un espace polyvalent entre les immeubles (dont l'utilisation partagée s'est instaurée au fil du temps) que comme voie de passage pour la circulation.

Figure 1. Exemples de configuration routière  
(avec l'aimable autorisation de *Transport for London*)



#### 4.2.5. Une installation difficile

La circulation y étant plus lente, la voirie urbaine se trouve beaucoup plus souvent que les routes interurbaines à proximité immédiate d'autres structures physiques implantées à côté, au-dessus ou en-dessous de la chaussée : lignes de chemins de fer ou de tramway, lignes téléphoniques, immeubles, réseaux d'égouts, conduites d'eau, de gaz et d'électricité. Avant d'entreprendre les travaux d'aménagement de points de péage, il faut parfois consulter les propriétaires de ces différents types d'actifs au sujet des dérangements occasionnés et de l'accès futur. On se trouve ainsi confronté à des obstacles physiques, logistiques et administratifs évidents à la construction des structures, l'ajustement des performances et l'entretien des systèmes, ce qui peut en définitive limiter les choix possibles des points de péage.

Les difficultés propres à l'environnement urbain doivent être prises en compte au tout début du projet. Elles ne se limitent pas à des questions purement techniques, mais sont également liées à des considérations esthétiques et à la perception de l'équipement technique nécessaire.

#### 4.3. Usagers occasionnels

Le traitement des usagers occasionnels intervient pour beaucoup dans la conception du système de tarification. En effet, si le système exige l'utilisation d'un équipement embarqué, on peut supposer que les usagers fréquents s'en doteront. Mais selon la Convention des Nations Unies sur la circulation routière (réf. 3), tous les usagers, y compris ceux qui ne sont pas équipés en conséquence, doivent bénéficier d'un accès égal au réseau routier.

La Convention des Nations Unies sur la circulation routière (8 novembre 1968), également appelée « Convention de Vienne », est un traité international qui facilite la circulation routière internationale par des règles uniformes et normalisées entre les parties contractantes. Elle oblige les États signataires à admettre sans conditions sur leur territoire les véhicules conformes aux normes qu'elle définit. Or, l'équipement embarqué nécessaire au péage ne fait pas partie des caractéristiques prévues dans la Convention. Par conséquent, les véhicules qui n'en sont pas dotés doivent également avoir accès au réseau routier. Il est toutefois possible d'exiger que les véhicules soient porteurs d'une indication non permanente, qui peut être une simple vignette apposée sur le pare-brise.

Les usagers occasionnels ne seront pas prêts à faire l'acquisition d'un équipement permanent. Si la solution technique repose sur l'utilisation d'un équipement embarqué complexe nécessitant des travaux d'installation importants sur le véhicule (plusieurs heures de travail dans un atelier spécialisé, par exemple), il faudra proposer une seconde solution pour répondre aux besoins des usagers occasionnels et faire en sorte que ceux-ci ou les usagers qui ne sont pas équipés puissent avoir facilement accès au système, sans effort particulier. On peut envisager, par exemple, un système de tickets.

En matière de tarification, l'égalité de traitement consiste à appliquer le même tarif à tous les groupes d'usagers empruntant les mêmes routes dans les mêmes conditions. Le système doit être conçu de telle sorte que les usagers équipés paient essentiellement la même chose que ceux qui ne le sont pas. En ce qui concerne notamment les véhicules venant de l'étranger, il n'est en général pas possible d'accorder des tarifs préférentiels aux usagers équipés ou d'appliquer un péage simplifié aux usagers occasionnels sans contrevenir au droit communautaire ou à d'autres dispositions internationales.

C'est pourquoi même en choisissant la solution la plus perfectionnée techniquement, les possibilités de tarification (modulation tarifaire, structure tarifaire complexe, souplesse et extensibilité, etc.) se limiteront aux modalités applicables à l'utilisateur occasionnel. C'est en effet uniquement le traitement de l'utilisateur occasionnel qui pourra également s'appliquer aux usagers fréquents équipés du matériel nécessaire. L'une des solutions que l'on peut envisager pour les usagers occasionnels, qui sont souvent des étrangers en transit, consisterait à instaurer une redevance routière sous forme de taxe nationale que les usagers étrangers n'auraient pas à payer.

Dans les systèmes de péage urbain, de nombreux usagers seront des visiteurs occasionnels venus de la grande périphérie. Les coûts de traitement de ces usagers sont en général relativement élevés et les recettes correspondantes sont très limitées. Dans beaucoup de systèmes, le traitement des usagers occasionnels constitue de loin le plus important facteur de coût. Par conséquent, la recherche d'une solution adaptée pour les usagers occasionnels ne doit pas du tout être vue comme une préoccupation marginale, mais bien comme un élément fondamental de la conception du système.

Les usagers occasionnels doivent faire l'objet d'une grande attention dans la conception du système. Il est essentiel, pour la réussite globale du système, de trouver une solution simple et rentable pour la tarification de ce groupe d'usagers.

#### 4.4. Contrôle et répression

Un système de tarification n'a de sens que si l'on s'y conforme. On connaît les postes de péage classiques qui obligent l'usager à s'arrêter devant une barrière, à jeter des pièces dans un panier pour que la barrière s'ouvre. Sans pièce dans le panier, la barrière ne se lève pas. C'est la barrière, et non le panier, qui oblige l'usager à payer.

Dans un système de péage électronique, l'équipement embarqué, qui fait appel à une technologie perfectionnée, s'occupe automatiquement, en quelque sorte, de « jeter les pièces dans le panier » et dispense l'usager de cette opération. Mais là où le bât blesse, c'est que l'équipement embarqué remplace le panier, pas la barrière. Le véhicule, en effet, n'est pas arrêté par l'équipement embarqué si le péage n'est pas acquitté. Autrement dit, il faudrait une forme de barrière virtuelle obligeant l'usager à payer. Cette barrière virtuelle, c'est le dispositif de contrôle, qui en définitive détermine l'efficacité et la fiabilité d'un système de tarification.

Figure 2. Contrôle de péage par barrière



L'objectif des activités de contrôle consiste à faire en sorte qu'en moyenne, il en coûte moins à un usager qui acquitte ses péages qu'à celui qui ne les acquitte pas. Deux options diamétralement opposées permettent d'atteindre cet objectif. La première repose sur l'exercice de nombreux contrôles et d'une répression légère. La seconde, sur des contrôles occasionnels seulement, mais associés à une répression sévère. Les limites des sanctions pouvant être infligées correspondent à ce qui est politiquement et légalement acceptable, et elles définissent la densité minimale d'activités de contrôle nécessaires dans un système.

Il existe des solutions techniques perfectionnées qui permettent de mettre en œuvre les péages et d'exercer le contrôle nécessaire dans un contexte de circulation libre et sans contraintes. En général, elles consistent à associer des postes fixes de contrôle automatique à un certain nombre d'unités de contrôle mobiles, par exemple des voitures de patrouille spécialement équipées. Les postes fixes vérifient l'exactitude du paiement effectué par les véhicules qui les franchissent sans avoir à s'arrêter. Cette vérification fait appel à une combinaison de technologies, notamment des scanners laser pour

déterminer la catégorie de véhicule et la classe tarifaire, un dispositif de lecture automatisée des plaques d'immatriculation ainsi que des caméras vidéo qui permettent de disposer d'images en cas de contestation.

L'exercice du contrôle de péage et, le cas échéant, de poursuites pénales ne peut pas être entièrement déléguée à des organisations privées pour des raisons juridiques. En ce qui concerne les prélèvements publics, notamment, le contrôle doit être exercé par un organisme dont c'est la prérogative.

La perception du montant exact du péage est l'un des plus importants aspects d'un système de tarification. C'est sur la fiabilité et la rigueur du dispositif de contrôle que reposent les recettes et l'acceptation globale du système. Seul un dispositif permettant de détecter les contrevenants en temps voulu peut assurer l'intégrité du système et son acceptation auprès des usagers. Si l'on tolère que certains ne paient pas le montant correct ou se soustraient au péage, la confiance dans le système s'en trouvera amoindrie et il deviendra difficile de conserver le soutien de la majorité payante.

Le système de contrôle est également un facteur de coût très important. Pour chaque système, il existe un équilibre optimal entre l'effort de contrôle et le manque à gagner dû aux infractions.

C'est le dispositif de contrôle et de répression qui détermine l'efficacité et la fiabilité d'un système de tarification.

#### 4.5. Coûts du système

L'expérience montre que les responsables ont tendance à se concentrer sur les dépenses d'investissement initiales et à accorder souvent moins d'attention aux coûts d'exploitation.

Il convient en fait d'envisager les coûts globaux de propriété sur l'ensemble de la durée de vie du système. D'après ce que nous avons pu maintes fois constater, les coûts d'exploitation sur l'ensemble de la durée de vie d'un système -- en général, dix ans -- équivalent à environ dix fois les coûts de mise en œuvre.

Les **facteurs de coût** correspondent à tous les processus non automatisés qui nécessitent une intervention manuelle :

- Le traitement des usagers occasionnels ne génère guère de recettes, mais exige en revanche une infrastructure coûteuse et un réseau dense de points de vente. En outre, il entraîne un certain coût à chaque transaction de paiement.
- Le fonctionnement d'un dispositif de contrôle nécessite un effectif considérable, soit sur la route pour assurer les patrouilles de contrôle, soit dans les bureaux, pour prendre connaissance des données saisies automatiquement.
- Les opérations comptables sont coûteuses, surtout lorsqu'il faut traiter un grand nombre d'activités non standard telles que la transformation de données sur les usagers et les demandes ou plaintes de ces derniers.

- Les transactions de paiement absorbent une partie des recettes. Chaque provisionnement de compte ou transaction sur carte de crédit a un coût. Le coût des paiements est en général de l'ordre de 2 à 5 pour cent des recettes totales.

Un système efficace doit intégrer les bonnes solutions relatives aux facteurs de coût. Ni les décideurs, ni les usagers n'accepteront facilement un système de tarification qui absorbe lui-même une part importante des recettes. Malgré tout, il est relativement important de faire savoir à un stade précoce du processus politique qu'une mesure complexe telle que la mise en place d'un système de tarification différenciée en fonction de l'heure, de la distance et du lieu a un coût. Il est pratiquement impossible de concevoir un système dont les coûts de fonctionnement seraient inférieurs à 10 pour cent des recettes. C'est plus généralement de l'ordre de 15 à 20 pour cent des recettes brutes qu'il faut viser pour un système de péage urbain, et il s'est même révélé difficile de respecter de telles limites dans la pratique.

Les coûts de fonctionnement sont de loin supérieurs aux coûts de mise en œuvre. Un système de tarification complexe a un coût. Des coûts réalistes doivent être présentés comme faisant partie intégrante d'une solution de tarification routière efficace.

#### 4.6. Sécurité

Les systèmes de tarification sont des systèmes de paiement qui génèrent des flux monétaires considérables. Le choix d'un dispositif de sécurité adapté est donc un élément important qui doit être pris en compte dans la conception de chaque aspect du système. Les questions concernant la sécurité d'un système de tarification routière peuvent être regroupées ainsi :

- Sécurité des données, des paiements et des flux d'information contre la fraude et les intrusions.
- Protection des opérations contre les pannes de système.
- Sécurité globale du système en ce qui concerne l'exactitude du péage perçu et sa solidité en cas de différent d'ordre juridique.

Les menaces externes et internes à la bonne circulation des données, des paiements et de l'information doivent être analysées et faire l'objet de contre-mesures adaptées. Il importe de se pencher avec une grande attention sur toutes les possibilités de fraude imaginables. Les contre-mesures disponibles sont la protection physique des éléments critiques du système et la protection cryptographique des supports de communication. La fraude d'origine interne (susceptible d'être commise, par exemple, par les péagistes) doit en particulier faire l'objet d'une surveillance rigoureuse.

En cas de panne du système, il faut disposer d'une solution de repli permettant d'éviter toute perte de données. La probabilité d'une panne durable du système dépend dans une large mesure de l'option technique choisie, de la dépendance à l'égard d'entités externes et de la répartition du système entre composantes centrales et composantes décentralisées, les premières devant être entièrement redondantes.

En définitive, la sécurité du système repose sur la disponibilité de données qui permettent de surveiller le fonctionnement du système, car les erreurs et fraudes ne peuvent être détectées que si l'on dispose de données suffisantes. Il est essentiel d'intégrer les critères de sécurité au système dès le stade de la conception pour pouvoir être en possession, à tout moment, de données exactes pouvant résister le cas échéant à un examen minutieux en justice.

Les systèmes de tarification routière sont des systèmes de paiement de grande envergure. Leur sécurité revêt donc une importance primordiale dans leur conception et nécessite la protection du processus de bout en bout, depuis l'utilisation de la route jusqu'à la comptabilisation du paiement dans le système central.

## 5. ARCHITECTURE DU SYSTÈME

### 5.1. Principe de base

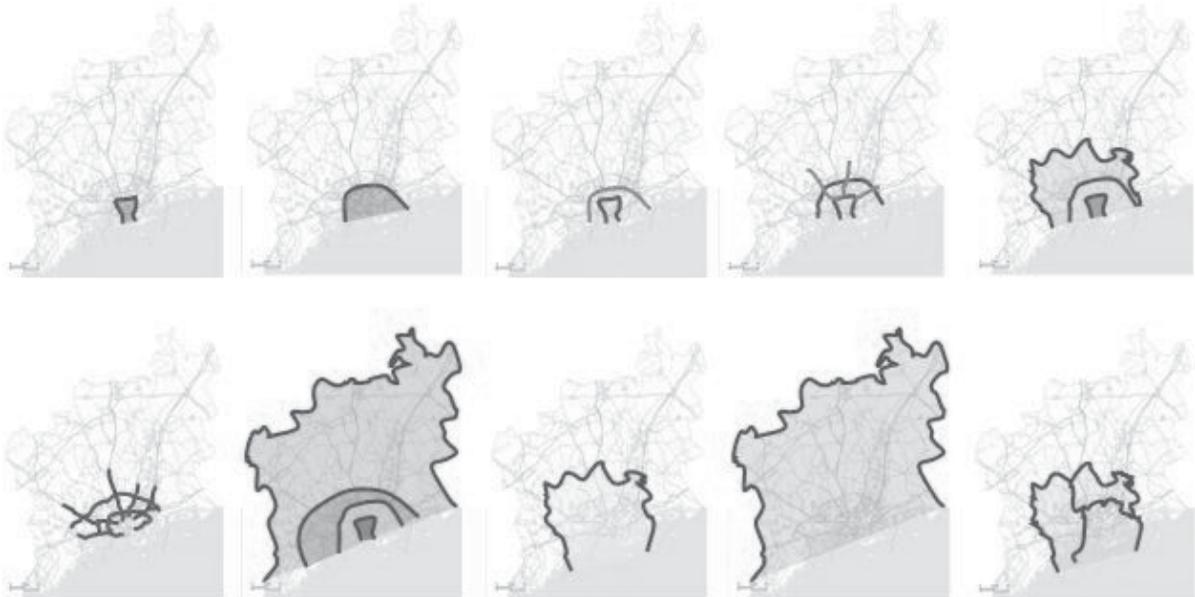
Théoriquement, le système de tarification peut prendre diverses formes. Nous distinguons essentiellement les péages de cordon, dans lesquels le péage est déclenché par le franchissement d'une limite définie, et les péages de zone, dans lesquels la circulation à l'intérieur d'une zone délimitée déclenche le péage, qui peut être une redevance forfaitaire quotidienne ou varier en fonction du temps passé, comme les redevances de stationnement, ou encore en fonction de la distance. L'architecture des systèmes peut être plus ou moins complexe. On peut imaginer par exemple un système composé d'un cordon de péage à tarif élevé situé en-deçà d'un autre cordon plus éloigné, dont le tarif est plus bas, ou encore un péage variant à la fois en fonction de la distance et du temps, avec des tarifs différenciés selon la période de la journée.

Nous n'envisagerons pas ici toutes les possibilités. L'équipement de tarification perfectionné dont on dispose actuellement, en particulier de type GPS/GSM, permettra de mettre en œuvre tous les principes de tarification imaginables. Dans la pratique toutefois, seuls les principes les plus simples ont une chance d'être mis en application, et ce pour les raisons pratiques suivantes :

- Afin d'avoir un effet sur l'utilisateur, le système doit reposer sur des principes simples, par exemple qu'il est coûteux d'utiliser son automobile pendant les heures de pointe, ou de quitter l'autoroute, ou encore de conduire un véhicule vétuste. Les usagers doivent pouvoir réagir aux incitations de prix qui leur sont destinées. Autrement dit, les règles doivent être compréhensibles et indiquer clairement la meilleure réaction recherchée.
- En fait, l'élément du système qui concerne l'utilisateur occasionnel limitera la complexité du système. Comme nous l'avons vu plus haut, il est difficile d'équiper des usagers occasionnels du matériel perfectionné nécessaire. La solution à cet égard est en général un système de comptabilisation simple qui ne se prête pas à une tarification complexe et finement différenciée.

- Comme on le verra dans la prochaine section, toutes les villes possèdent une structure qui permet de définir des périmètres naturels pour les zones de péage. Les considérations théoriques ont un sens dans un environnement idéal, mais en pratique, les structures historiques du développement spécial ou des flux de circulation limiteront beaucoup le choix d'options réalisables.

Figure 3. Dix options examinées pour un système de tarification de la congestion à Helsinki (réf. 4)



La tarification au coût social marginal est une notion théorique. On s'efforcera de la prendre en compte dans la pratique, mais les possibilités de mise en œuvre seront limitées par des considérations très terre à terre.

Théoriquement, des principes de tarification relativement complexes permettraient d'optimiser les résultats et l'efficacité. Mais dans la pratique, les systèmes doivent reposer sur des règles simples, afin d'être compréhensibles, proposer des solutions simples également aux usagers occasionnels et pouvoir fonctionner dans un environnement urbain parvenu à maturité. Le meilleur conseil à donner aux décideurs est donc de privilégier la simplicité.

## 5.2. Périmètre géographique

Lorsque la tarification routière est envisagée pour lutter contre la congestion, il est essentiel de délimiter judicieusement la zone qui en fera l'objet. Cela est vrai quel que soit le principe de tarification, qu'il s'agisse de péage de cordon ou de péage de zone. Il faut définir les limites de la zone concernée de façon à capter une part importante du trafic domicile-travail sans perturber les types de

trafic qui concernent moins la congestion, tels que les livraisons, le trafic de transit, les déplacements occasionnels et les déplacements liés aux achats, qui revêtent une importance capitale pour certains acteurs.

Là encore, la théorie permet de dégager d'excellentes lignes directrices pour déterminer où le péage doit être déclenché, ou tout au moins à partir de quelle limite commence l'obligation d'acquitter le péage ou l'application d'un tarif plus élevé. Dans la pratique, le choix est toujours très limité. De nombreuses villes ont une structure naturelle qui ressort déjà au simple examen d'un plan et qui s'imprime également dans la représentation mentale -- les « plans personnels » -- que les citoyens se font de leur ville. Il peut s'agir d'une rocade ou d'un périphérique, comme pour le périmètre du péage de congestion mis en place à Londres, ou d'une barrière naturelle comme les voies navigables du centre de Stockholm.

Figure 4. Périmètres de tarification de la congestion à Londres et à Stockholm



Ce type de choix naturel du périmètre de tarification n'est en général pas optimal du point de vue théorique, mais il est très efficace en pratique. Les caractéristiques naturelles ont en effet façonné sur une longue période le développement des zones d'habitation et de travail, des rues commerçantes et des quartiers calmes, et même dans une large mesure l'identité culturelle. Ainsi, il est pratiquement impensable pour un Londonien de vivre sur la rive opposée de la Tamise à celle où il est né. Ces habitudes géographiques et comportementales se traduisent dans les flux de circulation quotidiens. Cela explique peut-être pourquoi des choix « logiques » ou « naturels » de périmètres de tarification, même s'ils ne sont pas nécessairement optimaux du point de vue théorique, se révéleront normalement assez efficaces dans la pratique.

Les périmètres ne peuvent pas être définis dans un environnement totalement homogène. Depuis l'extension vers l'Ouest de la zone de péage de congestion de Londres, un itinéraire de transit non payant qui traverse la zone de péage. À Stockholm, les habitants de l'île de Lidingö ne peuvent aller nulle part sans traverser la zone de péage. Des dispositions spéciales ont donc été prises pour leur permettre de traverser le centre-ville à tout moment sans avoir à acquitter le péage. L'administration de ces mesures particulières est responsable d'une part importante des coûts de fonctionnement du système de tarification de la congestion de Stockholm.

Pour définir le périmètre de la zone de péage, il importe également de tenir compte de la disponibilité des autres modes de transport. En effet, dans de nombreuses villes, il existe une large offre de transports publics sur les liaisons radiales, c'est-à-dire pour entrer dans la ville et en sortir, mais le choix est beaucoup moins commode pour aller d'une destination périphérique à une autre. Paris est à cet égard un très bon exemple de ville centralisée. Quelqu'un qui habite l'Ouest parisien et travaille dans le Nord de Paris sera beaucoup moins bien loti en matière de transports publics que s'il travaille dans le centre de la capitale. La tarification de la congestion ne peut donner de bons résultats que si les migrants journaliers disposent d'un bon choix de modes de transport. Ces considérations sont à prendre en compte dans la conception d'un dispositif de tarification, et en particulier dans la délimitation de la zone visée.

Dans la plupart des villes, il s'est développé au fil du temps une configuration qui favorise des choix naturels de périmètre de tarification. Il est souhaitable d'en tirer parti plutôt que d'envisager de fixer des limites « optimales » mais artificielles.

### 5.3. Niveau de tarif

Il est difficile de trouver le bon niveau d'un péage de congestion. Le montant doit être suffisamment élevé pour que les gens y réagissent, mais il faut en même temps qu'il soit acceptable afin de ne pas susciter d'opposition massive.

Du point de vue théorique, plusieurs stratégies peuvent être envisagées à cet égard. On peut par exemple s'intéresser à la valeur du temps pour déterminer l'équivalent monétaire de chaque quart d'heure perdu à cause de la congestion, ou s'interroger sur les coûts marginaux de la congestion pour la société. Dans la pratique, ces considérations peuvent donner une certaine indication du niveau de tarif approprié, mais en définitive, la fixation du tarif relève d'une décision politique qui visera plutôt à favoriser l'acceptation du péage qu'à obtenir des résultats optimaux en matière de gestion du trafic.

Les responsables politiques promettent souvent que ce type de mesure sera « neutre du point de vue des recettes ». En apparence, la proposition est intéressante pour le citoyen. Avant l'introduction de la tarification, tout le monde paie une taxe ou une redevance fixe, comme la vignette annuelle, la taxe sur les véhicules ou d'autres prélèvements apparentés. Si cette taxe ou cette redevance est remplacée par un prix variable de la congestion qui est sans effet sur les recettes, il est probable que le citoyen sera d'accord. S'il doit payer de toute façon pour quelque chose, autant que ce soit pour une mesure sensée, qui aura des effets positifs sur la circulation. En outre, la plupart des citoyens utiliseront moins leur voiture que la moyenne et seront vraisemblablement avantagés par le nouveau régime. L'instauration du péage fera donc une majorité de gagnants.

Cette stratégie peut paraître tout à fait avisée pour favoriser l'acceptation de la mesure, mais elle comporte en fait, par définition, certains risques. Dans la plupart des collectivités, les recettes fiscales tirées du secteur routier ne peuvent en aucun cas diminuer, car elles sont essentielles au financement de nombreuses activités publiques, comme l'entretien et la construction de routes, et peuvent même constituer une importante contribution au budget général. Par conséquent, quel que soit le type de tarification envisagé, les recettes nettes doivent au moins demeurer au même niveau. Or, la neutralité des recettes nettes suppose l'augmentation des recettes brutes, lesquelles proviennent des péages des usagers. La différence entre les recettes nettes et les recettes brutes correspond aux coûts de collecte,

qui sont pratiquement nuls pour la vignette annuelle et les prélèvements analogues, mais qui peuvent difficilement être inférieurs à 20 pour cent des recettes pour les systèmes de péage urbain, même dans des conditions très favorables.

Par conséquent, il est politiquement dangereux de promettre la neutralité sur le plan des recettes lorsqu'en fait les recettes brutes doivent augmenter pour maintenir l'équilibre budgétaire. Le public aurait peut-être bien plus de facilité à accepter la tarification s'il savait dès le départ que celle-ci vise à générer des recettes supplémentaires spécifiquement affectées à un projet dont les avantages font l'unanimité, tels que la construction d'un nouveau pont ou tunnel ou le lancement de nouvelles lignes de tramway ou d'autobus.

La fixation du niveau de tarif approprié relève de la décision politique plutôt que d'une réflexion théorique. La « neutralité du point de vue des recettes » est une idée séduisante, mais qui se révèle difficile à concrétiser dans la pratique.

#### 5.4. Statut juridique de la tarification

La tarification routière peut avoir le statut juridique d'une taxe ou d'un impôt, c'est-à-dire d'un prélèvement public dû sans conditions, ou encore d'une redevance, qui est un prélèvement privé correspondant à la consommation d'un certain service.

En ce qui concerne la taxe, seule une autorité publique est habilitée à la percevoir. Les opérations courantes peuvent être externalisées, mais le contrôle et la gouvernance doivent demeurer du ressort du secteur public. Une taxe ou un impôt se définit en général comme un prélèvement qui ne donne pas droit à un service particulier. Il s'agit simplement d'un instrument de financement des budgets collectifs. Les taxes ou impôts sont soumis à une réglementation et à des procédures strictes, notamment à une procédure de recours rigoureusement définie. Les péages ayant statut d'impôt ou de taxe reposent également sur l'autodéclaration d'usage de la route par l'utilisateur, l'équipement technique n'étant considéré que comme un instrument destiné à faciliter la déclaration. Le contrôle et, le cas échéant, l'exercice de poursuites pénales sont relativement simples du point de vue juridique, étant donné que des agents publics assermentés sont habilités, par exemple, à arrêter un véhicule ou à accéder à la base de données nationale sur les immatriculations.

Une redevance, en revanche, se définit en général comme un prélèvement directement lié à l'utilisation d'un service. Elle peut être perçue par une autorité publique ou une organisation privée. La liberté de conception du système est plus grande, car le cadre dans lequel s'inscrit celui-ci est moins réglementé. Ainsi, pour une redevance, il est par exemple acceptable que le dispositif implanté en bordure de route mesure l'usage de la route sans déclaration de l'utilisateur, mais le contrôle et la répression sont plus problématiques. En effet, une entreprise privée ne peut pas engager une procédure à l'encontre d'un citoyen ordinaire comme pourrait le faire un agent public assermenté. Des dispositions légales ou organisationnelles particulières sont nécessaires pour mettre en place un régime rigoureux de contrôle et de répression.

Un moyen facile de distinguer l'impôt (ou la taxe) de la redevance est souvent l'application de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA). Si un péage routier est considéré du point de vue juridique comme un impôt, il n'est pas soumis à la TVA, mais s'il est assimilé à une redevance, la TVA s'applique normalement. La TVA ajoute une certaine complexité au traitement et au paiement, mais ne pose pas de problème particulier pour le système de tarification routière proprement dit.

Le statut juridique de taxe ou de redevance peut sembler secondaire, mais il est en fait fondamental. Dans la mise en œuvre du système de péage de Stockholm, par exemple, ce seul aspect a entraîné des mois de retard. Le statut juridique rejoint de nombreux aspects du processus de tarification : droit de prélèvement, nécessité d'un traitement tout à fait équitable, signification juridique de la « déclaration » de l'usager, pouvoirs de contrôle et de répression, procédure de recours applicable et applicabilité de la TVA.

Le statut juridique de « taxe » ou « redevance » n'est pas une question de détail, mais revêt une importance primordiale et doit être pris en compte très rapidement et avec attention pour que la mise en œuvre de la tarification soit efficace.

## 6. ACCEPTATION

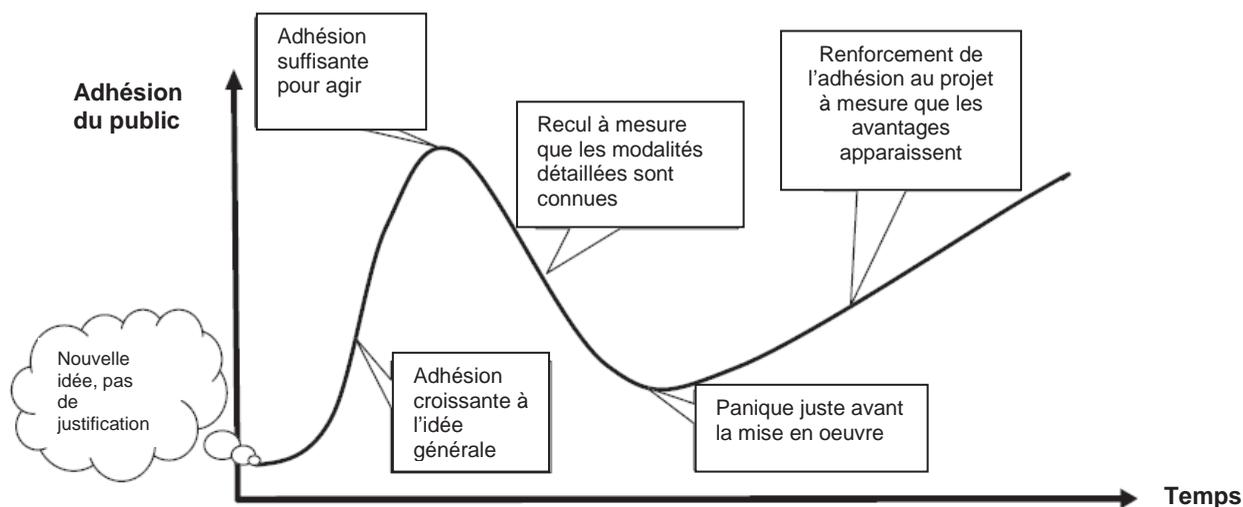
### 6.1. Gérer la perception du public

Le degré d'acceptation d'une nouvelle mesure n'est pas figé. Il évolue avec le développement du discours public. Les exemples disponibles révèlent en effet une nette évolution des choses dans le temps.

De toute évidence, le public s'intéresse d'abord et avant tout aux coûts individuels, sans croire le moins du monde aux effets personnels favorables. Il n'est donc pas rare que la réaction initiale soit un rejet catégorique. Les coûts sont imaginables, mais pas les avantages. Le débat est en général polémique et sans nuance.

Un discours public judicieux doit prendre en compte les idées préconçues et les appréhensions, et non de les réprimer. La condition préalable est que le public perçoive effectivement un problème, comme cela est examiné ci-après. Avec le temps, les réactions émotives s'apaiseront. C'est à ce moment là que l'opinion se fait.

Figure 5. Évolution de l'acceptation du public dans le temps (voir réf. 7)



La réussite d'un projet de tarification passe par une gestion active du processus d'acceptation, qui sera facilitée par une forte impulsion politique. En effet, l'engagement résolu des responsables politiques semble favoriser l'adhésion du public à la mesure envisagée, ainsi qu'une participation plus approfondie au débat.

L'opinion évolue jusqu'à un degré d'acceptation suffisant pour que le déploiement puisse être engagé. À partir de là, l'adhésion du public ira en diminuant de nouveau, à mesure que surgiront les problèmes de planification détaillée et de législation. Elle atteindra un creux juste avant la mise en œuvre du système, alors que les craintes seront les plus fortes et que les avantages ne seront pas encore visibles. Une fois le système mis en œuvre, les gens commenceront à y croire et le degré d'acceptation s'améliorera de nouveau.

La gestion de l'opinion publique exige une solide impulsion politique, un engagement résolu des responsables et un choix judicieux du moment.

## 6.2. Problèmes de circulation aigus

Des études ont montré, comme on pouvait s'y attendre, que la mise en œuvre d'un système de tarification routière, pour produire les résultats attendus, doit être perçue comme une véritable solution à un problème (voir par exemple, réf. 5). Pour cela, trois conditions doivent être réunies :

- Il doit exister au préalable un **problème de circulation majeur**. Les gens ne sont prêts à payer pour leur mobilité que s'ils sont confrontés à un problème de congestion considérable auquel il n'existe pas de solution simple ou courante. Fait intéressant, les obstacles financiers comme l'insuffisance de moyens pour financer la construction d'une infrastructure importante, par exemple une route de délestage ou un tunnel ou un pont, pour lutter contre la

congestion dans le centre-ville sont considérés comme des problèmes pertinents à cet égard. Malheureusement, ce raisonnement implique que la tarification ne peut pas être utilisée pour lutter contre la congestion avant que le problème ne se pose. Comme mesure préventive, elle n'emportera l'adhésion ni des responsables politiques, ni du public. Or, il semble que la condition préalable soit que la société en général partage l'idée selon laquelle l'état de la circulation ne peut plus être toléré – indépendamment du fait que le citoyen puisse être individuellement concerné ou non par ce problème dans sa vie courante.

- Il importe également que le public **adhère à l'idée selon laquelle la tarification contribuera véritablement** à résoudre les problèmes. Il n'acceptera le projet que s'il estime que le système de péage « fonctionne ». Étant donné que les péages sont des instruments nouveaux de gestion du trafic, le manque d'expérience personnelle constitue un obstacle à ce processus. L'être humain apprend par l'expérience. Or, les effets d'une mesure de tarification ne se font sentir qu'après coup. Ils sont prédits, mais ne peuvent être ressentis avant que le système soit mis en œuvre. Les essais et les projets pilotes peuvent être très utiles pour démontrer les effets et même les rendre perceptibles pour les citoyens. L'expérience de Stockholm en est le meilleur exemple.
- Enfin, les problèmes de circulation doivent être **perçus** comme aigus et la tarification comme une mesure adaptée. Le dialogue qui s'est tenu à Londres et à Stockholm a sensibilisé le public au problème de la congestion. Au début du débat, la congestion, dans les deux villes, était acceptée comme une fatalité, et c'est seulement le débat public qui a permis de faire prendre conscience de l'ampleur de la congestion et de ses effets préjudiciables à la qualité de vie urbaine. L'opinion courante au Royaume-Uni est qu'il « n'y a rien à faire face à la congestion ». C'est de cette perception qu'il faut partir pour développer une large acceptation de la tarification comme outil de gestion du trafic.

Toutes les études réalisées dans le monde – voir par exemple réf. 6 pour un exemple type – soulignent à quel point il importe que le public perçoive la nécessité et l'efficacité de la tarification routière pour l'accepter. Les auteurs de l'étude citée comparent les systèmes mis en œuvre dans le monde et constatent que c'est avant tout la nécessité perçue par le public qui constitue le facteur de réussite le plus important.

La réussite de la mise en œuvre d'un système de tarification dépend de trois conditions : il doit exister un problème massif de congestion, le public doit le percevoir comme tel et il doit croire à l'efficacité de la tarification.

### 6.3. Utilisation des recettes

Comme on l'a vu dans la section sur les niveaux de tarif, la neutralité des recettes n'est probablement pas le meilleur argument à invoquer pour emporter l'adhésion du public. Quand on envisage une nouvelle mesure de tarification, il peut être sage de supprimer ou de réduire certaines autres taxes ou redevances, mais il n'y a pas lieu de s'abstenir de générer des recettes nettes supplémentaires. En aucun cas, en effet, la recherche de recettes supplémentaires ne devrait être un objectif dissimulé. On peut dire que la mesure sera *grosso modo* neutre du point de vue des recettes, mais que des hausses de tarif ultérieures ne sauraient être exclues.

L'utilisation des recettes est un élément déterminant. On estimait au début que pour qu'une mesure soit largement acceptée, les recettes qui en découlaient devaient être préaffectées au secteur routier et que les transports publics en particulier constituaient à cet égard un domaine d'utilisation acceptable. Plus récemment toutefois (voir réf. 5), on s'est rendu compte que ce qui était essentiel, c'était de mettre ces recettes en réserve, et qu'il existait aux yeux du public d'autres « bons » secteurs de dépenses. Il importe que ceux qui sont soumis au nouveau péage bénéficient également de l'utilisation des recettes qui en proviennent. Les recettes de la tarification urbaine doivent être dépensées dans la ville, au profit de la voirie, des transports publics ou même de projets écologiques. Le citoyen souhaite voir le produit des péages utilisé « près de chez lui ».

Les recettes sont un élément essentiel de la tarification. Au lieu de promettre la « neutralité des recettes » -- objectif difficile à atteindre et à maintenir dans la pratique --, mieux vaut faire preuve de courage et affecter les recettes supplémentaires à des projets qui susciteront une large adhésion.

#### 6.4. Un système transparent, équitable et compréhensible

L'acceptation du nouveau système doit reposer sur la confiance, laquelle ne peut se construire que par une communication ouverte et transparente. Pour cela, il faut que les règles du système soient claires, simples et qu'elles comportent peu d'exceptions. Chacun doit comprendre où il doit acquitter le péage, à quel moment, et quel en sera le montant.

Le succès des systèmes de péage de Londres et de Stockholm s'explique dans une large mesure par la simplicité et la transparence des règles appliquées. Le périmètre de tarification est facile à reconnaître et fait l'objet d'une bonne communication. L'utilisateur peut comprendre facilement le barème des péages selon le moment de la journée. Les points de péage sont clairement indiqués et l'utilisateur sait ce qu'il doit faire s'il n'a pas pu acquitter le péage avant de s'engager dans la zone tarifée.

Il est également essentiel que les usagers s'estiment traités de façon équitable. Personne ne veut se voir infliger une amende au seul motif qu'il ignore un détail du fonctionnement du système ou à cause d'une négligence mineure. Cela suppose des règles claires et simples, mais également un accès facile au système. Personnellement, je n'ai pas d'objection à payer quelques euros pour le stationnement ou les péages routiers, mais je ne veux pas de tracasseries. Je ne veux pas à avoir à chercher les bonnes pièces ou à m'arrêter et à quitter mon véhicule pour remplir de longs formulaires ou d'autres tâches fastidieuses. L'« accueil » du système de tarification doit être convivial. Cette exigence de facilité n'est pas aussi importante dans les systèmes nationaux de tarification qui s'appliquent aux poids lourds, comme ceux qui ont été mis en œuvre en Allemagne, en Autriche ou en Suisse et qui sont en voie de l'être en France. Les chauffeurs de poids lourds sont des professionnels habitués à acquitter des redevances, péages et taxes de toutes sortes. Ils sont donc censés être informés et capables de remplir des formalités plus complexes. Tel n'est pas le cas, en revanche, dans un système de péage urbain, qui doit être adapté à tous, et pas seulement au citoyen jeune et actif, intéressé et informé.

L'équité de traitement suppose également un dispositif de contrôle crédible. Les usagers doivent avoir la certitude que tout le monde paie, et pas seulement le citoyen « bête et discipliné ». Le contrôle doit également être proportionné. Il doit avoir une certaine visibilité, mais ne pas être perçu comme une surveillance de tous les instants ou une intrusion dans sa vie.

Un système transparent, équitable et compréhensible doit reposer sur des règles claires, un accès simple et un dispositif de contrôle crédible.

## 6.5. Protection de la vie privée

Les aspects concernant la vie privée influencent la solution technique à retenir pour un système de tarification routière ainsi que son acceptation par le public et du point de vue juridique. Le respect de la vie privée englobe à cet égard :

- Les données nominatives concernant l'utilisateur.
- Les données concernant les paiements et les contrats.
- Les données concernant les mouvements de circulation.

Les critères de protection de la vie privée applicables aux données à caractère personnel concernant les usagers, les paiements et les contrats d'un système de tarification routière sont essentiellement les mêmes que dans les systèmes analogues -- télécommunications, banque ou commerce de détail -- et doivent faire l'objet d'un traitement comparable.

Un système de tarification routière a ceci de particulier qu'il localise un véhicule dans l'espace et dans le temps. Selon le type de tarification et la solution technique retenue, il se peut que les données sur le profil de déplacement quotidien d'un usager soient stockées dans le système. Il importe donc que le traitement de ces données soit conforme au droit de protection de la vie privée, transparent et compréhensible pour le public. La protection de la vie privée revêt davantage d'importance pour les véhicules privés que pour les flottes d'entreprises, étant donné qu'un véhicule privé peut être associé à une personne particulière (propriétaire ou conducteur), mais pas un véhicule commercial (dont le conducteur n'est pas toujours le même).

On a tendance à traiter les questions de vie privée par des moyens techniques, notamment par diverses mesures faisant appel aux techniques cryptographiques. La conservation des données dans certains environnements fait également débat. Doit-on par exemple traiter toutes les données dans l'équipement embarqué et ne transférer que des données globales quotidiennes au bureau central ? L'application de ces principes de protection de la vie privée implique en général certains coûts et complique quelque peu la conception du système. Les solutions sont en général adaptées et suffisent normalement pour respecter les prescriptions légales.

Toutefois la perception des choses n'est pas influencée par la conception du système et il est probablement préférable de se pencher sur les modalités institutionnelles. Ainsi, cela ne dérange peut-être pas le citoyen que son opérateur de téléphonie mobile connaisse tous ses déplacements ou que sa banque connaisse en détail sa situation financière. Il veut en général pouvoir choisir à qui il confie ses données et il le fait avec plus de facilité s'il en tire un avantage évident. Il veut pouvoir acquitter son péage routier auprès d'un organisme de confiance, comme son automobile-club, son supermarché ou son opérateur de téléphonie mobile. Comme les autorités externalisent en général de toute façon le fonctionnement du système de tarification, c'est là l'occasion d'assurer une bonne protection de la vie privée des usagers, surtout aux yeux du public.

Les données sur les mouvements des usagers sont sensibles et peuvent avoir une incidence sur la vie privée. Là encore, la perception que le public aura de la protection de la vie privée est fondamentale. L'utilisateur ne doit pas avoir l'impression d'avoir un « espion dans la voiture ».

## 6.6. Mesures d'accompagnement

Un prix n'est acceptable que s'il est payé en contrepartie d'une juste valeur. Comme nous l'avons déjà vu, les avantages liés à une réduction de la congestion ne se concrétisent qu'une fois la mesure mise en œuvre. Jusque là, ils ne sont vus que comme de vagues promesses par la plupart des citoyens.

Il est par conséquent utile de renforcer les avantages du péage pour le citoyen. À mon grand étonnement, on a à cet égard privilégié la prestation de « services à valeur ajoutée ». On disait ainsi à l'utilisateur qu'il devrait installer dans sa voiture un boîtier de péage, mais que cet équipement pourrait également lui donner accès à certains services utiles. Une longue liste de ce type de services à valeur ajoutée a été proposée dans le passé, surtout dans le cadre des systèmes de tarification des poids lourds, qui nécessitent un équipement embarqué relativement performant : navigation, info-circulation, gestion de flotte, communications d'urgence, paiement automatisé du stationnement, paiement à la pompe et même du service à l'auto chez McDonalds.

Ces propositions, qui reposaient dans une très large mesure sur la technologie, n'ont pas connu le succès escompté sur le marché. S'agissant d'applications utiles en milieu urbain, les appareils mobiles dernier cri du type iPhone sont difficiles à concurrencer. Pas besoin d'un boîtier de péage pour choisir son itinéraire, trouver le prochain restaurant ou payer son hamburger.

Ce que je souhaiterais toutefois, c'est que le dispositif de tarification soit entièrement intégré dans la mobilité quotidienne de la ville. Si le péage de congestion, par exemple, pouvait également servir de titre de transport quotidien pour les transports publics, ou permettait le stationnement en ville, ou encore si la délimitation de la zone tarifée correspondait à celle des zones tarifaires des transports publics, on aurait l'impression qu'un certain nombre de personnes auraient mené une réflexion en prenant en compte le quotidien de l'utilisateur. Si ce dernier sent qu'il n'est pas simplement obligé d'acquitter un péage, mais que ce péage s'inscrit dans un dispositif qui améliore sa mobilité urbaine, il rechignera moins.

Comme on l'a vu, il est utile de prévoir des recettes supplémentaires et de ne pas viser la « neutralité complète » du point de vue des recettes. Les recettes supplémentaires trouveront une bonne utilisation dans des mesures d'accompagnement, comme l'amélioration des transports publics, l'aménagement de parcs relais ou l'instauration d'une carte de mobilité urbaine donnant accès à l'ensemble de l'offre de transport -- transports publics, stationnement ou circulation sur réseau à péage.

L'interopérabilité n'est pas une mesure d'accompagnement à proprement parler, mais elle s'y apparente beaucoup. Actuellement, les systèmes de tarification urbaine se limitent aux grandes agglomérations et ne constituent que des cas isolés. À mesure que les régions adopteront cet outil pour gérer la demande et que l'automatisation des péages autoroutiers interurbains progressera, il faudra proposer aux usagers un dispositif et un contrat uniques pour acquitter tous les péages routiers. Aujourd'hui, comme on s'intéresse principalement aux déplacements domicile-travail à l'intérieur des

limites de l'agglomération, l'interopérabilité des équipements n'est pas encore vraiment une nécessité, mais compte tenu du succès croissant des mesures de tarification, qui sont inévitables, elle ne devra plus être considérée comme une simple mesure d'accompagnement, mais un impératif.

La tarification doit s'inscrire dans un tout. L'utilisateur acceptera plus facilement une nouvelle redevance s'il en retire en contrepartie des avantages clairs.

## 7. CONCLUSIONS

Pour qu'un projet de tarification produise les effets recherchés, trois étapes essentielles doivent faire l'objet d'une planification et d'une mise en œuvre minutieuses :

- Conception technique.
- Configuration du système.
- Acceptation.

L'ordre de priorité est en fait inversé : sans une acceptation et un appui suffisant, la nouvelle mesure de tarification n'aura aucune chance de franchir les premiers obstacles politiques et ne parviendra même pas au stade de la mise en œuvre. Une fois l'acceptation acquise, il faut une configuration judicieuse, étant donné que ce sont les règles de tarification qui déterminent si le système aura ou non les effets souhaités sur le trafic. La conception technique a certainement aussi son importance pour la réussite du projet, mais la technologie nécessaire est disponible et ne doit pas primer sur le reste.

Malheureusement, le degré de difficulté évolue lui aussi de bas en haut. C'est en effet l'acceptation qui est la plus difficile à obtenir. On dispose bien de certaines indications sur les points où il convient d'insister en fonction de l'expérience acquise dans les différents projets menés dans le monde, mais sans garantie. Le sujet suscite des réactions émotives, il n'est pas linéaire, varie selon la localisation de la mesure dans le temps et comprend de multiples aspects. Heureusement, depuis quelques années, on connaît et on comprend mieux la configuration des systèmes. Les aspects techniques, en particulier, ne sont plus un obstacle. Il existe des solutions et des produits efficaces qui ne demandent qu'une configuration technique et une gestion de projet efficace.

Pourtant, la principale conclusion de la présente étude des principaux facteurs de réussite de la mise en œuvre de la tarification est que cet outil de gestion du trafic permet aussi maintenant de s'attaquer aux problèmes de la croissance des villes. Certes, la tarification de la congestion n'est pas encore aussi au point que d'autres outils de gestion du trafic et sa mise en œuvre n'est pas toujours une réussite, mais quand tel est le cas, son efficacité est inégalée. Hormis l'interdiction pure et simple de l'automobile, aucun autre outil de gestion du trafic n'a eu de meilleur effet sur la congestion que la tarification.

La conception d'un système perfectionné de tarification à l'échelle nationale pour les camions nécessite une conception technique et une gestion de projet minutieuses.

La conception d'un système de tarification de la congestion urbaine doit prendre dûment en compte un certain nombre de questions de mise en œuvre qui revêtent une importance déterminante pour l'acceptation du projet : vision, inspiration, détermination et ... un peu de chance.

**La tarification de la congestion urbaine : plus un art qu'une technique.**

## RÉFÉRENCES

- 1 “*Urban Pricing - From Theory to Reality*”, DG Transport et énergie, Commission Européenne, 2006.
- 2 D’après : “*The Urban Environment: The New Challenge for DSRC*”, Mark Wedlock, Jeremy Evans, Nick Patchett, Paul Mellon, Jesper Engdahl, Ian Wilkinson; ITS World Congress, Londres 2006.
- 3 Convention des Nations Unies sur la circulation routière, Vienne, 8 novembre 1968.
- 4 Atelier d’Helsinki sur la tarification routière, Kristian Appel et Bernhard Oehry, Helsinki, novembre 2008 (disponible auprès des auteurs).
- 5 “*Mobility Pricing Synthesebericht (rapport de synthèse sur la tarification de la mobilité)*”, M. Rapp, B. Oehry, Ch. Egeler, Rapp Trans AG; publié par l’Association suisse des professionnels de la route et des transports, octobre 2007.
- 6 “*Congestion Charging Critical Success Factors*”, Booz Allen Hamilton, rapport au Ministère des Transports, Nouvelle-Zélande, 2005.
- 7 P. Goodwin, discours-programme, séminaire sur la tarification routière, IET, Birmingham, 22-23 mai 2007.

**L'EXPÉRIENCE DE SINGAPOUR : ÉVOLUTION DES TECHNOLOGIES,  
COÛTS ET AVANTAGES, ENSEIGNEMENTS**

**Kian-Keong CHIN**  
**Land Transport Authority**  
**Road Operations & Community Partners**  
**SINGAPOUR**



## SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION .....	65
2.	SYSTÈME MANUEL DE TARIFICATION ROUTIÈRE .....	65
	2.1. Horaires d'application.....	66
	2.2. Véhicules concernés et redevances .....	66
	2.3. Incidences sur le trafic .....	67
	2.4. Le passage du manuel à l'électronique .....	67
3.	PÉAGE ÉLECTRONIQUE.....	67
	3.1. Programmes antérieurs à l'installation du péage électronique.....	68
	3.2. Incidences sur la circulation.....	68
	3.3. Variation des péages .....	69
	3.4. Bilan économique du système de péage électronique de Singapour.....	69
	3.5. Extension du péage électronique.....	70
	3.6. Le péage électronique et les déplacements pendulaires .....	70
	3.7. Péage électronique de gestion de la circulation à l'intérieur du périmètre commerçant.....	71
	3.8. Péage électronique de gestion de la circulation intra-urbaine aux heures de pointe de la soirée .....	72
	3.9. Autres aspects.....	73
4.	ENSEIGNEMENTS .....	74
5.	CONCLUSION .....	75
	NOTES .....	76
	BIBLIOGRAPHIE.....	77

Singapour, janvier 2010



## 1. INTRODUCTION

Singapour est un État insulaire d'une superficie de 710 km<sup>2</sup> environ, qui s'étend sur 42 kilomètres en longueur, et sur 23 kilomètres du Nord au Sud. Densément peuplé – avec plus de 4.8 millions d'habitants –, l'infrastructure qui répond à ses besoins de transport se compose de 147 kilomètres de lignes de transports en commun rapides et légers, ainsi que de 3 300 kilomètres de routes où circulent plus de 900 000 véhicules.

Les contraintes d'espace empêchent Singapour d'envisager une stratégie globale des transports reposant sur la construction ininterrompue de routes pour satisfaire aux besoins de mobilité de sa population. Il lui faut un réseau de transports publics au maillage serré à des prix abordables, ainsi que des instruments de gestion durable de la demande. C'est pourquoi son schéma directeur des transports terrestres, lancé il y a peu, fait au transport collectif une place de choix, sans cesser pour autant de gérer l'utilisation des axes routiers et de répondre aux différents besoins de ses voyageurs. Pour atteindre ces objectifs, le maintien de la tarification routière est un facteur déterminant.

La tarification routière est associée depuis longtemps à Singapour, où son instauration remonte à juin 1975. Ses modalités ont fait l'objet de multiples changements entre temps. Il s'agissait au début d'un système manuel fonctionnant avec des autorisations sur support papier, qui ne nécessitait que peu de moyens technologiques, mais il a évolué depuis, jusqu'à devenir aujourd'hui un système complexe qui fait intervenir plusieurs technologies. Les principes économiques du péage restent valables, mais la structure de la tarification a été progressivement modifiée dans un souci d'efficacité, au profit de l'ensemble de la collectivité.

## 2. SYSTÈME MANUEL DE TARIFICATION ROUTIÈRE

Le système manuel, appelé *Area Licensing Scheme* (ALS), était un péage de zone en vertu duquel l'utilisateur, pour pénétrer dans la partie de la ville dénommée *Restricted Zone* (RZ), devait présenter une autorisation sur papier qu'il avait préalablement achetée. Ce système, qui est resté en service durant 23 ans, a été remplacé par un péage électronique en 1998.

Pour s'introduire dans la zone soumise à péage pendant les heures à circulation régulée, les conducteurs des véhicules non exemptés devaient acheter l'autorisation de circuler à l'intérieur du périmètre de l'ALS à des points de vente en bordure des voies d'accès à la zone, ainsi que dans des stations service, des bureaux de poste ou des bazarettes. Ces autorisations étaient journalières ou mensuelles.

Des agents de la force publique postés aux points de contrôle s'assuraient que les véhicules non exemptés affichaient bien leur autorisation en cours de validité sur le pare-brise, ou sur le guidon dans le cas des motocycles et des scooters. Ils relevaient le numéro de la plaque d'immatriculation des véhicules en infraction, et les autorités envoyaient au propriétaire l'avis de contravention sanctionnant son entrée dans la zone à péage sans autorisation valable. En revanche, les véhicules pouvaient librement circuler à l'extérieur de cette zone ou en sortir sans disposer de cette autorisation.

## 2.1. Horaires d'application

L'ALS a été mis en place en juin 1975 tous les jours entre 7 heures 30 et 9 heures 30, hors dimanches et jours fériés. Trois semaines plus tard, cet horaire a été prolongé jusqu'à 10 heures 15, afin de limiter l'afflux de véhicules immédiatement après la cessation à 9 heures 30 des prélèvements du péage de zone. L'ALS a été appliqué pendant 2 heures  $\frac{3}{4}$  chaque jour ouvrable durant les heures de pointe de la matinée jusqu'en juin 1989, date à laquelle des changements fondamentaux ont été effectués. Une nouvelle période de restriction d'accès a été ajoutée durant les heures de pointe de la soirée, de 16 heures 30 à 19 heures, les jours ouvrables.

En janvier 1994, d'autres modifications radicales ont été apportées à l'ALS. L'horaire à accès payant a été prolongé pour couvrir la tranche horaire allant de 10 heures 15 à 16 heures 30 les jours ouvrables, et les heures consécutives à la pointe de la matinée, de 10 heures 15 à 15 heures, le samedi. Ultérieurement, la fin de la plage horaire tarifée du samedi a été ramenée à 14 heures en raison de l'amélioration des conditions de circulation à l'intérieur de la zone soumise à péage.

## 2.2. Véhicules concernés et redevances

Lorsque l'ALS a été lancé en 1975, les taxis, les autobus publics, les véhicules utilitaires, les motocycles et les voitures particulières transportant trois passagers ou plus (covoiturage) étaient exemptés. Quelques mois plus tard, en août de la même année, l'exemption dont bénéficiaient les taxis a été supprimée.

En juin 1989, l'achat d'autorisations ALS avant d'entrer dans la zone à péage pendant les horaires à accès payant a été rendu obligatoire pour les motocycles et les utilitaires également. L'exonération accordée pour covoiturage a aussi été supprimée, parce que des voitures particulières prenaient comme passagers des migrants alternants censés se déplacer en autobus au lieu d'organiser un véritable covoiturage.

Au début, en 1975, l'autorisation ALS coûtait 3 SGD<sup>1</sup> par jour pour les voitures, montant qui a progressivement augmenté pour atteindre 5 SGD en 1980. La refonte du système opérée en 1989 a toutefois donné lieu à une réduction des tarifs en raison du nombre accru de véhicules assujettis à autorisation payante. La redevance à acquitter par jour pour une voiture a alors été ramenée à 3 SGD.

Par suite des changements apportés en janvier 1994, deux niveaux de redevances pour deux types d'autorisations ont été adoptés -- l'une permettait de circuler toute la journée, l'autre uniquement entre les tranches horaires de pointe --, les tarifs applicables aux voitures étant respectivement de 3 SGD et de 2 SGD.

### 2.3. Incidences sur le trafic

Le trafic entrant dans la zone à péage a chuté de 44 pour cent dans un premier temps, mais son volume a remonté, et la baisse en 1988 représentait 31 pour cent. Et ce malgré la progression d'un tiers de l'emploi dans la ville, et l'augmentation de 77 pour cent du parc automobile au cours de la même période. La circulation a diminué, parce que nombre d'automobilistes, qui ne se rendaient pas en ville même, mais empruntaient la voirie pour la traverser, ont cessé de le faire, et que d'autres ont choisi d'arriver plus tôt pour ne pas avoir à acheter l'autorisation ALS.

### 2.4. Le passage du manuel à l'électronique

Étant donné qu'il fonctionnait manuellement, l'ALS exigeait des effectifs nombreux. Il fallait chaque jour y employer une soixantaine d'agents de la force publique, en plus des 60 fonctionnaires requis aux points de vente des autorisations. Le contrôle était une tâche éprouvante, vu les longues heures que les agents devaient passer au soleil ou sous la pluie, sans parler de la poussière et du bruit. De plus, le système comptait, à son maximum, 16 types d'autorisations différentes, ce qui demandait aux représentants des forces de l'ordre une grande concentration pour les identifier correctement. Il était inévitable que des erreurs fussent parfois commises, entraînant occasionnellement l'envoi indu d'avis de contraventions.

Les entrées de la zone à péage étaient toujours prises d'assaut immédiatement avant ou après les plages horaires réglementées en raison de la différence notable entre la gratuité et le tarif de 3 SGD. En conséquence, le volume du trafic entrant dans la ville connaissait de fortes pointes passagères. Des tarifs intermédiaires ou modulés en fonction des horaires auraient permis de lisser ces pointes, mais leur application était difficile, parce que les agents auraient dû faire la distinction entre un nombre encore plus grand de catégories d'autorisations sur papier.

## 3. PÉAGE ÉLECTRONIQUE

Les inconvénients du système manuel de tarification routière ont conduit à rechercher méthodiquement une technologie plus efficace au début des années 90. A l'époque, les systèmes de péage électronique en étaient à leurs débuts, et après plusieurs années d'essais de prototypes menés avec des fournisseurs potentiels<sup>2</sup>, un contrat a été signé en 1995 pour l'installation d'un système utilisant les communications dédiées à courte distance (DSRC).

Le système de péage électronique faisait intervenir trois grandes catégories d'éléments. La première comprenait l'unité embarquée et la carte à puce prépayée. L'unité embarquée a été produite spécialement pour le système, tandis que les cartes prépayées multiprestataires étaient commercialisées par un consortium de banques locales.

La deuxième catégorie se composait du matériel installé sur le terrain aux portiques de péage électronique, notamment les antennes, les détecteurs de véhicules et le système de caméras de contrôle. Les données prélevées étaient retransmises de façon continue au centre de contrôle par des lignes de télécommunications louées.

Les éléments de la troisième catégorie, notamment divers processeurs dorsaux, les systèmes de surveillance, et l'horloge mère permettant de synchroniser l'heure de tous les portiques de péage électronique, se trouvaient dans le centre de contrôle, où étaient traitées toutes les transactions financières et les images d'infractions.

Le système de péage électronique a été conçu dans un souci de simplicité d'utilisation. Grâce à la carte intelligente insérée dans l'unité embarquée, la redevance appropriée est automatiquement déduite chaque fois que le véhicule passe par le portique de péage électronique. Un bref bip sonore prévient que la transaction est réussie. Si la carte n'est pas suffisamment approvisionnée ou n'est pas insérée dans l'unité embarquée, les caméras de contrôle du portique photographient l'arrière du véhicule. Une photo de contrôle est prise également si le véhicule est dépourvu d'unité embarquée. Le numéro d'immatriculation du véhicule est automatiquement lu à l'aide de techniques de reconnaissance optique de caractères (ROC) et le propriétaire du véhicule reçoit ensuite un courrier réclamant le paiement de la somme due, majorée des frais administratifs. Si l'auteur de l'infraction n'acquiesce pas les taxes et redevances dues, il peut être cité à comparaître devant un tribunal.

### **3.1. Programmes antérieurs à l'installation du péage électronique**

Deux grands programmes ont été mis en œuvre avant d'adopter le péage électronique. Dans le cadre du premier, des unités embarquées ont été installées dans les 680 000 véhicules qui étaient alors éligibles ; le second était un programme publicitaire destiné à informer les automobilistes et les motocyclistes sur le système de péage électronique et à les y préparer.

Ce programme de publicité était important pour la réussite du lancement du péage électronique. Il a été mis en train avant même que commence celui d'installation des unités embarquées, et il s'est étendu sur plus d'une année, avant et après la date d'inauguration du système. Des brochures ont été envoyées à tous les propriétaires de véhicules : elles expliquaient en détail le système de péage électronique, son mode de fonctionnement et les différences par rapport aux systèmes ALS et RPS (*Road Pricing Scheme*, qui est un péage linéaire). De plus, le nouveau système de tarification routière a fait l'objet d'annonces dans la presse et à la télévision pour renforcer la sensibilisation du public.

Avec le péage électronique, tous les véhicules doivent être équipés d'unités embarquées pour franchir les portiques. Les redevances sont applicables à tous les types de véhicules dans les plages horaires où le péage fonctionne, à l'exception des véhicules d'urgence (ambulances, véhicules de pompiers et de police). Lors de la première mise en service du système, le tarif variait de 0.50 SGD à 3.00 SGD par passage aux portiques.

### **3.2. Incidences sur la circulation**

Le volume du trafic entrant dans le quartier central d'affaires a été réduit de quelque 10-15 pour cent durant les heures de fonctionnement du péage électronique, par rapport aux volumes constatés avec le système ALS. Même si la redevance que devaient acquitter la plupart des automobilistes était

moins élevée qu'avec l'ALS -- elle allait de 0.50 SGD à 2.50 SGD --, un remaniement fondamental de la structure de tarification a entraîné un changement de comportement en matière de déplacements : un seul paiement ne donnait plus lieu à un nombre illimité d'entrées dans le quartier d'affaires. Selon les estimations, environ 23 pour cent de ces entrées les jours où l'ALS était en service concernaient des trajets répétés pour lesquels nul péage n'était acquitté en sus du premier. En conséquence, avec le péage électronique, beaucoup d'automobilistes qui effectuaient plusieurs parcours en ont réduit le nombre, par exemple les salariés qui ont cessé de se rendre en voiture à des rendez-vous en milieu de journée ou à des déjeuners – ils ont été plus nombreux à emprunter les transports publics à cet effet.

### 3.3. Variation des péages

Le système de péage électronique nécessitait moins de personnel, d'où la possibilité de modifier plus fréquemment les redevances. Il a donc permis d'optimiser l'utilisation de l'espace routier dans le réseau. Les péages sont fixés de façon que le trafic s'écoule le plus facilement possible (au bénéfice donc d'un maximum d'usagers de la route), et la vitesse moyenne de circulation est le paramètre utilisé pour en mesurer approximativement le débit. Sur la voirie urbaine, les vitesses moyennes devraient se situer entre 20 km/h et 30 km/h, alors que sur les routes express elles devraient être comprises entre 45 km/h et 65 km/h<sup>3</sup>. Lorsque la vitesse dépasse la limite supérieure, il y a lieu de penser que trop peu de véhicules circulent dans l'espace routier disponible, lequel n'est donc pas utilisé de façon optimale : on peut alors réduire la redevance à payer pour permettre à un plus grand nombre de véhicules de l'emprunter. Au contraire, si la vitesse descend en-dessous du seuil inférieur, les véhicules sont trop nombreux et c'est le signe que l'on peut relever le montant du péage.

Cette révision des tarifs du péage électronique intervient tous les trois mois et, au fil des ans, leur niveau s'est stabilisé ; c'est seulement dans un petit nombre de portiques que le péage est ajusté chaque fois que la révision a lieu.

### 3.4. Bilan économique du système de péage électronique de Singapour

La valeur du contrat initial concernant ce système s'élevait à 200 millions SGD, la moitié de ce montant étant destinée à financer un million d'unités embarquées. A l'origine, le système comportait 33 portiques de péage électronique, mais leur nombre a augmenté et il en compte 66 aujourd'hui. Le coût de chaque unité embarquée, installation comprise, était de 150 SGD, mais l'équipement des 680 000 véhicules en circulation à l'époque a été pris en charge par l'État.

Étant donné qu'ils allaient devoir acquitter le péage à chaque passage aux portiques, on s'attendait à voir les automobilistes déboursier au total des sommes plus importantes qu'ils ne le faisaient collectivement avec l'ALS. En conséquence, la taxe annuelle de circulation a fait l'objet d'une réforme, afin de réduire le poids de la fiscalité routière pour les particuliers. De plus, chaque propriétaire de véhicule a bénéficié d'un abattement ponctuel de la taxe sur les véhicules afin que, tout compte fait, l'adoption du péage électronique soit fiscalement neutre pour l'État et plus acceptable aux yeux de la population motorisée.

Bien que les recettes perçues au titre du péage électronique alimentent le *Government Consolidated Fund* et ne soient pas préaffectées au financement des transports, il a été vigoureusement souligné que le péage électronique était un outil de gestion de la circulation et non un moyen de prélever des recettes. En fait, quand le péage électronique a commencé à fonctionner, les recettes se

sont avérées nettement inférieures à celles perçues avec l'ALS<sup>4</sup>, à savoir de 30 pour cent environ. Cependant, étant donné que le péage électronique avait pour but de gérer la circulation, ces recettes inférieures aux prévisions ne posaient pas un problème. Le nombre de portiques ayant augmenté, les recettes aussi et, à l'heure actuelle, elles dépassent légèrement celles qui étaient collectées avec l'ALS. Comme l'adoption du péage électronique ne visait pas la génération de recettes, le système n'a pas fait l'objet d'évaluations précises des coûts et avantages, ce qui n'a pas empêché de déployer d'importants efforts pour limiter les coûts de sa mise en œuvre et de son exploitation. En lieu et place de l'ACA, on s'est fondé sur les vitesses de circulation observées pour mesurer l'efficacité du péage électronique.

Bien entendu, le coût des portiques de péage électronique a augmenté au fil des ans, et chacun coûte aujourd'hui environ 1 fois ½ de plus qu'en 1998. Bien que le coût des unités embarquées ait lui aussi augmenté, celui de leur installation a diminué, parce que les divers installateurs ont acquis de l'expérience et intégré ce poste dans leurs frais généraux. L'unité embarquée, installation comprise, revient donc actuellement au même prix qu'auparavant, c'est-à-dire 150 SGD. Les coûts de gestion et d'entretien du système de péage électronique se sont également accrus avec le temps, ce qui est logique vu la multiplication des portiques et des unités embarquées, mais ils restent équivalents à quelque 20-30 pour cent du total des recettes perçues.

### 3.5. Extension du péage électronique

Lorsque le péage électronique a été lancé en 1998, les planificateurs des transports ont commencé à étudier comment s'en servir pour maîtriser la congestion hors de l'agglomération. Ils avaient prévu de créer un péage cordon extérieur, mais il a été finalement décidé que les portiques de péage électronique sur chacune des voies d'accès concernées ne seraient installés que si la vitesse descendait en-dessous d'un seuil donné. C'est pourquoi des portiques ont été progressivement ajoutés à partir de 1999. A la fin de 2008, 15 portiques de péage électronique, sur les 21 nécessaires pour équiper totalement le cordon extérieur, étaient en service pour réguler la circulation aux heures de pointe.

### 3.6. Le péage électronique et les déplacements pendulaires

Le péage électronique qui a remplacé l'ALS, et les portiques ultérieurement installés sur le cordon extérieur, ont été efficaces pour gérer les flux du trafic entrant dans l'agglomération, mais ils étaient sans effet sur les flux sortants. Par conséquent, la congestion a gagné certains des grands axes reliant la ville aux principales zones résidentielles. Il a donc fallu élargir l'application de la stratégie de tarification routière aux trajets de retour au domicile aux heures de pointe de la soirée. En août 2005, un portique de péage électronique a été installé sur le tronçon le plus encombré d'une grande route express partant de la ville vers le Nord. Il s'est produit en conséquence une redistribution du trafic sur d'autres axes et dans d'autres plages horaires, d'où une baisse de quelque 25 pour cent de son volume sur cette importante route express dans la période de pointe de la soirée, de 18 heures à 20 heures, les jours ouvrables.

Néanmoins, la circulation sur la route express s'est de nouveau intensifiée au fil du temps ; de fait, une forte proportion de véhicules quittait la route juste avant le portique de péage, ce qui a provoqué une congestion chronique sur le tronçon qui le précédait. Aussi a-t-il fallu, deux ans plus tard, en novembre 2007, installer un nouveau portique en amont de celui déjà en place. Compte tenu des caractéristiques des flux de circulation sur cette route express, le nouveau portique de péage

électronique devait être opérationnel les jours ouvrables entre 17 heures 30 et 22 heures 30. Le volume du trafic sur ce tronçon de voie a été réduit de 20 pour cent environ durant ces 5 heures, et la congestion résorbée.

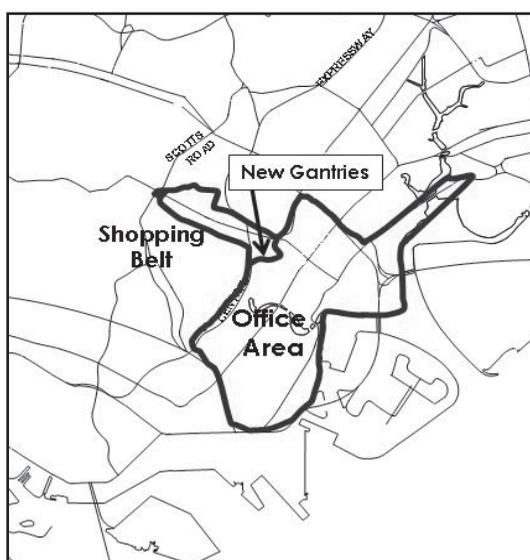
### 3.7. Péage électronique de gestion de la circulation à l'intérieur du périmètre commerçant

La zone du centre d'affaires soumise à tarification comprenait une partie de la ville où prédominent les magasins, et les caractéristiques de la circulation y différaient quelque peu de celles que l'on observait sur la voirie du quartier occupé par des bureaux. Il s'agissait du périmètre commerçant d'Orchard Road, dans lequel la plupart des commerces ouvraient après 10 heures 30, d'où une faible densité du trafic aux heures de pointe du matin. Mais à partir de la mi-journée, la circulation s'y densifiait et les encombrements récurrents étaient monnaie courante, tant les jours ouvrables que le samedi.

On a constaté qu'environ 35 pour cent des véhicules empruntant l'artère principale du quartier commerçant ne faisaient que le traverser, pour se rendre au-delà, dans le quartier central d'affaires principalement occupé par des bureaux.

C'est ainsi qu'en 2005, un système de péage électronique plus élaboré a été mis au point : le périmètre commerçant a été considéré comme une sous-zone et équipé de portiques supplémentaires à la limite du quartier où prédominaient les bureaux (cf. Figure 1). Ces nouveaux portiques autorisaient trois modulations de la tarification pour réagir aux variations du débit de circulation dans le périmètre commerçant.

Figure 1. Séparation du périmètre commerçant et de la zone à prédominance de bureaux



*Légende :* Nouveaux portiques.  
Périmètre commerçant.  
Quartier de bureaux.

En premier lieu, le péage applicable au trafic entrant dans cette zone commerciale durant les heures de pointe du matin a été supprimé, car il n'y avait guère d'encombres dans cette plage horaire de la journée. Deuxièmement, à partir de la mi-journée, les véhicules qui traversaient la sous-zone commerçante pour se rendre dans le quartier de bureaux devaient franchir deux portiques de péage électronique où était prélevé un total de redevances supérieur au tarif à payer pour pénétrer directement dans le quartier de bureaux en empruntant d'autres voies. Cette mesure a permis de ramener de quelque 35 pour cent à 20 pour cent le trafic en transit dans ces rues commerçantes. Pour ne pas dissuader les gens d'aller faire des courses dans cette zone, le tarif payable par ceux qui s'y rendaient a été réduit, et le volume du trafic vers cette destination est demeuré inchangé. Troisièmement, l'accès le samedi à la zone commerçante était payant, mais non le passage par le quartier de bureaux (où il n'y a pas de congestion le weekend).

Les résultats obtenus ont été à la hauteur des attentes qu'avait suscitées la nouvelle stratégie de tarification. Le trafic horaire dans les rues commerçantes a été réduit de 14-36 pour cent durant les périodes soumises à péage les jours ouvrables, et de 19-34 pour cent le samedi, en raison surtout de la diminution du trafic en transit. En réalité, d'après une enquête sur les véhicules qui se sont garés dans les parkings de la zone commerçante, leur nombre a légèrement augmenté, tant les jours ouvrables que le samedi. De plus, on a observé une fréquentation plus importante aussi des parcs de stationnement le dimanche. On peut affirmer que la modification de la stratégie de tarification a incité une partie des gens qui faisaient habituellement leurs courses en semaine ou le samedi à les faire le dimanche, et que l'atténuation de la congestion les jours ouvrables et le samedi a été un facteur d'attraction d'un trafic supplémentaire vers la zone en question.

### **3.8. Péage électronique de gestion de la circulation intra-urbaine aux heures de pointe de la soirée**

La circulation de plus en plus dense en ville a amené à revoir en 2008 la stratégie de tarification, afin de faire face au trafic intra-urbain, car le péage électronique ne s'appliquait pas jusque là aux véhicules circulant exclusivement à l'intérieur de la ville.

Le centre d'affaires à prédominance de bureaux a été divisé en deux parties par une nouvelle ligne de péage le long de la rivière Singapour équipée de cinq portiques seulement. Le franchissement de cette ligne dans l'un ou l'autre sens a été assujéti au péage électronique (cf. Figure 2), mais uniquement pendant les heures de pointe de la soirée, c'est-à-dire de 18 heures à 20 heures, car ce n'est que dans cette plage horaire que la congestion était assez importante. Après cette modification de la stratégie de tarification, le trafic horaire traversant la ville qui franchissait cette ligne a chuté d'un pourcentage de 28 – 37 pour cent en période de pointe du soir. Cette baisse notable de la circulation a inquiété les commerçants, vu la diminution concomitante de leurs ventes.

Cependant, le tassement de l'activité n'était pas à coup sûr directement imputable au changement de stratégie de tarification, parce que l'activité économique en général s'était ralentie aussi en raison des difficultés financières qui ont frappé le monde entier. Néanmoins, étant donné que les vitesses de circulation avaient nettement augmenté, les tarifs de péage ont été corrigés trois mois plus tard, conformément au critère établi d'ajustement de la tarification. Cet ajustement a été suivi d'une réduction nette moins forte que prévu du débit de circulation, le trafic horaire ayant baissé de 30 pour cent au maximum (au lieu de 37 pour cent), par rapport aux conditions de circulation qui prévalaient avant la création de la nouvelle ligne de péage. Dans les voies urbaines, la fluidité de la circulation est demeurée relativement satisfaisante.

Figure 2. Gestion de la circulation intra-urbaine par la nouvelle ligne de péage



Légende : Nouvelle ligne de péage.

### 3.9. Autres aspects

Les mécanismes de tarification routière et la problématique de la protection de la vie privée sont toujours indissociables. En conséquence, beaucoup a été fait pour dissiper les craintes des automobilistes. Compte tenu de la nature dynamique du système, il n'était guère nécessaire que l'ordinateur central suive les déplacements des véhicules, puisque les redevances étaient toutes prélevées au point d'utilisation sur la carte à puce insérée dans l'unité embarquée. L'historique des transactions était conservé dans la mémoire du processeur de la carte détenue par le particulier. Les autorités ont pris une mesure supplémentaire pour assurer les usagers que toutes les transactions enregistrées pour obtenir le paiement auprès des banques seraient effacées de l'ordinateur central une fois l'opération effectuée – normalement, dans un délai de 24 heures.

La question de l'utilisation du système de péage électronique comme instrument dont l'État pouvait se servir pour se procurer des recettes a également été soulevée. Toutefois, le péage électronique a toujours été présenté comme un outil de gestion de la circulation, l'aspect budgétaire n'ayant jamais été envisagé, comme il ne l'est toujours pas aujourd'hui. De fait, lorsque le péage électronique a remplacé l'ALS en 1998, les recettes perçues n'atteignaient que 60 pour cent environ de leur niveau passé. Néanmoins, les autorités n'ont pas relâché leurs efforts pour faire savoir que le péage électronique n'avait pas pour but de générer des recettes, et pour bien faire passer le message, elles ont réduit la taxe à l'achat des véhicules et la taxe annuelle de circulation chaque fois qu'une variation importante du péage électronique a été adoptée.

## 4. ENSEIGNEMENTS

L'un des principaux enseignements que l'expérience de Singapour nous dispense doit être de mesurer combien il importe de faire preuve de souplesse et de faculté d'adaptation, ainsi que d'être prêt à modifier les systèmes de tarification de la congestion pour cibler certaines catégories d'usagers qui contribuent aux encombrements, comme cela a été le cas en créant le périmètre d'Orchard Road pour gérer le trafic dans le quartier commerçant ou la nouvelle ligne de péage à travers la ville pour réguler la circulation intra-urbaine.

La tarification de la congestion doit s'appuyer sur de solides justifications, confirmées par l'expérience réelle des automobilistes lors de leurs déplacements en voiture. A Singapour, ce sont les vitesses de circulation observées d'un portique de péage à l'autre qui amènent à décider d'adopter le péage ou d'en ajuster les tarifs. Les dispositions prises pour modifier les tarifs six fois par an en fonction de l'évolution des conditions de circulation et de leurs variations saisonnières sont utiles pour convaincre les automobilistes que le péage est un instrument de gestion de la circulation et non un moyen de générer des recettes. En définitive, le système doit être techniquement robuste et reposer sur une logique incontestable. Il importe aussi qu'il soit simple et le reste, afin que tous les usagers comprennent aisément les raisons pour lesquelles la tarification routière est efficace et ses modalités de fonctionnement.

Bien qu'un système de péage de congestion puisse se justifier d'un point de vue technique et sur la base d'arguments rationnels, il faut attacher une importance primordiale à la communication destinée à renseigner sur ses raisons d'être les usagers de la route et les milieux concernés, notamment les entreprises. On n'en fait jamais trop en matière de communication et de publicité sur les systèmes de tarification routière. Dans le cas de Singapour, en dépit d'intenses activités de cette nature, il arrive encore parfois que des automobilistes allèguent l'ignorance ou continuent de contester le bien-fondé du dispositif.

Il convient de toujours ménager des solutions de rechange viables aux automobilistes qui décident de ne pas acquitter des péages de congestion – il peut s'agir d'itinéraires de remplacement ou de la possibilité de se déplacer à un autre moment. Pour ceux qui décident de ne pas se servir de la voiture, il doit exister des moyens de transport public viables qui s'y substituent. Parallèlement aux dernières révisions des stratégies de péage électronique auxquelles on a procédé en 2008, des initiatives ont été prises pour accroître la capacité des transports publics, en mettant en service des autobus haut de gamme (services de bus privés proposant des places assises de porte à porte ou presque pendant les heures de pointe), fréquence accrue des services publics d'autobus et de métro, ainsi qu'extension des programmes d'aménagement de lignes d'autobus en site propre et de voies qui leur sont réservées.

De plus, les systèmes de tarification de la congestion ne devraient pas être envisagés comme des moyens de procurer des recettes à l'État et devraient s'accompagner de réductions des taxes ou dépenses des utilisateurs de véhicules, égales ou supérieures aux sommes qu'il est prévu de percevoir au titre des péages. Dans les modifications apportées récemment -- en 2008 -- à la tarification routière,

les taxes sur les véhicules ont été réduites d'environ 110 millions SGD par an, montant largement supérieur aux recettes attendues du péage électronique, à savoir 70 millions SGD. La difficulté consiste à faire en sorte que les personnes motorisées n'oublient pas l'avantage que représente pour elles cette réduction de la taxation des véhicules car, contrairement au péage électronique qu'il faut acquitter presque quotidiennement, la compensation fiscale intervient ponctuellement (à l'achat du véhicule), et annuellement ou semestriellement (la taxe de circulation est payable une fois par an ou tous les six mois).

Les péages de congestion ne sont pas la solution absolue aux encombrements dans les zones urbaines : c'est d'une panoplie de mécanismes que l'on a besoin, en fin de compte. La gestion de la demande de mobilité doit aussi s'appuyer sur d'autres moyens, par exemple des politiques appropriées en matière d'aménagement du territoire et de décentralisation, de stationnement et de motorisation (il existe à Singapour un système de quotas de véhicules, le VQS), ainsi que l'offre de transports (publics) toujours plus efficaces qui se substituent à la voiture. Il est certes encore nécessaire d'améliorer la capacité du réseau routier, mais peut-être de manière plus sélective, et en optimisant en permanence la capacité disponible grâce à la technologie. Il importe notamment de consacrer des ressources suffisantes à la résorption des obstructions causées par des accidents ou incidents de circulation sur le réseau routier, car les retards pris à dégager les voies ne font qu'aggraver les encombrements, avec ou sans péage de congestion.

## 5. CONCLUSION

Depuis que le péage de congestion a été instauré en 1975 pour gérer le volume du trafic sur la voirie de Singapour, il est admis que les stratégies de tarification destinées à préserver la fluidité de la circulation sont appelées à évoluer constamment pour s'adapter aux conditions nouvelles. Ces stratégies doivent aussi répondre aux différents besoins de la collectivité, qu'il s'agisse des commerces ou des bureaux. Au cours des 35 dernières années, Singapour n'a cessé de les perfectionner et de les modifier en fonction des circonstances, sans jamais déroger au principe qui veut que le péage de congestion soit un outil de gestion de la circulation ayant pour vocation de lutter contre la congestion.

## NOTES

1. Les redevances mentionnées dans ce rapport sont exprimées en dollars de Singapour (SGD), dont le taux de change en décembre 2009 était le suivant : 1 USD = 1.40 SGD.
2. La technologie de tarification routière basée sur le GPS n'était pas encore disponible à l'époque, c'est pourquoi les systèmes envisagés utilisaient des transpondeurs, chacun d'eux pouvant être codé moyennant son propre code d'identification, qui était unique. Mais les transpondeurs alors disponibles obligeaient à faire circuler les véhicules sur une seule file, tandis que nous recherchions une solution à circulation fluide sur plusieurs voies. Trois entreprises ont été sélectionnées, et leurs solutions mises à l'essai sur des tronçons routiers récemment achevés qui n'étaient pas encore ouverts à la circulation. L'État a alloué un financement de 1 million SGD à chacune pour atténuer leurs risques et couvrir en partie leurs dépenses. Le transpondeur, c'est-à-dire l'unité embarquée, était conçu pour que le montant de la redevance de congestion soit débité directement de la carte à puce qui y était insérée, principalement dans le souci de protection de la vie privée, dans la mesure où aucun enregistrement des transactions ainsi effectuées n'était conservé dans aucun ordinateur central, les données correspondantes étant stockées exclusivement dans le processeur de la carte intelligente.
3. Le calcul de ces fourchettes de vitesses optimales est fondé sur des courbes vitesse-débit établies à partir de données d'observation collectées sur des routes express et des grands axes. La limite inférieure de la vitesse est une valeur proche du point optimal des courbes vitesse-débit qui correspond au flux maximum de circulation, soit 45km/h sur les routes express et 20 km/h sur les grands axes. La valeur inférieure sur les grands axes s'explique par la présence de feux de circulation et les ralentissements dus à diverses activités qui se déroulent en bord de voirie, tels le stationnement dans les rues ou le ramassage et la dépose de passagers. Les limites de vitesse supérieures ont été choisies pour permettre la stabilité des tarifs de péage, car une fourchette trop étroite risque d'entraîner des oscillations de ces tarifs à chaque révision.
4. Le produit des recettes de l'ALS s'élevait à environ 100 millions SGD par an juste avant son remplacement complet par le péage électronique en septembre 1998.

## BIBLIOGRAPHIE

- Menon, A.P.G. et Chin, Kian-Keong (1998) – *The Making of Singapore's Electronic Road Pricing System* – Proceedings of the International Conference on Transportation into the next Millennium, Singapour.
- Menon, A.P.G. et Chin, Kian-Keong (2004) – *ERP in Singapore – what's been learnt from five years of operation?* – Traffic Engineering & Control (tec), Vol 45 No. 2, février 2004.
- Li, Michael Z.F. (2002) – *The role of speed-flow relationship in congestion pricing implementation with an application to Singapore* – Transportation Research Part B 36 (2002).
- Chin, Kian-Keong (2005) – *Road Pricing – Singapore's 30 Years of Experience* – CESifo DICE Report, Journal for Institutional Comparisons, Vol 3, No.3 Automne 2005.
- Harun, Halim, Chin, Kian Keong, Leong, Wai Yan (2009) – *Managing Traffic on City Roads: A Demand Management Approach* – 2nd World Roads Conference, Singapour.



**TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR AVANT D'INTRODUIRE  
UN DISPOSITIF DE PÉAGE URBAIN**

*Réponses aux questions les plus fréquentes sur la base de l'expérience de Stockholm*

**Jonas ELIASSON  
Centre d'Études sur les Transports  
Institut Royal de Technologie  
Stockholm  
SUÈDE**



## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION .....	83
2. RAISON D'ÊTRE ET FONCTIONNEMENT .....	84
3. UNE CONCEPTION EFFICACE DU DISPOSITIF POUR OBTENIR DES AVANTAGES IMPORTANTS.....	86
4. LA MAÎTRISE DES COÛTS PASSE PAR L'EFFICACITÉ DE LA PASSATION DES MARCHÉS ET DE LA TECHNOLOGIE.....	88
5. L'ACCEPTATION DU SYSTÈME PAR LE PUBLIC.....	90
NOTES .....	94
BIBLIOGRAPHIE.....	95

Stockholm, janvier 2010



## 1. INTRODUCTION

Bien que la tarification de la congestion soit depuis longtemps préconisée pour réduire les embouteillages, elle est encore peu répandue dans la pratique. Cependant, ces dernières années, elle a été mise en place sous différentes formes, les expériences de Londres (depuis 2003) et de Stockholm (depuis 2006) étant celles qui attirent le plus l'attention internationale.

L'expérience de Stockholm a suscité un grand intérêt de la part de nombreuses villes envisageant d'instaurer des systèmes similaires. Les personnes ayant participé à l'élaboration et à l'évaluation de ce système (y compris l'auteur du présent rapport, qui a été chargé de la conception du dispositif de péage et de la prévision de ses effets, et a par la suite présidé le groupe d'experts responsables de l'évaluation) ont conseillé nombre de décideurs de villes et de pays du monde. Le présent document s'appuie sur cette expérience. Plusieurs questions reviennent régulièrement lors des discussions avec les décideurs, les responsables politiques et les planificateurs. Un certain nombre de faits et constats s'avèrent particulièrement pertinents et intéressants, et dans une certaine mesure, surprenants. Ce document a pour but de faire le point sur ces différents éléments, afin d'aider les responsables qui songent à introduire des systèmes de tarification de la congestion urbaine.

Il se fonde sur des publications antérieures (voir la bibliographie, section 6). De fait, quiconque est déjà documenté sur la tarification de la congestion y trouvera peu de conclusions et d'informations nouvelles. L'objectif est plutôt ici de sélectionner à l'intention des décideurs, parmi les nombreux ouvrages traitant de la tarification de la congestion en général et du système de Stockholm en particulier, les faits, constats, résultats, conclusions et conseils les plus pertinents, et parfois surprenants.

Soulignons ici que ce rapport ne prétend pas constituer une étude exhaustive de la théorie ou de l'expérience dans ce domaine. Il vise à être le plus concis possible tout en abordant un maximum d'aspects, afin de se concentrer sur les plus pertinents, à savoir les principaux faits et conseils sur lesquels il importe d'attirer l'attention des décideurs le plus tôt possible.

Pour mettre en œuvre un dispositif de péage efficace, il faut réunir trois conditions. D'abord, la structure de la tarification doit être bien conçue, afin de produire d'importants avantages pour la société (voir la section 3 ci-après). Ensuite, les coûts d'investissement et d'exploitation doivent être maîtrisés (section 4). Enfin, le système doit être accepté par le public (section 5). Le rapport commence par énoncer (dans la section 2) quelques considérations de base sur les péages de congestion : leur raison d'être, leur fonctionnement et leurs effets généraux.

## 2. RAISON D'ÊTRE ET FONCTIONNEMENT

Cette section explique pourquoi les péages de congestion sont nécessaires, les résultats qu'ils peuvent permettre d'obtenir et les effets qu'ils ont sur le trafic.

### **À eux seuls, les investissements ne permettront pas d'éliminer la congestion.**

La théorie comme la pratique ont déjà amplement prouvé que les investissements dans la voirie et/ou les transports en commun ne sont pas suffisants pour supprimer les embouteillages dans le centre des grandes villes. Il y a à cela différentes causes : d'un point de vue pratique, l'une des principales raisons est l'inéluctable raréfaction du terrain urbain et des ressources publiques.

### **Les péages urbains ne pourront pas résoudre tous les problèmes.**

L'instauration de péages de congestion réduira le besoin d'investissement dans les transports, mais sans pour autant l'éliminer. En général, une région urbaine en développement nécessitera à la fois des péages de congestion et des investissements dans les transports (infrastructure routière et transports en commun). Bien entendu, l'investissement le plus approprié et le plus rentable pour une ville ne le sera par forcément pour une autre.

### **Les péages de congestion ne doivent être instaurés que lorsqu'ils sont nécessaires.**

Si ce principe peut paraître évident, il arrive que des villes n'ayant quasiment aucun problème d'encombrements envisagent pourtant de mettre en place des péages de congestion (comme c'est actuellement le cas de plusieurs villes suédoises). Leur intention est souvent d'augmenter les recettes ou de réduire les émissions liées à la circulation routière. En général, il existe d'autres manières plus rentables d'atteindre ces objectifs<sup>1</sup>, notamment parce qu'un dispositif de péage représente habituellement un investissement assez important.

### **Les automobilistes sont sensibles aux coûts.**

Ou du moins, bon nombre d'entre eux le sont. Ainsi, en augmentant le coût d'utilisation d'un véhicule dans certains endroits et à certaines heures, il est possible de réduire le nombre de personnes choisissant de circuler dans ces lieux et à ces moments-là. L'ampleur de cette réduction dépend de la facilité d'adaptation : en d'autres termes, de la qualité des solutions de remplacement possibles (changement d'horaire, d'itinéraire ou de destination, utilisation d'autres moyens de transport, etc.). Il est impératif d'offrir un maximum de solutions, afin de réduire efficacement le trafic, mais c'est aux automobilistes de décider comment s'adapter.

## **Il existe de nombreuses manières de s'adapter.**

Les automobilistes qui modifieront leurs habitudes en fonction des péages n'adopteront pas tous les transports en commun, ou changeront d'itinéraire ou d'horaire. Ce sont loin d'être là les seules stratégies d'adaptation possibles. En effet, les trajets, et plus particulièrement les déplacements « libres » (courses, loisirs, etc.), ne sont pas systématiquement remplacés. Nombreux sont les observateurs, notamment parmi les spécialistes de la circulation routière, qui semblent partir inconsciemment du principe qu'il existe un nombre plus ou moins fixe de déplacements à effectuer, et qu'il est possible de classer les effets des péages dans des catégories comme « changement de mode de transport », « changement de destination », et « changement d'horaire ». Or, les adaptations sont beaucoup plus complexes que cela, surtout pour les déplacements libres. Par conséquent, les affirmations que l'on rencontre généralement, telles que « la tarification de la congestion ne marchera pas dans notre ville, parce que notre système de transports est trop mauvais » ou « ... parce que nous n'avons pas de périphérique » sont simplistes. Les possibilités d'adaptation sont loin de se résumer à un changement de mode de transport ou d'itinéraire.

## **Le trafic ne se limite pas aux trajets domicile-travail.**

Les trajets domicile-travail ne constituent qu'une partie du trafic routier : ils y contribuent en général à hauteur de 40 pour cent, contre 15 pour cent environ pour le trafic professionnel, le reste étant lié aux déplacements libres. Ces derniers sont plus faciles à influencer, car ils se prêtent à des possibilités d'adaptation à court terme plus nombreuses et ils représentent une part importante du trafic, particulièrement pendant les heures de pointe de l'après-midi, moment où le problème de la congestion est souvent aussi aigu que durant le pic matinal. Les déplacements professionnels sont fortement hétérogènes : certains d'entre eux sont très difficiles à modifier, d'autres non. En principe, ils sont assortis d'une valeur du temps très élevée, d'où l'importance des gains de temps pour le trafic professionnel. Malgré tout, le débat -- que ce soit au niveau des planificateurs et des décideurs ou du grand public -- se concentre souvent uniquement sur les trajets domicile-travail. Il est étonnant de voir à quel point cette erreur peut fausser le débat sur les effets que l'on peut attendre des péages de congestion et sur la façon dont ils pourraient fonctionner.

## **De nombreux automobilistes ne se rendront même pas compte qu'ils se sont adaptés.**

En réalité, de nombreux automobilistes ne sauront même pas s'ils se sont adaptés, ni en quoi, tout simplement parce que la géographie des déplacements est beaucoup moins stable que ce que l'on croit. En effet, les automobilistes touchés par les péages sont en grande partie des « conducteurs occasionnels » empruntant les routes à péage quelques fois par mois tout au plus. Les autres jours, ils utilisent d'autres modes de transport, circulent à des horaires différents ou empruntent d'autres itinéraires. Ces conducteurs ne modifieront pas leur comportement en profondeur, si bien qu'il sera rarement possible de dire s'ils se sont adaptés et, le cas échéant, comment – ils en seront souvent bien incapables eux-mêmes. De plus, de nombreux autres processus de changement entrent en ligne de compte : les individus déménagent, changent de travail, etc. Au bout de quelques années seulement, il pourra s'avérer inutile de demander comment telle ou telle personne se sera « adaptée », car l'ensemble du contexte dans lequel se font les choix de déplacement aura changé.

## **Généralement, les effets sur le commerce de détail ne sont guère sensibles.**

La tarification de la congestion se heurte souvent à la crainte des effets néfastes qu'elle pourrait avoir sur le commerce à l'intérieur de la zone de péage. Cette question a fait l'objet de nombreux travaux, qui ont conclu que ces effets étaient minimes, voire inexistantes. Les péages peuvent avoir un

impact sur certains magasins, notamment sur ceux situés à proximité d'un cordon, mais l'effet moyen sur un centre urbain est habituellement faible. Cela paraît logique, particulièrement sur le long terme : si le commerce de détail situé dans une zone de péage devient moins attractif, le prix des loyers va baisser en conséquence, ce qui atténuera d'autant l'effet pour les différents magasins.

### **3. UNE CONCEPTION EFFICACE DU DISPOSITIF POUR OBTENIR DES AVANTAGES IMPORTANTS**

Cette section traite des questions liées à la conception du système de tarification : où et quand imposer un péage ? Comment prévoir ses effets ? etc.

#### **Les objectifs doivent être explicites et pertinents.**

Tout d'abord, il faut définir un objectif : réduire la congestion, améliorer la qualité de l'air, augmenter les recettes, ou une combinaison de plusieurs objectifs. Quels que soient les objectifs envisagés, ils doivent être explicites. De plus, il faut qu'ils soient chiffrés, du moins dans une certaine mesure, et il est généralement préférable pour cela que les décideurs travaillent en coopération avec les spécialistes de la circulation routière, car les premiers sous-estiment souvent la difficulté à définir des objectifs pertinents. Or, il importe avant tout que les objectifs soient pertinents et cohérents. Plus précisément, il est déconseillé de chercher à ce stade à les rendre facilement communicables au public : la communication est certes importante, mais elle intervient plus tard. Les objectifs fixés au départ seront utilisés tout au long du processus de conception ; ils doivent être cohérents et pertinents, mais pas nécessairement faciles à expliquer, ou « agréables à entendre ». Voici un exemple d'objectif cohérent et pertinent, mais plutôt difficile à communiquer : « produire un maximum d'avantages pour la société grâce à la réduction de la congestion » (peut-être compte tenu d'une restriction sur le montant du péage). En revanche, « inciter davantage de personnes à utiliser les transports en commun » est un exemple fréquent d'objectif populaire auprès des décideurs et des chargés de communication. Pourtant, il *n'est pas* cohérent pour les péages de congestion, et cela devrait être évident. En effet, un objectif cohérent devrait consister à réduire le nombre de personnes choisissant de prendre leur voiture pendant les heures de pointe. Si elles s'adaptent en prenant les transports en commun, tant mieux ; mais si elles préfèrent renoncer à leur déplacement ou modifier leurs horaires ou leurs destinations, c'est tout aussi bien. Des objectifs mal formulés entraînent très souvent des problèmes lors du processus de conception, ne serait-ce que parce qu'ils donnent lieu à des discussions confuses.

#### **La conception du dispositif doit être confiée à des spécialistes.**

En général, la conception d'un dispositif de péage est une tâche très difficile, dont la complexité varie en fonction de la topographie de la ville. Par exemple, Stockholm constitue un cas relativement facile dans la mesure où les principaux problèmes de congestion sont concentrés le long d'un cordon naturel, contrairement à Göteborg, dont les embouteillages se propagent à partir d'un carrefour complexe ou se rejoignent plusieurs artères. Il est absolument nécessaire de disposer de suffisamment de temps pour parvenir à un modèle de transport relativement solide. Des outils d'optimisation de la conception peuvent s'avérer très utiles à cet égard. Mais même ainsi, la conception sera difficile,

notamment parce que même les spécialistes les plus expérimentés ne possèdent pas suffisamment d'intuition et de connaissances préalables pour faire face à la complexité des systèmes de transports. Il est presque certain qu'ils auront des surprises, et le premier projet de système de péage ne sera fort probablement pas optimal, voire pas efficace du tout – il peut même arriver qu'il *aggrave* la congestion globale en la déplaçant. La conception du système est un processus itératif, où l'intervention des responsables politiques n'est d'aucune aide. D'où l'importance de définir les objectifs clairement dès le début. Idéalement, la conception et la formulation des objectifs constituent également un processus itératif : il est probable que certains objectifs ou (plus vraisemblablement) certaines restrictions relatives à la conception aient été oubliés au départ. Mais cela ne change rien au fait que si la définition des objectifs et des restrictions incombe aux décideurs, la conception des détails du système – emplacements et montants des péages – doit être confiée à des spécialistes. Un système mal conçu risque non seulement de ne pas être optimal, mais d'*aggraver* la situation.

### **Il faut un bon modèle de transports**

(Cette section est importante pour les spécialistes chargés de la conception d'un dispositif de péage, mais les décideurs et les planificateurs peuvent passer directement à la section suivante).

Les modèles de transport sont rarement élaborés dans le but de modéliser l'impact de la tarification de la congestion. Certaines insuffisances des modèles les plus courants prennent énormément d'importance dans le contexte des péages urbains, c'est pourquoi il faut les connaître. Tout d'abord, un fait souvent négligé lors de la phase d'affectation est que la valeur du temps varie selon les véhicules. Il convient donc d'utiliser une affectation multiclasse, c'est-à-dire de diviser le trafic en plusieurs catégories ayant chacune sa propre valeur du temps : c'est elle qui déterminera s'il est rentable de faire un détour pour éviter un péage. En fonction de la topographie, la répartition de la valeur du temps entre les catégories peut fortement influencer les résultats. Souvent, la répartition de la valeur du temps n'est guère étayée par des faits concrets, d'où la nécessité de procéder à des analyses de sensibilité. Ensuite, les choix en matière d'heure de départ et les considérations relatives aux horaires sont rarement pris en compte de manière détaillée, quand ils ne sont pas totalement négligés. Il est évident que cela va conduire à sous-estimer l'impact d'un système de péage différencié en fonction du temps, puisque l'opportunité de s'adapter en modifiant l'heure de départ n'est pas reflétée dans ce modèle. Ce qui est moins évident, c'est que l'on risque de sous-estimer la diminution de la circulation en dehors des heures payantes, puisque cette circulation est en partie constituée de « trajets de retour » correspondant à un aller effectué aux heures de pointe. Enfin, les modèles d'affectation statique tendent en général à sous-estimer les temps de trajet en situation de forte congestion. Par définition, ils conduisent entre autres à négliger l'effet de « propagation de la congestion ». Par conséquent, lors du processus de conception, il peut être plus judicieux de se concentrer sur la diminution du trafic dans les goulots d'étranglement connus, plutôt que de se focaliser sur les temps de trajet effectifs fournis par un modèle de trafic statique (bien qu'il faille également utiliser les temps de trajet).

### **Il faut tenter de ménager des possibilités politiques et légales d'ajuster le système une fois qu'il sera en place.**

Même après une planification minutieuse, il est probable que le système réserve des surprises une fois mis en service. Dans le meilleur des cas, ce sont de bonnes surprises (à Stockholm, les améliorations des temps de trajet ont ainsi été plus importantes que prévu), mais elles peuvent également être mauvaises : les automobilistes peuvent par exemple emprunter des raccourcis. C'est pourquoi il est préférable de se ménager la possibilité politique et légale de procéder à quelques ajustements mineurs du système en un minimum de temps et avec un maximum de facilité. Sur le plan politique, cela sera plus aisé si les objectifs sont formulés clairement, car il sera alors facile de juger

s'ils sont atteints ou non, et, dans ce deuxième cas, le système pourra être modifié. Au niveau légal, ce problème risque de se révéler plus difficile à résoudre. En Suède, par exemple, les redevances (qui constituent officiellement une taxe perçue par l'État) doivent être fixées par des décisions parlementaires, ce qui nécessite beaucoup de temps et d'effort politique.

**Il existe une opposition entre conception « efficace » et conception « facile à comprendre », mais les responsables ont le plus souvent tendance à simplifier exagérément.**

Les décideurs insistent souvent sur le fait qu'ils veulent un dispositif « facile à comprendre ». S'il est effectivement important que le système soit suffisamment simple pour que les utilisateurs puissent le comprendre, les décideurs semblent souvent sous-estimer les capacités cognitives de ces derniers. Le système de Singapour et les dispositifs de tarification de la valeur mis en œuvre aux États-Unis paraissent complexes de prime abord. Non seulement, les péages sont finement différenciés en fonction de l'heure et du lieu, mais en plus, ils peuvent varier assez souvent. Pourtant, les utilisateurs se sont montrés capables de saisir le mode de fonctionnement du système et de s'y adapter. En simplifiant exagérément le système à un stade trop précoce du processus de son élaboration, on s'expose à des restrictions de conception difficiles à gérer. Le refus de nombreux responsables politiques et planificateurs d'envisager des « dispositifs trop compliqués » peut donner lieu à des systèmes tellement simplifiés qu'ils ne permettent pas d'obtenir les résultats attendus en matière de réduction de la congestion. Outre le gaspillage de ressources qui en découle, cela entraîne une faible acceptabilité des péages (nous reviendrons sur ce point plus tard).

#### **4. LA MAÎTRISE DES COÛTS PASSE PAR L'EFFICACITÉ DE LA PASSATION DES MARCHÉS ET DE LA TECHNOLOGIE**

Cette section aborde les questions relatives aux coûts d'investissement et d'exploitation du système technique. Elle examine en particulier la mise en œuvre d'un processus de passation des marchés qui permette de maîtriser les coûts. La conception d'un système technique rentable ne se limite pas à la capacité d'identifier les véhicules. La difficulté consisterait plutôt à mettre en place des modes de paiement rentables, à définir le statut juridique des péages, etc.

##### **Clarifier rapidement la situation juridique.**

La situation juridique doit être précisée à un stade précoce du processus de conception technique. Il convient par exemple de déterminer quelles peuvent être les preuves valables qu'un véhicule a franchi un portique, ou encore quelles seront les possibilités de recours. Les réponses à ces questions auront d'importantes répercussions sur la conception technique, par exemple pour déterminer si les transpondeurs peuvent être ou non le seul moyen d'identification.

À Stockholm, un problème qui, espérons-le, devrait rester rare, a été rencontré : au cours du processus de passation des marchés, le statut juridique du péage de congestion est passé d'« écoredevance municipale » à taxe nationale (suite à une enquête ayant conclu qu'il était illégal pour une ville de taxer les véhicules circulant sur des routes existantes). Cette décision a notamment eu pour effet de transférer la responsabilité de la passation des marchés de la ville de Stockholm à l'État. Le coût de mise en place du système s'en est trouvé considérablement augmenté.

### **Rentabilité des objectifs en matière de niveau de service.**

Il est utile d'examiner la rentabilité des objectifs en matière de niveau de service, en tenant compte des objectifs du dispositif et des effets de différents niveaux de service sur la fonction assignée au système. Passer de, disons, 95 pour cent à 99 pour cent ou de 99 pour cent à 99.9 pour cent de disponibilité pour un niveau de service donné peut entraîner des coûts considérables. À Stockholm, le taux de disponibilité du système (mesuré comme le pourcentage du temps de disponibilité des voies pendant lequel le système enregistrait effectivement des passages) devait excéder 99.9 pour cent. Pour répondre à ce critère exigeant, le maître d'œuvre a conçu un dispositif où (presque) chaque élément était redondant. En outre, il a prévu des stocks importants de pièces de rechange, du personnel qualifié capable d'intervenir sur site dans les plus brefs délais en cas de défaillance et, au début, une assistance informatique 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, ce qui a bien sûr augmenté les coûts d'investissement et d'exploitation. Par ailleurs, il devrait être manifeste qu'une baisse du taux de disponibilité du système à, disons, 95 pour cent n'affecterait pas l'effet des péages en termes de réduction de la circulation. Après tout, les automobilistes décident de prendre la route ou non en fonction de la forte probabilité de péage. Dans ce contexte, les critères de disponibilité auraient pu être considérablement assouplis, ce qui aurait diminué les coûts de construction du dispositif sans pour autant réduire l'impact final sur la réduction de la congestion. Voilà qui montre qu'il ne faut pas perdre de vue la rentabilité lors de la formulation des exigences techniques du système.

### **Des modes de paiement rentables.**

Chaque transaction a un coût, à la fois en termes de commodité pour l'utilisateur et de rémunération pour le fournisseur des services financiers. Par conséquent, en autorisant le paiement mensuel pour remplacer les paiements individuels pour chaque passage, on réduira les coûts d'exploitation. Le paiement en espèces au guichet (dans des magasins, par exemple) peut s'avérer nécessaire pour faire accepter le péage aux usagers, mais c'est probablement le mode de paiement le plus cher.

### **L'utilisation de transpondeurs coûte cher.**

La technologie des transpondeurs est efficace pour de multiples raisons, notamment parce qu'elle permet d'appliquer des structures de tarification complexes tout en assurant une simplicité d'utilisation pour le conducteur. Toutefois, la production de nombreux transpondeurs peut constituer un facteur de coût important et, fait beaucoup moins connu, leur *gestion* est souvent très coûteuse. En effet, les véhicules neufs nécessitent de nouveaux transpondeurs, les voitures peuvent changer de propriétaire, les transpondeurs sont parfois perdus, volés ou cassés. En Norvège, plus de 40 systèmes différents de péages routiers sont en service ; certains utilisent des transpondeurs, alors que d'autres sont gérés par des cabines de péage avec personnel. Et même dans les cas où la technologie utilisée est largement manuelle, il y a un léger avantage de productivité pour les usagers qui *n'ont pas* recours aux transpondeurs (Odeck, 2008). Grâce à la technologie actuelle, les caméras et les systèmes de lecture automatisée des plaques d'immatriculation peuvent atteindre un ratio d'identification très élevé et concurrencer ainsi largement toute solution faisant appel aux transpondeurs. La lecture automatisée des plaques d'immatriculation, ajoutée pour des raisons légales au système de transpondeurs initialement utilisé à Stockholm, est depuis quelques années la seule technologie employée dans la capitale suédoise.

**Pour la passation de marchés portant sur la fonctionnalité, il faut veiller à regrouper les responsabilités en matière de coûts et de risques.**

À Stockholm, le centre d'appel chargé de répondre aux questions sur les péages était à l'origine surdimensionné, et a donc représenté au départ un facteur de coût majeur. Cela s'explique en partie parce qu'il était prévu que le maître d'œuvre soit pénalisé financièrement si le centre d'appel ne respectait pas ses objectifs de qualité de service (par exemple en termes de temps de réponse maximal), alors que les coûts de personnel du centre d'appel étaient à la charge de l'acquéreur. Par conséquent, les risques et les coûts étaient supportés par des parties différentes<sup>2</sup>, et le maître d'œuvre n'avait donc aucun intérêt à réduire les ressources, car cela augmentait ses propres risques. Ainsi, lorsque l'on fait l'acquisition d'un dispositif devant remplir des fonctions spécifiques, il faut s'assurer que la partie qui assume les risques est aussi celle qui prend en charge le coût de l'atténuation des risques, pour toutes les fonctions prévues.

**Des risques politiques élevés affaiblissent la position de négociation des pouvoirs publics et augmentent les coûts en raison de la prime de risque qu'exigera le fournisseur.**

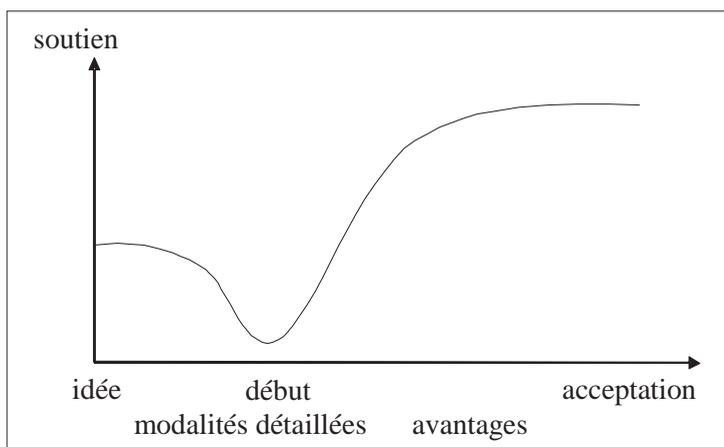
À Stockholm, les enjeux étaient importants pour presque tous les acteurs concernés. Des carrières individuelles comme la prospérité d'entreprises privées et de coalitions politiques étaient mises en danger, ou du moins est-ce ainsi que les choses étaient perçues. C'est ce qui a déterminé le contexte de risque dans lequel le projet a été mené et les décisions ont été prises. On estimait que de nombreux facteurs alors inconnus risquaient de tuer le projet. Surtout, on était convaincu que si le système ne fonctionnait pas -- ou paraissait ne pas fonctionner -- dès le début, il serait certainement aboli immédiatement. Cela explique en partie certains facteurs de coût tels que le centre d'appel surdimensionné ou les exigences excessives en matière de niveau de service, qui sont tous dus à l'intensité de la pression politique et à l'importance des enjeux. L'issue des élections suivantes allait dépendre de la mise à l'essai du dispositif, et ce non seulement au niveau de la ville, mais peut-être aussi à l'échelle nationale. Par conséquent, la position de négociation des pouvoirs publics était faible : le système *devait* fonctionner, et il *devait* être prêt à temps. Évidemment, ce type de situation incite les fournisseurs à se montrer plus gourmands. En effet, un échec -- même s'il n'est pas dû à des erreurs de leur part -- pourrait s'avérer désastreux pour leur activité future. Ils demandent réclament donc une prime de risque, ne serait-ce que pour s'engager dans l'élaboration du système. L'enseignement à tirer de cet exemple est qu'il sera plus facile de maîtriser les coûts si l'on bénéficie d'un environnement politique stable et que l'on dispose de tout le temps voulu pour planifier et mettre en œuvre le système.

## 5. L'ACCEPTATION DU SYSTÈME PAR LE PUBLIC

Cette section traite des questions liées à l'acceptation par le public et les milieux politiques. Elle se fonde sur les conclusions de l'ouvrage de MM. Eliasson et Jonsson (2009).

**L'acceptabilité du système diminue à l'annonce des modalités détaillées mais elle augmente de nouveau lorsque le public se familiarise avec le système.**

Le soutien en faveur des péages de congestion suit souvent une évolution type illustrée par le schéma suivant :



En général, une partie assez importante de la population est disposée à soutenir l'idée des péages de congestion. Elle est plus ou moins grande en fonction de la manière dont la question est formulée et cadrée – l'utilisation des recettes obtenues, l'objectif des péages et les autres solutions possibles sont autant d'éléments qui entrent en ligne de compte. Mais une fois qu'une proposition détaillée a été élaborée, le soutien de la population a tendance à décroître, soit parce que les inconvénients du système deviennent soudain plus apparents que ses avantages potentiels, soit par crainte que le système technique ne fonctionne pas ou qu'il devienne très coûteux, ou pour diverses autres raisons. Cependant, dès lors que le système a été installé, le projet regagne généralement en popularité, car « on accepte mieux ce que l'on connaît ». Là encore, ce peut être pour plusieurs raisons, notamment, dans le cas de Stockholm, le fait maintes fois invoqué que les effets positifs sur la congestion de la voirie et de l'environnement urbain ont largement dépassé les attentes de la majorité de la population. Une autre raison souvent avancée est que les frais de transport augmentent moins et/ou que les trajets doivent être moins modifiés que ce que l'on craignait. Après la mise en service des péages, une part importante de la population se rend compte qu'elle n'est pas aussi touchée que prévu. Une troisième raison est ce que l'on appelle la « dissonance cognitive », phénomène qui peut se résumer simplement comme « l'acceptation de l'inévitable ». En d'autres termes, une fois que les péages ont été mis en place, s'y opposer perd de son sens. Enfin, l'acceptation peut aussi s'expliquer par le fait que le public éprouve moins de réticence à payer pour utiliser un bien qui était auparavant gratuit. Certains indices tendent à montrer que bien souvent, les usagers n'apprécient guère le recours à la tarification comme mécanisme d'allocation. Mais lorsqu'ils se sont faits à l'idée que l'espace routier est en principe un bien rare auquel peut être attribué un prix – comme les parcs de stationnement ou les télécommunications – cette réticence a tendance à s'estomper.

### **Il faut donc planifier le processus politique en conséquence.**

La courbe de l'acceptabilité générale illustrée ci-dessus a des implications pour le processus politique : pour assurer la réussite de la mise en œuvre, il faut éviter de tenir des élections au moment où le soutien en faveur des péages est au plus bas. À Londres, les élections ont eu lieu avant la fin de l'élaboration détaillée du système ; à Stockholm, un référendum a été organisé un peu plus de six mois après l'installation des péages (d'ailleurs, le soutien a continué à augmenter par la suite : il aurait donc été préférable de retarder le référendum, afin d'obtenir un plus large soutien). En revanche, à

Manchester comme à Édimbourg, le référendum a eu lieu après la proposition de solutions détaillées (le soutien avait donc diminué, comme on pouvait s'y attendre), mais avant la mise en œuvre des péages : dans les deux cas, ceux-ci ont été rejetés.

### **Le système doit produire des avantages.**

À Stockholm, le principal facteur qui a influencé l'attitude de la population envers les péages a été en fait l'effet perçu des péages, et plus particulièrement la diminution de la congestion. Les usagers reconnaissant que les péages ont eu un impact positif sont beaucoup plus enclins à les soutenir, ce qui est bien entendu l'effet attendu. Même s'il ne faut pas confondre effets « perçus » et effets « objectifs » – puisque l'attitude des individus influe sur les effets réellement perçus –, il semble néanmoins manifeste que l'obtention d'effets objectifs est indispensable pour que les péages soient acceptés. Cela souligne combien il importe de concevoir le système avec soin et de n'avoir recours aux péages de congestion que lorsqu'il se pose un réel problème à cet égard. De plus, il est probable que la mesure des effets – par exemple sous forme d'une évaluation scientifique, comme cela a été le cas à Stockholm – et la communication de ses résultats favorisent la prise de conscience des effets positifs, à condition, bien entendu, qu'il y ait réellement des effets positifs.

### **Les péages doivent être « qualifiés ».**

À Stockholm, les péages ont plus ou moins été présentés comme des taxes « environnementales ». S'ils ont certainement eu un impact sur l'environnement (en particulier sur les émissions dans le centre-ville), celui-ci a été minime par rapport aux effets considérables obtenus en termes de réduction des embouteillages. Cependant, les préoccupations environnementales des électeurs ont finalement été un facteur important de l'acceptabilité des péages. (Fait intéressant, les données donnent l'impression que ce qui compte aux yeux des citoyens, ce n'est pas leur *comportement* environnemental en tant que tel, mais plutôt leur *image* de personne se sentant concernée par l'environnement). Ce constat confirme les conclusions de différents ouvrages selon lesquelles les normes sociales de ce type influencent l'acceptabilité en général, et que le soutien de la population ne dépend pas uniquement des caractéristiques « objectives » de la mesure proprement dite, mais aussi de l'*objectif* assigné aux péages de congestion. En outre, plusieurs auteurs ont constaté que l'acceptabilité n'est pas seulement déterminée par la perception des avantages individuels et que la perception des avantages et des coûts *sociaux* peut également avoir une influence considérable. D'où l'importance de la qualification des péages, c'est-à-dire de la manière dont elles sont présentées, expliquées et perçues. À Stockholm, il est fort possible que la « requalification » des péages de congestion en tant que « taxes environnementales » et la mise en valeur de leurs effets positifs sur la qualité de l'air aient contribué à leur acceptabilité. D'autres villes peuvent employer des stratégies différentes, mais la conclusion générale reste la même : il est important de « qualifier » les redevances. Pour ce faire, il est indispensable que la conception du système soit adaptée à l'objectif déclaré des péages. Ainsi, dans un système de « tarification de la congestion », par exemple, il ne doit pas y avoir de péage aux endroits ou pendant les périodes où il n'y a pas de congestion.

**Contrairement à une croyance largement répandue, la dépendance envers la voiture et le degré de satisfaction à l'égard des transports publics ne semblent pas jouer un rôle si important que cela.**

L'analyse de données sur les attitudes des habitants de Stockholm montre que comme on pouvait s'y attendre, le soutien en faveur des péages diminue avec la dépendance envers la voiture et augmente avec la satisfaction à l'égard des transports en commun. Néanmoins, ce facteur est moins important que les attitudes environnementales et la perception des effets des péages. Des simulations

économétriques réalisées à partir de ces données indiquent que même en cas de forte dépendance à l'égard de l'automobile, le soutien reste relativement élevé. De plus, le lieu de résidence compte très peu par rapport aux autres facteurs. Cela est surprenant dans la mesure où les effets des péages, par exemple quant aux montants payés, varient beaucoup en fonction de la zone d'habitation. Toutefois, d'autres analyses ont montré que la modification des temps et des coûts de déplacement des électeurs des quartiers résidentiels ont un impact significatif sur leur vote. Ainsi, bien que les faits ne soient pas parfaitement concluants, il semble que les variables liées à l'intérêt personnel, telles que l'utilisation de la voiture ou des transports publics, comptent moins qu'on aurait pu le croire.

### **La notion « d'équité » peut avoir différentes interprétations.**

La question de ce qui est « équitable » ou « juste » revêt toujours une grande importance. Au début du projet de péage, la perspective dominante est souvent la comparaison entre « l'avant » et « l'après ». En d'autres termes, il s'agit de déterminer comment les coûts (et parfois les temps) de déplacement sont modifiés pour différents groupes – les personnes à revenu élevé et celles à faible revenu, les hommes et les femmes, les habitants du centre-ville et ceux de la banlieue. Tout au moins dans les villes où les transports publics sont un tant soit peu développés, il arrivera souvent que les « riches » paient plus que les « pauvres », les groupes à revenu intermédiaire étant ceux qui « souffrent » comparativement le plus. Mais une fois que les péages sont installés, une autre perspective devient importante : l'équité de la tarification. Autrement dit, quel prix est-il « juste » de faire payer ? De ce point de vue, il est « juste » qu'une personne paie davantage si elle circule sur une artère encombrée ou produit des émissions dans des zones densément peuplées, indépendamment du niveau de revenu ou du lieu de résidence, par exemple.

### **Au fil du temps, il devient de plus en plus difficile d'identifier les « gagnants » et les « perdants ».**

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, la géographie des déplacements n'est pas statique. Sur une période de quelques années, même le contexte – c'est-à-dire le lieu de travail ou de résidence, par exemple – peut varier. Par conséquent, il deviendra de plus en plus inutile d'identifier les « gagnants » et les « perdants ». Les péages ne seront plus un « choc externe », mais un facteur à prendre en compte dans le choix du lieu de travail, du mode de déplacement, etc. Ainsi, la question des « gagnants » et des « perdants » n'est pertinente que sur le court terme.

### **Les questions de pouvoir peuvent être décisives pour l'acceptabilité politique.**

Du point de vue des responsables politiques, la question consistant à savoir qui a le pouvoir de décision sur les recettes et sur le montant des péages est souvent décisive. Si c'est l'État, les régions et les villes seront bien évidemment beaucoup moins disposées à les mettre en œuvre. Mais même lorsque la région conserve les recettes, un autre problème apparaît : comment l'existence de cette nouvelle source de revenu affectera-t-elle la négociation complexe entre l'État et les régions quant aux subventions nationales destinées aux infrastructures ? En Norvège, l'État complète les recettes issues des péages régionaux par des subventions proportionnelles. En Suède, depuis quelque temps, le financement régional s'appuie sur le financement de l'État. Les moyens de financement régionaux proviennent souvent des péages (dits péages « de congestion », une expression qui, dans la plupart des cas, est tout à fait inadaptée). Les péages « de congestion » sont ainsi devenus beaucoup plus populaires auprès des responsables politiques, ce qui montre l'importance du contexte institutionnel et des mesures incitatives.

## NOTES

1. Il convient toutefois de souligner que les péages routiers peuvent représenter un moyen rentable d'améliorer la qualité de l'air dans les centres urbains.
2. Soulignons ici que cette absence d'alignement des coûts et des risques constituait une exception dans les pratiques de passation de marché de Stockholm.

## BIBLIOGRAPHIE

*Le présent rapport s'appuie en grande partie sur des ouvrages déjà publiés. Dans la mesure où il est provisoire, les références ne sont pas citées dans le corps du texte. En revanche, nous énumérons ci-après les principaux documents publiés sur lesquels reposent les opinions qui y sont formulées.*

- Bamberg, S. et Rölle, D. (2003), *Determinants of People's Acceptability of Pricing Measures: Replication and Extension of a Causal Model*, in J. Schade et B. Schlag (dir. publ.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*, Elsevier, Oxford.
- Bonsall P., Shires J., Maule J., Matthews B., Beale J. (2007), *Responses to complex pricing signals: Theory, evidence and implications for road pricing*. *Transportation Research, Partie A* 41, pp. 672-683.
- Brundell-Freij, K. et Jonsson, L. (2009), *Accepting charging – a matter of trusting the effects?* Présentation lors de la Conférence annuelle sur les transports en Europe de 2009.
- Eliasson, J. (2009a), *Lessons from the Stockholm congestion charging trial*. *Transport Policy*, doi:10.1016/j.tranpol.2008.12.004.
- Eliasson, J. (2009b), *Expected and Unexpected in the Stockholm Trial – A personal view*, in A. Gullberg et K. Isaksson (dir. publ.), *Congestion Taxes in City Traffic. Lessons learnt from the Stockholm Trial*. Nordic Academic Press.
- Eliasson, J., Hultkrantz, L., Nerhagen, L., Smidfelt-Rosqvist, L. (2009), *The Stockholm congestion-charging trial 2006: Overview of the effects*. *Transportation Research, Partie A* 43, pp. 240-250.
- Franklin, J., Eliasson, J. et Karlström, A. (2008), *Traveller Responses to the Stockholm Congestion Pricing Trial: Who Changed, Where Did They Go, and What Did It Cost Them?*, in Saleh et Sammer (dir. publ.): *Demand Management and Road User Pricing: Success, Failure and Feasibility*.
- Frey, B.S. (2003), *Why Are Efficient Transport Policy Instruments so Seldom Used?*, in J. Schade et B. Schlag (dir. publ.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*, Elsevier, Oxford.
- Gullberg, A. et Isaksson, K. (2008), *The Stockholm trial*, in Isaksson (dir. publ.), *Stockholmsförsöket – an unlikely story*, Stockholmia, Stockholm. (En suédois uniquement, version anglaise à paraître).
- Hamilton, C. (2010), *Revisiting the cost of the Stockholm congestion charging system*, document de travail, Centre d'études sur les transports, Institut royal de Technologie, Stockholm.

Jaensirisak, S., May, A.D. et Wardman, M. (2003), *Acceptability of Road User Charging: The Influence of Selfish and Social Perspectives*, in J. Schade et B. Schlag (dir. publ.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*, Elsevier, Oxford.

Jones, P. (1991), *Gaining public support for road pricing through a package approach*, *Traffic Engineering and Control*, avril 1991.

May A.D, Liu R., Shepherd S. P. et Sumalee, A. (2002), *The impact of cordon design on the performance of road pricing schemes*, *Transport Policy* 9, pp. 209-220.

Schade, J., Schlag, B. (2003), *Acceptability of urban transport pricing strategies*, in *Transportation Research, Partie F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6 (1), pp. 45-61.

**UN NOUVEAU REGARD SUR LE COÛT DU DISPOSITIF  
DE PÉAGE URBAIN DE STOCKHOLM**

**Carl HAMILTON  
Centre d'Études sur les Transports  
Institut Royal de Technologie  
Stockholm  
SUÈDE**



## SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	101
1. INTRODUCTION.....	101
1.1. Sources et méthodologie .....	102
2. CONTEXTE.....	103
2.1. Le péage urbain de Stockholm .....	103
2.2. Cadre du projet.....	104
2.3. Coûts et estimations de coûts dans les travaux de recherche et la presse.....	106
3. ÉLÉMENTS DE COÛTS.....	109
3.1. Post-marché démesuré .....	109
3.2. Nécessité relative des transpondeurs.....	111
3.3. Coûts de transaction excessifs.....	112
3.4. L'exonération de Lidingö .....	114
3.5. Appel d'une décision de marchés publics et interruption du projet.....	115
3.6. Exigences excessives en termes de niveau de service.....	116
3.7. Modifications du projet à mi-parcours (portée et maître d'ouvrage).....	118
4. CONCLUSIONS .....	120
4.1. Le coût de l'assurance.....	121
NOTES .....	123
BIBLIOGRAPHIE.....	124

Stockholm, janvier 2010



## RÉSUMÉ

En janvier 2006, un dispositif de péage urbain a été mis en place dans la ville de Stockholm, en Suède, et exploité pendant sept mois à titre d'essai en grandeur nature, avant d'être interrompu dans l'attente de son évaluation et de la tenue d'un référendum auprès de la population. Plusieurs parties, y compris des représentants de la communauté scientifique, des médias et des groupes d'intérêt, ont analysé et évalué le dispositif. Il ressort systématiquement de ces analyses que le coût de construction et d'exploitation du dispositif est excessif par rapport à celui d'autres installations de péage routier.

La présente étude porte un regard neuf sur certains partenaires clés du projet et documents d'archives pour nous aider à mieux comprendre quels ont été les principaux facteurs de coût et s'il est possible de réduire le coût des installations futures. L'approche adoptée privilégie la compréhension de telle ou telle circonstance au lieu de comparer des données globales à d'autres dispositifs apparemment similaires. La principale conclusion de l'étude est que le contexte politique, associé à un calendrier serré et aux grands risques encourus par toutes les parties prenantes sur le plan politique, ont joué un rôle déterminant dans le coût final de la mise en place du dispositif.

## 1. INTRODUCTION

Comme chacun le sait, un dispositif idéal de tarification routière sur un axe très fréquenté rapportera un surplus pour la collectivité. Il faut toutefois soustraire à ce surplus les coûts d'investissement et d'exploitation du système. Ceux-ci pouvant être élevés, il est nécessaire d'étudier avec soin la question des coûts dans ce domaine.

Le dispositif de péage urbain de Stockholm a été mis à l'essai au cours des sept premiers mois de 2006. A la suite d'un référendum tenu à l'issue de cette période, le dispositif a été remis en service de façon permanente en août 2007. Il a été décrit dans les médias et le débat public comme une installation onéreuse. Les frais d'installation, y compris l'exploitation à titre d'essai pendant sept mois, se sont en effet élevés à 1 800 MSEK (soit environ 180 M€), pour le dispositif technique uniquement -- un chiffre considérable par définition. Cela en fait-il une tentative onéreuse ? Si oui, par rapport à quoi ? La présente étude vise à faire mieux comprendre quels ont été les principaux facteurs de coût, pourquoi le coût total a-t-il été si élevé au final et s'il est possible de le réduire dans les installations futures. Sa lecture permet donc de discerner plus facilement ce qui est onéreux ou non, et, plus important encore, de recueillir de manière judicieuse, pour ceux qui envisagent d'investir dans ce domaine à l'avenir, les enseignements tirés.

La question des coûts peut être examinée sous deux angles différents. Le premier est la situation qui prévalait au moment où le dispositif a été mis en place et exploité, compte tenu du contexte et des connaissances d'alors. Le second est l'approche « *ex post* », c'est-à-dire la question de savoir si les coûts sont élevés compte tenu des connaissances et du contexte *a posteriori*. La première approche est intéressante d'un point de vue historique, alors que la seconde est pertinente pour les autres villes qui envisagent d'appliquer une tarification routière. L'analyse de la manière dont le contexte spécifique de Stockholm a influencé le coût du dispositif et le processus de mise en œuvre vise à fournir des éclaircissements sur ces deux approches.

La méthodologie et les sources de l'étude font l'objet de la partie 1.1. La partie 2 retrace brièvement l'histoire du dispositif de péage urbain de Stockholm, et présente aussi sa conception, en indiquant certaines revendications sur la cherté du dispositif exprimées à l'époque dans le débat public. La partie 3 examine divers éléments de coût, en commençant par ceux qui ont été le plus souvent cités dans la presse et le débat public, et en s'intéressant ensuite à ceux qui ont été dégagés par les participants au projet. Chaque élément ou facteur de coût est examiné, à la fois dans le contexte d'alors et *a posteriori*, ce qui donne lieu à la formulation d'enseignements tirés. La partie 4 synthétise les observations et tire des conclusions.

## 1.1. Sources et méthodologie

L'investissement initial et l'exploitation du dispositif pendant les sept mois d'essai ont été gérés dans le cadre d'un projet unique par un seul maître d'œuvre chargé à la fois de la conception technique, de la mise en service et de l'exploitation du dispositif. Il est donc difficile de distinguer clairement les coûts d'investissement des coûts d'exploitation.

Pour examiner les coûts de manière générale, et déterminer plus particulièrement ce qui est onéreux ou non, il est utile de disposer de mesures quantitatives. Quand cela est possible, les coûts sont exprimés en termes monétaires, ou sous forme d'estimations chiffrées comparables. La priorité n'est cependant pas de calculer des valeurs exactes, mais plutôt de comprendre le poids de chaque facteur de coût et d'en tirer les enseignements pour les installations futures.

Les deux principaux types de sources que j'ai utilisées sont les documents d'archives de l'Administration nationale des routes (*Vägverket*) et de l'Agence suédoise des transports<sup>1</sup> (*Transportstyrelsen*) et les entretiens avec les partenaires clés. Les données d'archives comprennent des dossiers d'appel d'offres, des contrats et des communications officielles entre les parties au contrat. En vertu du droit public suédois, tout document reçu par une administration publique doit être enregistré et mis à la disposition du public pour consultation, à moins qu'il n'ait été classé secret. C'est ainsi que j'ai pu obtenir et examiner un grand nombre de documents depuis les premiers appels d'offres jusqu'à la mise en œuvre du projet complet.

Des entretiens ont eu lieu avec des partenaires clés tels que des représentants de la ville de Stockholm, qui ont lancé la procédure de passation de marchés et établi le cahier des charges, l'acquéreur et propriétaire final du dispositif, l'Administration des routes, et le maître d'œuvre, IBM. Chaque entretien a duré entre une et deux heures. Le représentant d'IBM a été interrogé par téléphone sans que ses propos ne soient enregistrés, contrairement aux autres entretiens qui se sont déroulés de visu avec un enregistrement sonore.

Après examen des documents écrits et des propos recueillis lors des entretiens dans l'ordre chronologique, il est possible de reconstituer dans les grandes lignes la situation qui prévalait lors de la prise de chaque décision, y compris de connaître les informations qui étaient disponibles à ce moment-là. Ce travail a été essentiel pour déterminer si telle ou telle décision sur les éléments de coût était nécessaire ou non. La présentation condensée de chaque point dans le présent document se fonde sur la synthèse de tous les entretiens et de tous les documents connexes. Chaque personne interrogée a pu consulter le texte intégral de ses propos, et a été prié de bien vouloir formuler des observations, non seulement directement sur des citations, mais aussi sur les interprétations qui en ont été faites.

Lors de la phase de mise en œuvre du dispositif de péage urbain à Stockholm, je travaillais pour le maître d'œuvre IBM et j'ai pris part à la conception du système. Je connais donc les bases de son fonctionnement, et il se peut aussi que j'aie quelque intérêt à gonfler la réussite du projet, ce que je ne ferais certainement pas dans un tout autre contexte. J'ai fait mon possible pour résister à cette tendance, d'abord en sollicitant une lecture fréquente et critique de mes travaux en cours, ensuite en m'assurant que toutes les informations que je présente, même si je les connaissais auparavant, sont soit des déclarations officielles des personnes interrogées, soit étayées par des documents disponibles au public.

## 2. CONTEXTE

### 2.1. Le péage urbain de Stockholm

Du 3 janvier au 31 août 2006, une taxe d'embouteillage a été mise à l'essai à Stockholm en Suède. A la suite des élections générales de 2002, le parti écologiste s'est retrouvé en position d'arbitre à la fois au conseil municipal de Stockholm et à l'assemblée nationale. Il souhaitait mettre en place un péage urbain permanent, alors que les sociaux-démocrates avaient explicitement promis de ne pas le faire (Ces derniers souhaitaient à la place organiser un référendum sur une proposition détaillée avant toute réalisation de ce genre). La mise en place d'un péage urbain à titre d'essai a été le résultat d'un compromis, qui a déterminé quel parti les Verts allaient soutenir pour former le prochain Gouvernement. A la fin de l'essai, il a été convenu, à la suite des pressions de l'opposition, qu'un référendum serait tenu auprès des habitants de Stockholm pour décider du caractère permanent ou non du dispositif. La date du référendum a été fixée le même jour que les élections générales suivantes, le 17 septembre 2006. Il fallait avant cette date définir un programme et acquérir et installer un dispositif, puis l'exploiter en grandeur nature pendant « plusieurs années », conformément à l'accord initial. (Voir Gullberg et Isaksson, 2009, pour un compte rendu détaillé des délibérations politiques.)

Après une série de contretemps juridiques, la période couvrant « plusieurs années » a été réduite à sept mois, mais l'essai a été mis en œuvre comme prévu en ce qui concerne la plupart des autres éléments clés du projet. Après la victoire du oui au référendum organisé dans la ville de Stockholm, le dispositif est devenu permanent, et est en service depuis août 2007.

Dans la pratique, le péage de congestion a été installé comme un cordon tout autour de la ville, avec des portiques à toutes les entrées et sorties. Les voitures qui passent dans un sens ou dans l'autre sont identifiées à l'aide d'un système combiné de caméras et de transpondeurs. Le prix d'un passage varie entre 10 et 20 SEK en fonction du moment de la journée (soit environ 1 à 2 €), le prix fort étant exigé aux heures de pointe. Le péage est gratuit la nuit et le week-end.

Les usagers doivent s'acquitter de cette taxe dans les cinq jours qui suivent leur passage au péage, et peuvent choisir de le faire par un retrait direct sur leur compte bancaire (ils doivent pour cela utiliser un transpondeur), un paiement bancaire manuel ou un paiement en espèces au comptoir des nombreux magasins de deux grandes chaînes.

## 2.2. Cadre du projet

Les projets des technologies de l'information ont en général la mauvaise réputation de ne pas respecter les contraintes de temps et de budget, et les projets TI de péage routier ne font pas exception. Le dispositif allemand de taxes pour les camions, TollCollect, devait à l'origine être mis en service en 2003, mais à la suite d'une série de difficultés techniques, politiques et de gestion, il a été retardé de plus de deux ans. Dans l'intervalle, le Gouvernement fédéral allemand a perdu l'équivalent de € 3.5 milliards de recettes non perçues, en plus de faire l'objet de quantité de commentaires défavorables dans la presse, qui ont causé du tort à la fois au Gouvernement allemand et aux entrepreneurs responsables de la construction du dispositif (Economist, 2004 ; Wieland, 2005 ; Deutsche Telecom, 2008).

Le feuilletton du TollCollect a fait grand bruit parallèlement au processus politique qui a conduit à la mise en service du péage urbain de Stockholm, et qui a souligné l'ampleur des risques encourus par les parties prenantes. Sur le plan politique, une défaillance quelconque pouvait faire basculer les élections générales suivantes, aussi bien locales que nationales. D'après M. Gunnar Söderholm (2009), qui était à l'époque l'un des principaux conseillers municipaux participant à l'aventure, l'opposition politique de centre-droit à Stockholm était tellement persuadée que la taxe d'embouteillage serait un échec, que la décision relative à son application a été considérée comme « le plus grand suicide politique de l'histoire », (un point de vue partagé par plusieurs personnalités de gauche également). Les opposants ont pensé qu'ils n'avaient qu'à « se tenir en retrait et regarder la coalition de la gauche et des verts commettre l'irréparable ».

Les risques ne se sont toutefois pas limités à la sphère politique. Le maître d'œuvre retenu, IBM, était également sous pression. Le contrat de passation de marché prévoyait des sanctions sévères, dans le but d'aligner les mesures incitatives de l'acquéreur sur celles du fournisseur (Administration des routes, 2004, pp. 19, 23, 30). Pourtant, toujours selon M. Gunnar Johansson (2009) d'IBM, les sanctions considérables détaillées dans le contrat pour retard de livraison du projet et pertes de rendement étaient tout de même considérées comme étant moins risquées pour l'entreprise que les retombées négatives sur la marque en cas d'échec. L'hebdomadaire spécialisé dans l'ingénierie Ny Teknik (2005) a su déceler le danger, et a donné son verdict avant même la mise en service du dispositif. Il a parlé de « l'investissement dans les technologies de l'information le moins rentable de l'histoire de la Suède », trois semaines avant le lancement du dispositif. Que ce soit une mise en service tardive, ou l'exploitation d'un dispositif qui générerait des créances fiscales incorrectes, l'image de l'entreprise serait fragilisée à l'échelle nationale auprès des clients de tous les secteurs, et à l'échelle mondiale en tant que fournisseur de solutions de péage routier, toujours d'après M. Johansson (2009).

*L'avenir [d'IBM] dans le domaine des péages routiers à l'échelle internationale était en jeu. Si nous avions échoué à Stockholm, nous n'aurions pu répondre à aucun appel d'offres à l'avenir dans ce secteur.*

Johansson, 2009

Tel de l'huile sur le feu, le débat des responsables politiques et des médias a été intense et agressif. Birger Höök (2009) de l'Administration des routes et Gunnar Söderholm soulignent tous deux qu'il a largement dépassé ce qui est considéré comme normal dans le cadre des discussions sur les transports en Suède. Parmi les associations non affiliées à un parti, l'Association automobile (*Motormännen*) et la Chambre de Commerce de Stockholm (*Handelskammaren*) ont donné l'impulsion en publiant des brochures et des articles de fond dans les journaux, et en lançant une campagne en ligne ([tullvalet.se](http://tullvalet.se)). Leur argumentation faisait systématiquement appel à l'exagération et à l'alarmisme. Par exemple, la Chambre de Commerce a prétendu que le dispositif était conçu de manière à persuader les gens de voter oui, après quoi le montant de la taxe serait « bientôt multiplié par deux, puis par trois » et de nouveaux postes de péage seraient installés partout dans la ville. (Ville de Stockholm, 2006).

*Je ne sais pas d'où [la Chambre de Commerce] tient ses chiffres [...] ils sont totalement faux. Je pense qu'il s'agit plus d'une affaire de sentiments que de données factuelles.*

Höök (2009)

Dès les premiers stades du projet, un échec est apparu comme quasiment inévitable aux yeux des autorités et de la presse. L'administration fiscale s'est vivement adressé à la presse, mettant en garde contre le risque que la taxe d'embouteillage n'entraîne un endettement des enfants, par le biais d'une tactique supposée répandue par laquelle les parents enregistreraient leurs enfants en tant que propriétaires de leur véhicule et refuseraient ensuite de payer (DN 2005a). L'Agence nationale de recouvrement (*Kronofogden*) a estimé à environ 6 000 par jour le nombre de cas qui feraient l'objet d'une mesure légale de perception (DN, 2006 ; SvD, 2005). Enfin, le quotidien *Aftonbladet* (2005) a affiché en première page ses propres estimations, à savoir que 85 pour cent de la population tenterait de frauder pour éviter de payer.

Ceux qui espéraient et pensaient que le projet serait un lamentable échec côtoyaient ceux qui étaient en faveur de la taxe d'embouteillage en général, mais qui craignaient qu'une telle mise en œuvre ne fasse plus de mal que de bien. Leur raisonnement consistait à dire que si le dispositif était un échec à ce stade, aucun homme politique n'oserait effleurer à nouveau cette idée pendant plusieurs décennies. Des pressions sur le projet ont donc été exercées, non seulement par ceux qui s'y opposaient en général, mais aussi par ceux qui le soutenaient en principe (Söderholm, 2009 ; Johansson 2009 ; DN 2005b).

Dans la pratique, aucune de ces craintes n'est devenue réalité. Le dispositif est entré en service comme prévu le 3 janvier 2006. Le coût par passage reste le même à compter de 2010. Moins de 600 affaires ont été transmises à l'Agence de recouvrement sur la totalité des sept mois d'essai (Söderholm, 2009), et le niveau de la fraude est à peine quantifiable (Höök 2009 ; Johansson 2009). Mais le projet n'a pas été mis en œuvre avec la sagesse tranquille que l'on acquiert avec le recul, mais sous l'effet de la peur et du défaitisme qui prévalait à l'époque.

En bref, les enjeux étaient considérables pour presque tous les acteurs concernés. Non seulement des carrières personnelles étaient menacées, ou tout du moins perçues comme tel, mais aussi la prospérité d'entreprises privées et le développement de coalitions politiques. Il s'agit d'un aspect important qu'il faut garder à l'esprit, puisqu'il a déterminé le contexte dans lequel le projet a été mis en œuvre, et c'est sous l'influence de ce climat d'insécurité que des décisions ont été prises.

### 2.3. Coûts et estimations de coûts dans les travaux de recherche et la presse

Le quotidien du matin Dagens Nyheter (DN) a publié une série d'articles en 2008 sur le même thème, à savoir le coût élevé du dispositif de péage urbain. DN (2008a) a comparé les estimations préliminaires de 800-900 MSEK pour le coût d'investissement et de 100 MSEK pour le coût d'exploitation annuel, avec ses propres estimations atteignant 1 800 MSEK et 380-400 MSEK respectivement. Ces « estimations préliminaires » figurent dans un rapport de Transek (2003), qui présente dans les grandes lignes une conception possible du dispositif et ses conséquences. La multiplication par deux des frais d'investissement et par quatre des coûts d'exploitation représente sans aucun doute un dépassement de coût remarquable.

Pour comprendre ce décalage, commençons par examiner le rapport consultatif d'avril 2003 dans lequel figurent les estimations préliminaires. Ce rapport vise principalement à préconiser une conception de haut niveau. Les estimations de coût ne représentent qu'un seul paragraphe du rapport, et elles sont qualifiées de « très incertaines » (Transek, 2003 p. 15). Pour calculer ces estimations préliminaires, Transek a utilisé deux sources qui ont toutes deux tendance à sous-estimer les coûts réels : d'abord, des chiffres sur les dispositifs de péages routiers en Norvège, qui ont été élaborés et sont exploités dans un contexte politique et juridique stable avec pour objectif principal de réduire les coûts au minimum, et qui, pour bon nombre d'entre eux, ont eu plus de dix ans pour réduire leurs coûts d'exploitation ; ensuite, des données issues d'équipementiers qui ont intérêt à sous-estimer ces coûts dans le cadre de leur processus de pré-vente.

En outre, entre la publication du premier rapport consultatif (avril 2003) et la décision budgétaire finale du Parlement (16 juin 2004), la portée du dispositif a beaucoup évolué, passant d'une redevance municipale en faveur de l'environnement similaire de par son fonctionnement au péage urbain d'Oslo, à une taxe d'embouteillage nationale avec une idée partiellement différente de la manière dont la technologie (en particulier les transpondeurs, voir ci-dessous) devait être utilisée. C'est pourquoi les estimations de coûts préliminaires n'étaient pas seulement incertaines, elles portaient également sur un dispositif différent de celui qui a finalement été choisi.

Dans le même article du journal DN, les 380 millions de SEK prévus au budget pour le coût d'exploitation sur l'exercice financier de 2008 sont rapportés aux recettes estimées à 750 MSEK. Il est alors conclu qu'environ 50 pour cent des recettes est dépensé pour percevoir la taxe. Ce type de *rapport de coût* est une manière courante d'évaluer l'efficacité d'un dispositif de péage routier, à savoir en divisant son coût d'exploitation total par les recettes. Si un dispositif dépense une grande partie de ses recettes pour percevoir la taxe proprement dite, cela signifie que le dispositif est inefficace.

Une ligne d'argumentation similaire apparaît maintes fois dans le débat sur l'essai de la taxe d'embouteillage également. Dans un rapport financé par l'Association automobile royale, le professeur Ilja Cordi (2006) obtient une estimation semblable du rapport de coût pour le dispositif de Stockholm, à savoir 50 pour cent. Le même raisonnement est utilisé par la Chambre de Commerce de Stockholm (2005), qui rapporte le coût total de 3 800 MSEK pour l'intégralité de l'essai (y compris

l'amélioration du trafic et la combinaison voiture-transports en commun), aux recettes estimées de 500 MSEK au cours des sept mois d'essai, dégagant un taux de 760 pour cent. Dans un rapport ultérieur, elle calcule le rapport entre des recettes estimées à 800 MSEK et un coût annuel extrapolé de 1 200 MSEK, dégagant un taux de 150 pour cent (Chambre de Commerce, 2006). Par comparaison, le taux correspondant pour les péages norvégiens est compris entre 9 et 10 pour cent. (Amdal *et al.*, 2007)

D'après les calculs du rapport de coût, le dispositif de Stockholm semble très onéreux. Il n'est cependant pas tout à fait pertinent d'utiliser le rapport de coût pour mesurer l'efficacité d'un dispositif de péage urbain. D'abord, le montant de la taxe n'est aucunement lié aux frais de perception. Si la tarification du dispositif est complexe, comprenant de nombreuses exonérations et plusieurs niveaux de prix, les frais de perception seront plus élevés sans que cela n'influe sur le niveau des recettes ; seul le rapport de coût augmentera. De même, si le montant de la taxe est multiplié par deux, il n'y aura pas de frais de perception supplémentaires, mais le rapport de coût diminuera. En aucun cas le rapport de coût ne reflète objectivement la cherté du dispositif de péage.

Ensuite, en Norvège, les péages urbains sont principalement des systèmes de génération de recettes, où la valeur recherchée est l'argent perçu. Évaluer l'efficacité d'un dispositif, c'est rapporter une quantité de *résultats* à une quantité requise de *moyens*. Amdal *et al.* (2007) choisit donc à juste titre le rapport de coût pour illustrer principalement l'efficacité des exploitants des péages. Mais le résultat escompté du dispositif de Stockholm n'était pas avant tout de collecter de l'argent, mais d'améliorer le trafic. Ainsi, si l'on veut mesurer l'efficacité d'un d'une taxe d'embouteillage, il est pertinent de mettre en relation les avantages sociaux de la réduction du trafic et les coûts y relatifs.

Loin du débat médiatique, il a été procédé à une tentative plus sérieuse d'évaluation de l'efficacité. Eliasson (2009) présente une analyse des coûts-avantages pour la société, dans laquelle la taxe versée se présente d'abord comme un coût (péage payé par les automobilistes) et ensuite comme un avantage (recette pour les pouvoirs publics). Au lieu de considérer la taxe en soi comme faisant partie du résultat, les effets positifs sont mis en balance avec les effets négatifs, et le coût d'installation et d'exploitation du dispositif est le seul poste majeur parmi les différents coûts, poste qu'il faut ensuite comparer à la valeur générée par la réduction des embouteillages, etc. En outre, Eliasson (2009) prend en compte le coût d'exploitation prévu à long terme, en partant du principe que les économies d'apprentissage entraîneront une nouvelle réduction des coûts. Si l'on utilise les chiffres d'Eliasson dans une formule similaire au rapport de coût, on obtient un taux de 220/654 (34 pour cent) pour le coût d'exploitation par rapport aux avantages sociaux (en termes monétaires). À l'inverse, chaque couronne dépensée pour l'exploitation du dispositif technique rapporte un profit de 3 couronnes en termes d'avantage social, mais ces rapports ne sont pas explicitement utilisés par Eliasson. Le coût supposé de 220 MSEK à long terme a depuis été battu par la réalité ; il devrait en effet se situer aux alentours de 180 MSEK à compter de 2010, réduisant le rapport de coût pour la société de 27 pour cent et le rapport de coût financier de 21 pour cent (Lissel, 2009).

Une autre évaluation du dispositif de Stockholm, effectuée par Prud'homme et Kopp (2007) montre, contrairement à Eliasson (2009), un surplus négatif pour la collectivité, principalement parce qu'elle calcule différemment les avantages liés au temps (voir Eliasson, 2008). L'approche principale des coûts et des bénéfices est toutefois similaire à celle d'Eliasson, et les auteurs sont également d'accord sur le fait que trois facteurs doivent être réunis pour qu'un péage urbain soit une réussite : (1) un niveau élevé de congestion ; (2) de faibles coûts d'installation et d'exploitation du dispositif ; et (3) de faibles coûts marginaux des transports en commun.

Même si l'on ne tient pas compte de l'interprétation des coûts la plus politiquement subjective, il est clair que le coût de construction et d'exploitation du dispositif joue un rôle important dans la manière dont il sera évalué. Ce coût est l'un des postes budgétaires les plus importants, que l'on évalue le rapport de coût social ou financier. Pour comprendre pourquoi ce coût a fini par être aussi élevé, il est nécessaire de connaître davantage que la taille du dispositif en termes de postes de péage ou de passages de véhicules. Pour rendre pleinement compte de la situation, nous devons prendre en considération l'environnement du projet, et les informations qui étaient disponibles quand les décisions ont été prises.

Le coût de la période d'essai de sept mois a inclus des éléments non liés au dispositif de péage urbain en soi, comme l'augmentation de la capacité du trafic, l'acquisition de nouveaux bus et la création de nouvelles infrastructures pour faciliter le relais entre voiture et transports en commun. Tous ces aménagements ont coûté 3 800 MSEK au total. Cette somme est parfois comprise dans « le coût du dispositif », alors qu'elle inclut apparemment beaucoup d'autres éléments. Le dispositif et ses infrastructures d'appui, que la présente étude examine, ne représentaient que la moitié de cette somme. Le budget de l'Administration des routes alloué à l'essai, qui a été établi peu de temps après la finalisation de la législation en juillet 2004, s'élevait à 1 926 MSEK (Höök, 2009). Pour cette somme, elle a obtenu un dispositif conçu, construit et exploité pendant sept mois. Ce budget n'a jamais été dépensé entièrement, contrairement aux impressions données par la presse (Höök, 2009). D'après les estimations d'Eliasson (2006), 1 050 MSEK ont été utilisées avant le lancement, ce qui pourrait servir d'indication pour le calcul du coût d'investissement, sans le coût d'exploitation. Une fois que la taxe d'embouteillage est devenue permanente, les coûts d'exploitation ont progressivement baissé, pour atteindre 200 MSEK en 2009 et 180 MSEK estimées en 2010 (Lissel, 2009). Eliasson (2006) utilise une estimation plus ancienne de 220 MSEK par an dans son analyse. Il faudrait également noter que le coût du transfert de l'exploitation du dispositif depuis le maître d'œuvre vers une solution interne dans le propre centre de données de l'Agence est inclus dans le coût d'exploitation du dispositif de Stockholm pour la période 2007-2010.

Ces coûts d'investissement (y compris les opérations effectuées pendant la période d'essai) et d'exploitation à long terme, aussi approximatifs qu'ils soient, peuvent être comparés à ceux d'Oslo et de Londres. Le péage urbain d'Oslo est en place depuis beaucoup plus longtemps, et n'est peut-être pas le meilleur élément de comparaison. Leromonacho *et al.* (2006) estiment cependant que son installation n'a coûté que 208 MSEK pour la mise en service (avec un taux de 1.23 SEK pour 1 NOK), et 148 MSEK par an pour l'exploitation (voir aussi Fjellinjen, 2004, et Eliasson, 2009). Il est difficile de comparer le coût du dispositif de Stockholm avec celui du dispositif de Londres, puisque les coûts d'exploitation et de mise en service ont été combinés différemment. Oehry (2006) estime le coût d'investissement à Londres à 1 495 MSEK et le coût d'exploitation en 2005 à 1 530 MSEK (avec un taux de 11.50 couronnes pour une livre).

Il est intéressant de noter le manque de symétrie entre Stockholm et Londres. Le dispositif de Stockholm couvre un domaine plus vaste, et son installation a coûté légèrement plus cher (si l'on considère que la mise en œuvre est incluse dans le coût d'investissement) ; pourtant son exploitation revient dix fois moins cher. Cela s'explique d'une part par la part plus importante de l'identification automatique et par les facilités de paiement mises en place à Stockholm, et d'autre part par le fait que le dispositif de Londres a été acquis différemment, le fournisseur ayant investi davantage de capital.

### 3. ÉLÉMENTS DE COÛT

Cette partie porte sur plusieurs éléments et facteurs de coût, en privilégiant les circonstances ou les éléments susceptibles d'avoir entraîné des coûts d'investissement et/ou d'exploitation inutilement élevés. Parmi les allégations de coûts « excessifs » ou « inutiles », certaines ont été formulées par des observateurs externes, comme les médias ou certains groupes d'intérêt, et d'autres par des participants au projet lors des entretiens.

Pour chaque facteur de coût proposé, je présente les déclarations y relatives et les conclusions que j'ai tirées après avoir comparé les arguments présentés, les éléments de comparaison et les documents disponibles. Quand cela est utile, j'indique un ordre de grandeur pour situer l'impact de chaque facteur de coût. Enfin, je propose des « enseignements tirés » qui seront utiles aux installations futures de péages urbains.

#### 3.1. Post-marché démesuré

Un nouveau centre d'appel a été mis en place pour fournir à la population des informations sur la tarification du péage, les périodes de fonctionnement du dispositif, les personnes imposables, les modalités de paiement, ainsi que des renseignements personnels sur les paiements et l'état du compte des usagers. Même si l'Administration des routes disposait déjà d'un centre d'appel pour d'autres besoins, un nouveau centre a été construit et doté en personnel pour la mise à l'essai de la taxe d'embouteillage. Créé en partie sur le modèle du centre d'appel utilisé pour le péage urbain de Londres, il a été décidé que le centre aurait la capacité de gérer 30 000 appels par jour, ce qui correspond à un total de 400 employés. Les gérants du dispositif de Londres ont alors notifié à l'Administration des routes que cette capacité risquait d'être insuffisante (Söderholm, 2009). Mais, comme la suite l'a montré, les chiffres ont été largement surestimés. Le nombre d'appels quotidiens durant les premiers jours de l'essai a atteint environ 10 000 avant de chuter au niveau stable de moins de 2 000 appels par jour. Avec le recul, le coût du centre d'appel aurait pu être inférieur de 50 pour cent à 75 pour cent.

De même, l'Administration fiscale avait affecté du personnel à un nouveau service de gestion des demandes et des plaintes. Deux directeurs, un conseiller juridique, quatre administrateurs et 27 employés de bureau étaient chargés de gérer un afflux calculé de 1 000 à 1 500 requêtes par jour. En réalité, les demandes et les plaintes ont à peine atteint un dixième des estimations, et le service a rapidement procédé à une nouvelle réduction de ses effectifs (DN, 2005a ; DI, 2006). Un autre centre d'appel a pourtant été mis en place dans la ville de Stockholm, employant 15 personnes, pour gérer les questions d'ordre politique. Personne pour ainsi dire n'a téléphoné, et ce centre aussi a été supprimé (Söderholm, 2009).

Le post-marché démesuré est l'un des éléments de coût mentionné tout particulièrement dans l'analyse des coûts-bénéfices d'Eliasson (2009). Dagens Nyheter (2008b) prétend que l'on aurait pu prévoir cette situation, et qu'il aurait dû paraître évident que la comparaison avec Londres ne tenait pas la route, étant donné que le centre d'appel londonien était utilisé par les usagers pour s'acquitter de la taxe, contrairement au dispositif de Stockholm où les paiements étaient gérés par d'autres moyens.

M. Höök de l'Administration des routes convient qu'ils ont probablement été poussés par le maître d'œuvre à embaucher au centre d'appel plus de salariés qu'ils ne l'auraient fait autrement. Selon lui, cela a découlé de la manière dont le contrat était rédigé : si le centre d'appel n'atteignait pas ses objectifs en termes de qualité de service, le maître d'œuvre serait alors pénalisé financièrement, alors que c'est l'acquéreur qui couvrait les frais de personnel. En l'occurrence, le contrat tel qu'il était élaboré signifiait que les risques et les coûts étaient assumés par différentes parties, et que le maître d'œuvre n'avait aucun intérêt à développer ses propres risques en réduisant les ressources (Höök, 2009).

Il faudrait cependant noter que la distinction entre les risques et les coûts appliquée au centre d'appel est atypique, les contrats relatifs à tous les autres grands domaines visant à attribuer au maître d'œuvre à la fois la charge du risque et la responsabilité (et le coût) de l'atténuation des risques (Administration des routes, 2004).

DN (2008c, 2008d) a même avancé que le maître d'œuvre avait délibérément gonflé ses factures pour exploiter le monopole temporaire dont il bénéficiait. De l'avis de l'Administration des routes, ce n'est cependant pas un événement qui a eu une grande influence sur le total des coûts, ne faisant pas seulement référence ici au post-marché, mais à tous les éléments de coût contestable :

*Si nous avons fait pression sur le fournisseur, nous aurions pu économiser cent à deux cent millions. [...] mais cela prend du temps et [...] il n'était pas très facile de négocier depuis notre tribune. Nous voulions avoir un dispositif fonctionnel en service à temps pour la période d'essai. Une « querelle d'argent » ne serait très probablement soldée que par une perte de temps et l'absence de dispositif en service pour la mise à l'essai. Cela vaut la peine de réfléchir avant de prendre part à une querelle de la sorte.*

Höök, 2009

Les mesures incitatives du fournisseur ne répondent cependant que partiellement à la question de savoir pourquoi le centre d'appel était démesuré. A ce moment-là, personne ne savait combien de personnes allaient téléphoner, ni quelles seraient leurs demandes. L'un des scénarios de risque envisagé était qu'un grand nombre d'usagers mécontents appelleraient pour contester les décisions relatives à la taxe, et inonderaient ainsi les canaux du service. Cela entraînerait ensuite de longues attentes téléphoniques, qui seraient présentées comme l'un des points faibles du projet dans les médias. Compte tenu du ton passionné du débat public à ce moment-là, ce scénario a en général été considéré comme plausible, et de telles revendications ont véritablement pu avoir lieu. Mais si c'est le cas, malgré le centre d'appel à grande capacité qui était en place, ces requêtes n'ont pas abouties et ont été vaines.

Höök (2009) et Söderholm (2009) sont tous les deux d'avis qu'un centre d'appel médiocre et la mauvaise publicité prévisible en retour auraient été beaucoup trop par rapport à ce que le projet ne pouvait supporter. Si cela avait été le cas, les principaux acteurs auraient rapidement retiré leur soutien au projet. C'est pourquoi, selon eux, un centre d'appel potentiellement *trop petit* avait la possibilité à lui seul de mettre à mort le projet entier, et il a donc été préférable de pêcher par excès.

**Conséquence en termes de coût :** Il est probable que le post-marché aurait été tout aussi efficace pour maintenir un niveau de service élevé et filtrer les appels malveillants si les ressources dépensées avaient été réduites de moitié pendant la période d'essai.

**Enseignements tirés :** si l'on acquiert un dispositif de fonctionnement, s'assurer que la partie qui assume les risques est aussi celle qui prend en charge le coût de l'atténuation des risques, dans tous les domaines d'application.

### 3.2. Nécessité relative des transpondeurs

Les documents de l'appel d'offre, dans lesquels les fournisseurs étaient invités à soumissionner pour la conception et la construction du dispositif, n'indiquaient pas explicitement que l'offre devait se fonder sur la technologie des transpondeurs. Il est cependant clair que c'était ce qu'attendaient toutes les parties prenantes au projet (Höök, 2009 ; Johansson, 2009 ; Söderholm, 2009) et que toute offre sans transpondeurs n'aurait pas fait l'objet d'une évaluation favorable. Les transpondeurs étaient prévus dans l'offre qui a remporté le marché : 700 000 unités ont été achetées au total, 450 000 distribuées aux usagers, et des balises radio ont été installées sur les portiques de 18 postes de péage.

Au cours de la mise en œuvre du projet, une demande de modification très importante a été formulée (une *demande de modification* est un ordre donné au maître d'œuvre pour ajuster les caractéristiques). Les Ministères des Finances, de la Justice, de l'Entreprise, de l'Énergie et des Communications sont parvenus à la conclusion qu'en vertu du droit suédois, un signal de transpondeur n'était pas un élément suffisant pour exiger une taxe. Il a donc été conclu qu'une photo de la plaque d'immatriculation était également nécessaire. Les transpondeurs ont tout de même été conservés, puisque les premiers essais de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques (ANPR) n'ont pu interpréter qu'environ 60 à 70 pour cent des clichés pris sans assistance manuelle (Höök, 2009 ; Söderholm, 2009).

Il n'a pas été possible de rendre obligatoires les transpondeurs, qui ont un taux d'identification automatique (taux ID) proche de 100 pour cent, pour des raisons juridiques. C'est pourquoi l'entrepreneur a lancé une initiative de développement ciblée pour augmenter le taux d'identification de l'ANPR ; après quelques mois d'expérimentation, il a pu faire monter le taux ID de l'ANPR bien au-dessus des 90 pour cent, ce qui a été le véritable niveau d'identification du dispositif lors de son lancement en janvier 2006. A la fin de la période d'essai, quand le système a été remis en service en juillet 2007, les transpondeurs ont seulement été préconisés pour les usagers qui souhaitaient être absolument certains de bénéficier de l'exonération de Lidingö (voir ci-après). Dans l'intervalle, le taux ID de l'ANPR avait encore augmenté de quelques points, de façon qu'avec un minimum d'assistance manuelle, il s'était stabilisé entre 95 et 99 pour cent. Finalement, à la fin de 2008, le financement des derniers transpondeurs restants a été interrompu (Höök, 2009 ; Johansson, 2009 ; Söderholm, 2009).

Le dispositif, qui était fondé sur la technologie des transpondeurs au moment de la signature du contrat, est progressivement devenu de plus en plus basé sur l'identification sur clichés. Étant donné que le droit de péage est juridiquement défini comme une taxe, qui s'applique au propriétaire du véhicule, il est inutile de disposer d'un compte de paiement spécifique, ce pour quoi un transpondeur pouvait être utilisé. L'Administration des routes possédait déjà un registre complet des noms et adresses de tous les propriétaires de véhicules imposables, il était donc seulement utile d'identifier les véhicules.

Même si les transpondeurs étaient déjà achetés et payés, et les balises radio installées dans les stations de péage, la gestion des transpondeurs continuait d'engendrer des coûts. Les nouvelles voitures devaient être équipées de nouveaux transpondeurs, les voitures changeaient de propriétaires et les transpondeurs étaient perdus, volés ou cassés. Pour économiser les dépenses liées à la gestion des transpondeurs, l'Administration des routes a décidé d'interrompre son soutien financier et de n'avoir recours qu'à l'identification photographique (Höök, 2009 ; Söderholm, 2009).

Avec le recul, l'investissement total dans les transpondeurs peut être considéré comme un élément de coût excessif. Mais il faut également comprendre que le fait de se baser uniquement sur des caméras et d'atteindre un taux ID élevé grâce à l'ANPR dans la pratique, était impensable pour le secteur à cette époque-là. Personne n'aurait pu prévoir que cela serait possible, et même si des fournisseurs avaient proposé un tel dispositif, ils auraient eu peu de chances de voir leur offre sélectionnée (Johansson, 2009) (voir également « L'exonération de Lidingö » ci-après).

Rien d'étonnant alors à ce que le coût relatif de l'utilisation des transpondeurs soit si élevé. En Norvège, plus de 40 systèmes différents de péages routiers sont en service ; certains utilisent des transpondeurs alors que d'autres sont gérés par des cabines de péages tenues par du personnel. Et même dans le cas où la technologie utilisée est largement manuelle, il y a un léger avantage de productivité pour les usagers qui *n'ont pas* recours aux transpondeurs (Odeck, 2008).

**Conséquences en termes de coût :** Le coût des balises radio, qui font partie du dispositif, n'est pas indiqué séparément dans le contrat et les factures examinées, c'est pourquoi il ne peut être estimé que par un ordre de grandeur qui correspondra à une part du coût de l'équipement implanté au bord de route. Le coût des transpondeurs est plus facile à isoler dans les documents d'archives étudiés. Globalement, 150 à 200 MSEK ont été dépensées pour les transpondeurs et le matériel et les services y relatifs.

**Enseignements tirés :** Tout projet futur de taxe d'embouteillage doit clairement reconnaître que l'utilisation de caméras et de la reconnaissance automatique des plaques (ANPR) peut permettre d'obtenir un taux d'identification élevé, et être beaucoup plus rentable que l'utilisation de transpondeurs. Le seul avantage des transpondeurs est que leur utilisation offre d'autres possibilités, comme la capacité de disposer d'un compte de paiement unique, représenté par le transpondeur, pour différents véhicules.

### 3.3. Coûts de transaction excessifs

Dans la même série d'articles du journal DN, deux étaient consacrés à la question du coût des transactions versées aux fournisseurs de services financiers via le maître d'œuvre. Dans des cas extrêmes, le DN (2008e, 2008f) a montré que le coût de la transaction pouvait même dépasser le montant de la taxe elle-même, entraînant un solde négatif pour les pouvoirs publics.

Pour comprendre les modalités de ce type de transaction, il faut d'abord s'intéresser à un aspect particulier de la taxe d'embouteillage. Elle est elle-même définie comme reflétant une décision fiscale, résumant une journée entière de conduite. Certaines de ces décisions ont été prises en une nuit, et communiquées aux automobilistes le lendemain matin, à la suite de quoi ceux-ci devaient payer dans un délai de cinq jours. Compte tenu du court délai nécessaire pour effectuer les transactions bancaires, cela signifiait qu'un automobiliste faisant fréquemment le trajet domicile-travail devait effectuer des

paiements plusieurs fois par semaine pour être absolument sûr que l'argent serait sur le compte de l'Administration des routes au matin du sixième jour, faute de quoi il se verrait tenu de payer une amende considérable.

L'une des raisons de cette pesante condition était que le législateur avait interprété le concept de tarification marginale de manière trop ambitieuse. Les automobilistes devaient apprendre à mettre en relation directe le coût d'utilisation de la route et leur décision de l'utiliser. Mais cette approche du coût a été interprétée comme la réalisation du paiement proprement dit (Johansson, 2009 ; Söderholm 2009).

Cette règle, qui est unique dans le contexte du paiement d'une taxe, a eu deux conséquences négatives en termes de coûts. La première était simple : effectuer un paiement par jour au lieu, par exemple, d'un par mois multiplie le nombre de transactions bancaires par un facteur environ égal à 5<sup>2</sup>. Même si l'Administration des routes obtenait de la banque une remise quantitative sur les frais de transaction, le coût total de traitement d'un si grand nombre de transactions est considéré comme étant très élevé.

La deuxième conséquence était plus élaborée : pour veiller à ce que les cinq jours soient effectivement disponibles pour effectuer le paiement avant la date d'échéance, et dans le même temps pour offrir un mode de paiement satisfaisant aux voyageurs occasionnels, l'Administration des routes a inséré une option dans le contrat pour que les usagers puissent payer en espèces au comptoir de certains points de vente. Deux chaînes de magasins possédant au total plus de 400 points de vente ont été reliés au programme, certains d'entre eux étant ouverts en continu. Une nouvelle application a été mise en place dans ces magasins, qui permettait à l'automobiliste de consulter la situation de son compte simplement en indiquant un numéro de plaque d'immatriculation, et de procéder au paiement en moins d'une minute. Les chaînes de magasins rassemblaient le montant total des paiements de la journée et le transféraient dans un délai minimal à l'Administration des routes.

Ces chaînes ont ainsi doté le dispositif de péage urbain de deux qualités importantes : il était possible d'attendre presque les cinq jours entiers pour effectuer le paiement, et la transaction était en général opérée de manière rapide et facile. Mais cette rapidité et cette facilité n'étaient pas gratuites pour l'Administration des routes. Le temps passé à la caisse d'un magasin très fréquenté est autant de temps en moins consacré à d'autres achats ; c'est pourquoi les chaînes exigeaient des frais de transaction importants. Le plus petit tarif appliqué correspond à une journée sans encombrement, et équivaut à environ 1 € ; les frais facturés par les points de vente sont légèrement supérieurs, ce qui donne l'impression bizarre que les pouvoirs publics obtiennent un résultat net déficitaire pour chacun de ces paiements.

Ultérieurement, à la fin de l'essai, la période de cinq jours est passée à quatorze jours, mais en conservant la formule d'un paiement par journée d'utilisation de la route, puis, une fois encore en août 2008, la formule a été transformée en une facturation mensuelle. Le nombre de transactions a ainsi chuté de 80 pour cent et ne constitue plus un élément de coût majeur (Transportstyrelsen, 2009).

**Conséquences en termes de coût :** Les transactions journalières reviennent 10 à 20 fois plus cher que des transactions mensualisées. Le journal DN estime que le coût des transactions via les chaînes de magasins coûte à l'Administration des routes la somme excessive de 50 à 60 MSEK par an.

**Enseignements tirés :** La tarification du coût marginal et le paiement du coût marginal sont deux choses différentes. Chaque transaction a un coût, à la fois en termes de commodité pour l'utilisateur et de rémunération pour le fournisseur des services financiers. Le paiement en espèces au guichet est sans aucun doute nécessaire pour faire accepter la taxe aux usagers, mais c'est probablement le mode de paiement le plus cher.

### 3.4. L'exonération de Lidingö

A l'Est de Stockholm se trouve l'île de Lidingö, reliée à la terre par un pont. Le seul itinéraire entre Lidingö et le reste de la Suède passe deux fois par la station de péage. Ainsi, les habitants de Lidingö font face à des dépenses accrues pour l'utilisation de la route – notamment ceux qui se rendent à leur travail en voiture à l'extérieur du cordon, et qui doivent payer la taxe deux fois pour un trajet unique. Beaucoup ont considéré que ce système était injuste. Plusieurs solutions possibles ont été émises au sein du débat public, qui allaient de l'imposition de la taxe de toute façon, puisque les habitants de l'île empruntent en fait des itinéraires encombrés, à une exonération totale. En définitive, le compromis qui a été trouvé consistait à exonérer de la taxe d'embouteillage les trajets depuis et vers l'île de Lidingö. Pour que cette mesure soit applicable, le trajet doit être enregistré à l'un des postes de péage en face de Lidingö et à tout autre poste de péage dans un intervalle de 30 minutes (Söderholm, 2009 ; Gullberg et Isaksson 2009).

Sur le principe, il s'agit d'une solution élégante, qui évite aux usagers remplissant les conditions requises de s'inscrire au préalable pour bénéficier de l'exonération. Tous les automobilistes pourront bénéficier de la même façon de l'exonération, qu'ils se rendent à Lidingö depuis la terre ou inversement. En outre, la mesure prise veille à ce que les habitants de Lidingö s'acquittent quand même de la taxe, si Stockholm est la destination finale de leur voyage -- l'enregistrement de deux passages à des postes de péage au niveau du pont de Lidingö ne donne pas accès à l'exonération. Aussi élégante qu'elle soit, cette mesure s'est avérée très coûteuse dans le cadre de la mise en œuvre du dispositif technique, parce qu'elle a exigé un niveau réel de services supérieur à ce qui avait été formulé.

Le contrat qui lie l'Administration des routes et le maître d'œuvre stipule que le taux minimal d'identification ID est de 95 pour cent (99.9 pour cent pour les passages avec transpondeurs) et que le taux d'erreur maximal est de 0.0001 pour cent (c'est-à-dire au maximum une facturation incorrecte pour 100 000 passages) (Administration des routes, 2004 pp. 53-54). La façon dont est conçue l'exonération de Lidingö fait que ces calculs ne sont plus valables, puisque le défaut d'identification se transforme en surtaxe : si un véhicule roule de Lidingö vers la ville et ressort de l'autre côté du cordon, il génère deux enregistrements de passage. Si les deux passages sont correctement identifiés, ils devraient s'annuler l'un l'autre conformément à l'exonération de Lidingö. Mais si l'un des deux n'est pas identifié, l'autre passage sera facturé. C'est pourquoi le taux d'identification ID doit être très élevé pour atteindre l'objectif du taux d'erreur minimum. Ces mesures peuvent s'avérer très coûteuses, puisque l'identification des quelques pourcentages restants exigera souvent un important travail manuel supplémentaire.

L'ampleur du problème s'est rapidement développée. Si 5 passages sur 100 ne sont pas identifiés, comme le permet le taux d'identification requis, cela signifie que seuls 90.25 pour cent des trajets bénéficiant de l'exonération de Lidingö sont correctement identifiés aux deux postes de péage, que 0.25 pour cent d'entre eux échappe à tout enregistrement et que dans 9.5 pour cent des cas, l'un des deux passages est identifié et la taxe est appliquée de manière incorrecte. On dénombre plus d'un demi

million de trajets exonérés (Lidingö) chaque mois, ce qui signifie plus de 50 000 facturations erronées par mois. En clair, il ne faudrait pas que le taux d'identification ID puisse s'approcher d'un niveau aussi bas que 95 pour cent.

**Conséquences en termes de coût :** Il est impossible de déterminer dans quelle mesure cette exonération a entraîné des coûts supplémentaires, mais il est généralement reconnu qu'elle est l'une des principales raisons pour lesquelles des appareils photographiant l'arrière du véhicule ont été ajoutés (en plus des appareils qu'il avait déjà été décidé d'installer pour photographier l'avant des véhicules). De plus, avec cette mesure, le dispositif doit fonctionner plus longtemps chaque jour. Höök (2009) estime le coût supplémentaire pour le projet à « deux cent millions de SEK ».

**Enseignements tirés :** Au moment de définir le système de tarification d'un dispositif de péage urbain, il convient de s'assurer que le prix du passage se base sur des informations relatives à ce passage uniquement et à d'autres informations disponibles au moment du passage, comme l'heure de la journée et les caractéristiques du véhicule. Tout système de tarification basé sur la facturation combinée de plusieurs passages aura automatiquement plus de chances de commettre des erreurs et augmentera le niveau de performance requis du dispositif.

En outre, les paramètres du niveau de service utilisés dans le contrat ont tout intérêt à être orthogonaux, de façon à ce que toute défaillance de l'un d'eux n'entrave pas automatiquement l'application des autres.

### 3.5. Appel d'une décision de marchés publics et interruption du projet

Les projets de marchés publics à grande échelle sont strictement réglementés par une Directive de l'Union Européenne. Le chapitre 7 de la Loi suédoise relative aux marchés publics (la version en vigueur à ce moment-là) indique comment une décision d'approvisionnement peut être frappée d'appel, si l'une des parties soumissionnaires subit des pertes en raison d'une décision partielle ou non professionnelle (SFS, 1992). Quand l'Administration des routes a attribué le marché à IBM pour la construction et l'exploitation du dispositif de péage urbain, sa décision a fait l'objet d'un recours par le deuxième groupe géré par Austrian Kapsch, un fournisseur de longue date de dispositifs de péage routier (Gullberg et Isaksson, 2009).

Cette action a conduit à une procédure judiciaire, au cours de laquelle la décision a été examinée aux trois niveaux de juridiction du système judiciaire suédois. Pendant une période de presque deux mois, du 8 février au 30 mars 2005, la décision d'attribution du contrat a été suspendue, plaçant le projet dans une impasse juridique : l'attribution n'était ni annulée, ni confirmée. Dans l'attente d'une décision finale, le projet a dû être interrompu, alors que les travaux de mise au point étaient déjà bien avancés (pour une description plus précise de cette bataille juridique, voir Gullberg et Isaksson pp. 65-148).

Un dilemme s'est alors posé à l'Administration des routes : l'équipe du fournisseur qui travaillait sur le projet s'était agrandie et était parvenue à accélérer les travaux, les employés se connaissaient et savaient ce qu'ils avaient à faire. Si l'équipe était dissoute, ses membres seraient réaffectés à d'autres projets, et il faudrait beaucoup de temps pour relancer le projet. C'est pourquoi l'Administration des routes a décidé de garder l'ensemble de l'équipe, dans l'attente de la décision finale du tribunal, afin que les travaux puissent reprendre exactement là où ils avaient été interrompus, une fois le feu vert juridique obtenu.

Pendant cette période d'arrêt, aucun contact n'était permis entre l'acquéreur et le fournisseur, aucune activité ne devait être menée, du moins pas sous les ordres de l'Administration des routes. Mais un projet au calendrier serré qui bénéficie soudain de dix semaines de « congés » retire sans aucun doute bien plus d'avantages que du simple repos. Même en l'absence de contacts avec l'Administration des routes, le maître d'œuvre a eu la possibilité de rattraper de nombreux retards déjà accumulés, et de se préparer à poursuivre les travaux prévus.

Outre la période d'interruption du projet, la durée de la procédure judiciaire a également retardé la date prévue de la reprise. La date de lancement, qui avait déjà été reportée au 15 août 2005, a été repoussée au 3 janvier 2006. Du point de vue des risques pour le projet, obtenir dix semaines de rattrapage payées puis plus de quatre mois de report du délai de fin des travaux est une véritable aubaine. L'ironie du sort a fait que le recours déposé par le deuxième soumissionnaire a rendu service au maître d'œuvre et a augmenté les chances de réussite du projet (voir également le chapitre ci-dessous intitulé « Modifications du projet à mi-parcours (portée et maître d'ouvrage) »).

**Conséquences en termes de coût :** Si l'on inclut les travaux réalisés en sous-traitance, plus de 100 personnes ont été affectées au projet géré par le maître d'œuvre. Le fait de les placer en attente pendant dix semaines, à un coût direct payé au maître d'œuvre, est revenu à 140 millions de SEK. En outre, en raison du raccourcissement de la durée d'exploitation, les frais de l'administration publique ont augmenté et les recettes totales de la taxe d'embouteillage ont baissé. Globalement, les pertes dues aux retards ont été estimées à 600 MSEK. (Gullberg et Isaksson, p. 121)

**Enseignements tirés :** La suite d'événements politiques et juridiques qui ont conduit à la décision initiale d'appliquer une taxe d'embouteillage, décision qui a ensuite semblé très improbable avant d'être finalement mise en œuvre malgré tous les obstacles, est tellement spécifique aux circonstances locales et aux aléas de la situation, qu'il est pratiquement impossible de trouver des éléments de comparaison. Toutefois, un événement majeur semble avoir exercé une grande influence sur la situation de l'époque, à savoir le processus électoral. L'ensemble du processus depuis la prise de décision, la planification, la mise en œuvre et la période d'essai jusqu'au référendum devait s'inscrire dans les quatre années du cycle électoral. Puisque la décision d'adopter une taxe d'embouteillage était l'une des conclusions des négociations du Gouvernement immédiatement après les élections de 2002, il était impossible de prendre des dispositions à l'avance et d'entamer le nouveau mandat électoral avec un programme complet.

### 3.6. Exigences excessives en termes de niveau de service

En 2002, immédiatement après l'annonce de la mise à l'essai d'une taxe d'embouteillage, la ville de Stockholm a défini sa stratégie de marchés publics et a nommé Dennis Bring à la tête de la planification des marchés publics. Le principe clé du contrat était la fonctionnalité du marché public, ce qui signifie que les soumissionnaires n'avaient pas pour tâche de construire un dispositif conforme à un cahier des charges précis, mais plutôt un dispositif fonctionnel, où les procédures seraient perfectionnées et leurs résultats définis et quantifiés. Il appartenait à chaque soumissionnaire de proposer les technologies à utiliser et même les lieux d'installation des postes de péage. Dans ce contexte, un élément a joué un rôle majeur, à savoir une liste d'indicateurs de performance, au nombre de neuf au départ, et des niveaux ciblés. En principe, les soumissionnaires devaient tous les accepter tel qu'ils étaient formulés, pour que leur projet soit jugé conforme lors de son évaluation. Chaque indicateur était également, bien que de façon quelque peu ambiguë, lié à des clauses pénales, qui pouvaient avoir un impact considérable sur les recettes finales du fournisseur, si les objectifs n'étaient pas atteints (Administration des routes, 2004 pp. 53-54).

Avec le temps, la fonction du dispositif est passée d'une « éco-redevance » municipale à une « taxe d'embouteillage » nationale, à la suite de délibérations judiciaires. Ce changement a entraîné une vaste série de modifications au niveau du cahier des charges, ce qui a fait que certains des indicateurs de performance n'étaient plus applicables. En fin de compte, quatre indicateurs sont restés valides pour l'évaluation continue des résultats du dispositif : le taux d'identification (nombre de véhicules identifiés divisé par le nombre de passages par mois), le taux d'erreur (nombre de facturations incorrectes divisé par le nombre de passages par mois), le taux de disponibilité (temps de fonctionnement des voies divisé par le temps de fonctionnement requis total multiplié par le nombre de voies) et le taux d'appels répondus (nombre d'appels répondus dans un certain délai divisé par le nombre total d'appels reçus) (Johansson, 2009).

Chacun de ces indicateurs de performance s'est vu attribuer une valeur cible, et les taux d'erreur et de disponibilité du dispositif étaient particulièrement élevés (Johansson, 2009). Concernant le taux d'erreur, le nombre maximal de passages conduisant à une facturation incorrecte a été fixé à un pour 100 000, ce qui signifie que soit le système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques devait être beaucoup plus performant que tous les autres systèmes connus à l'époque, soit qu'une bonne partie des clichés pris au passage des véhicules devait être contrôlée manuellement, ou bien encore que des transpondeurs (qui en général ne conduisent pas à de mauvaises identifications) devaient être utilisés par presque tous les véhicules passant par les portiques.

L'utilisation de transpondeurs a fini par représenter environ 50 pour cent des passages au moment du lancement, ce qui n'a pas été suffisant pour atteindre le taux d'erreur minimal fixé. En outre, des contraintes à la fois pratiques et financières ont été constatées quant au nombre d'employés pouvant être affectés à la lecture des plaques d'immatriculation à partir des clichés. Reconnaissant l'importance de ce problème, IBM a entamé une procédure interne de recherche et de développement, afin d'améliorer les performances du dispositif en termes de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques, comme indiqué ci-dessus, et pour finalement atteindre voire dépasser les valeurs cibles à la fois du taux d'identification et du taux d'erreur (Höök, 2009 ; Johansson, 2009).

Le temps de fonctionnement total du dispositif a été calculé en prenant en compte la disponibilité partielle, en fonction du nombre de voies affectées par un dysfonctionnement du dispositif, de façon à ce que le calcul utilise le temps de disponibilité des voies divisé par le nombre total de voies et multiplié par la durée de fonctionnement prévue. Ainsi, l'évaluation était proche des recettes non perçues à cause de l'interruption du projet – une baisse de 50 pour cent du taux de disponibilité a signifié qu'environ la moitié des passages avait été enregistrée. Le taux de disponibilité calculé selon cette formule devait équivaloir ou dépasser 0.999, sous peine d'amende pour le fournisseur.

Pour satisfaire à ce critère exigeant, le maître d'œuvre a conçu un dispositif où (presque) chaque élément est reproduit, afin que le service ne puisse être interrompu que si deux éléments parallèles dysfonctionnent simultanément. En outre, des pièces de rechange étaient disponibles en grande quantité et du personnel qualifié était dépêché sur place pour intervenir dans les plus brefs délais en cas de défaillance. Pour le dispositif TI de base, une équipe d'assistance technique était initialement prête à intervenir 24 heures/24-7jours/7. Une telle conception avec autant d'excès de toutes parts coûte évidemment plus cher qu'une structure où une plus grande marge de dysfonctionnement est acceptée, qui ne requiert qu'un exemplaire de chaque élément et où un temps de réaction plus long est acceptable. (Höök, 2009 ; Johansson, 2009)

On peut raisonnablement avancer qu'un dispositif de péage urbain réduit les embouteillages dans la même mesure si son taux de disponibilité est de 99,9, 99 ou 95 pour cent. Après tout, les automobilistes décident de prendre la route ou non en fonction de la grande probabilité qu'ils ont de

payer s'ils le font. Dans ce contexte, les critères de disponibilité auraient pu être considérablement assouplis, et par conséquent les coûts de construction du dispositif également, sans réduire l'impact final sur la réduction des embouteillages.

Mais la question de la disponibilité comporte un autre aspect outre la perte de recettes et l'influence sur les comportements. Gunnar Söderholm (2009) est certain que puisque le dispositif n'a pas été parfaitement disponible et n'a pas fonctionné dès le premier jour, le soutien de la population a rapidement disparu, sous l'effet de l'attention des médias. Selon lui, le projet n'avait qu'à fonctionner parfaitement dès le départ. Höök (2009) convient que pour obtenir sa légitimité, le dispositif devait être très précis et contraster avec la situation en Norvège où un niveau de qualité inférieur aurait probablement été acceptable, les dispositifs dans ce pays étant déjà en place et acceptés par la population.

A cet égard, le niveau du service n'aurait pas été du tout excessif, mais simplement approprié. Le dispositif n'a donc pas été conçu uniquement pour fonctionner, mais aussi pour gagner et retenir la confiance et le soutien de ses usagers.

**Conséquences en termes de coût :** Il est impossible de dire quelles économies auraient pu être réalisées si les indicateurs de performance avaient été assouplis, sans émettre de vastes suppositions sur ce qu'auraient été les autres décisions de conception qui auraient été prises alors. Il est plus sûr d'avancer qu'une grande partie des coûts liés au matériel et à la connectivité a découlé d'exigences excessives. Par exemple, le dispositif aurait pu fonctionner avec deux fois moins de caméras, prenant des photos uniquement de l'avant des véhicules, au lieu de l'avant et de l'arrière (Johansson, 2009 ; Höök, 2009).

**Enseignements tirés :** Il est utile d'examiner quels sont les objectifs de rentabilité des niveaux de service, compte tenu des objectifs du dispositif et de la manière dont les niveaux de service affectent la fonction recherchée du dispositif. Passer de, disons, 95 pour cent à 99 pour cent ou de 99 pour cent à 99.9 pour cent de disponibilité pour un niveau de service donné peut entraîner des coûts considérables.

### 3.7. Modifications du projet à mi-parcours (portée et maître d'ouvrage)

La passation de marché a débuté par une présélection à l'automne 2003, puis s'est poursuivie en novembre par une demande de propositions comprenant un cahier des charges détaillé, à soumettre en février 2004. Les fournisseurs potentiels ont été priés de se conformer à une liste longue et détaillée de critères fonctionnels et non fonctionnels, qui correspondaient en définitive à un « dispositif de taxe environnementale » (*miljöavgiftssystem*). Au cours du processus politique et juridique, la taxe environnementale est devenue une taxe d'embouteillage, et les règles de base ont été modifiées par rapport à ce qui avait été envisagé au moment de la publication de la demande de propositions.

Quand le maître d'œuvre a été choisi, et que seul le contrat restait à signer en juillet 2004, la Loi relative à la taxe d'embouteillage (SFS, 2004a) a été votée au Parlement. Cet événement a levé le doute sur ce que la plupart des personnes concernées avait compris depuis longtemps : la « taxe » d'embouteillage était en fait un « impôt » d'un point de vue juridique (Söderholm, 2009 ; Höök, 2009). Mais ce n'est qu'à ce moment-là qu'elles ont commencé à comprendre ce que ce changement signifiait dans la pratique pour le dispositif en cours d'acquisition (Johansson, 2009). Parmi les nouvelles caractéristiques dont le dispositif devait disposer se trouvait la possibilité de faire appel de toute décision fiscale. Il était également évident que l'Administration fiscale et l'Agence royale de recouvrement devaient devenir les administrateurs du dispositif.

En novembre 2004, un arrêté sur la taxe d'embouteillage (SFS, 2004b) a été publié, assorti d'une nouvelle série de prescriptions. Au total, plus de 200 demandes de modification ont été prises en charge par le projet de développement entre la signature du contrat et le lancement du dispositif. Après avoir incorporé un si grand nombre de modifications, le dispositif mis en œuvre était très différent de sa conception initiale. Étant donné que les modifications ont été requises pendant la phase de construction, des parties du dispositif ont d'abord été créées conformément au cahier des charges initial, puis construites à nouveau en tenant compte des modifications, ce qui a bien évidemment pesé sur le coût de la construction (Johansson, 2009 ; Höök, 2009).

Dire que les coûts seraient moindres si toutes les spécifications avaient été connues en amont et qu'aucune modification n'avait été apportée est une évidence qui s'applique à tout projet relatif aux technologies de l'information. Mais il est à peine raisonnable de juger naturel que cela se passe ainsi. Au contraire, il faudrait s'attendre à ce qu'un projet de cette envergure évolue avec le temps, et veiller à ce qu'il soit conçu de manière à s'adapter aux changements. Höök (2009) mentionne parmi les facteurs de réussite le fait que le maître d'œuvre était une entreprise et non un groupement d'entreprises, ce qui a réduit les possibilités de querelles internes et permis de s'adapter plus rapidement à de nouvelles circonstances.

Outre les coûts supplémentaires générés, le retard du projet dû aux modifications de la maîtrise d'ouvrage et à la nouvelle législation aurait très bien pu en fin de compte faciliter la mise en place du dispositif. En vertu du contrat (Administration des routes 2004, pp. 16, 37), le maître d'œuvre s'engage à exécuter le projet 11 mois après la signature. Si tout s'était passé comme prévu initialement, le lancement serait intervenu en juin 2005. Grâce à la procédure judiciaire qui a suivi, la date finale retenue pour le lancement du dispositif a été reportée au 3 janvier 2006. Ces six mois supplémentaires pourraient bien avoir joué un rôle important à la fois dans la réussite et l'échec du projet dès le premier jour.

**Conséquences en termes de coût :** Il est impossible chiffrer les coûts associés à la totalité des modifications apportées. Certaines ont simplifié le dispositif et réduit sa portée, alors que d'autres l'ont rendu plus complexe. Mais elles ont toutes altéré le programme et la conception établis, et certaines ont eu des conséquences en termes de coût. Une ébauche d'estimation indique que 15 à 25 pour cent des coûts de mise en œuvre ont découlé des modifications apportées aux prescriptions, et de la gestion des conséquences.

**Enseignements tirés :** Il aurait été possible de découvrir plus tôt la distinction entre taxe et impôt, et de prévoir les conséquences de ces nouveaux besoins. D'une façon générale, le fait de ne pas disposer d'un cadre juridique précis peut entraîner des coûts impossibles à prévoir. Tout projet visant l'instauration d'une taxe d'embouteillage doit s'inscrire dans un cycle électoral. Accepter que cette situation empêche de prévoir toutes les obligations qui résulteront du processus politique ne remet pas en cause le fait que ce type de disposition juridique fondamentale est identifiable et prévisible.

## 4. CONCLUSIONS

Tout bien considéré, l'essai de péage urbain de Stockholm a-t-il coûté inutilement cher ? Précisons qu'il n'a pas dépassé son budget, et que d'autres projets comparables ont coûté plus cher que lui. Il existe plusieurs éléments de coût pour indiquer que ce fut pourtant le cas. On peut interpréter l'expression « inutilement cher » comme posant la question de savoir s'il aurait été possible, en sachant ce que l'on sait aujourd'hui, de mettre en place à moindres frais un dispositif de taxe d'embouteillage tel que celui de Stockholm. La réponse est clairement « oui ». IBM affirme même que la moitié des dépenses aurait suffi, si le dispositif avait été défini dans le cahier des charges tel qu'il existe aujourd'hui et qu'aucune modification majeure n'avait été requise pendant la phase de construction (Johansson, 2009).

Notons que cette question n'est pas simplement une hypothèse philosophique, mais la question pertinente à poser à toute personne envisageant d'investir dans un dispositif similaire aujourd'hui. Mais si la question est au contraire interprétée de la façon suivante : « Compte tenu des connaissances et du contexte politique d'alors, est-il raisonnable de penser qu'une autre équipe de planificateurs, fonctionnaires et fournisseurs aurait pu apporter des résultats identiques, voire meilleurs, à moindres frais ? », alors la réponse n'est pas aussi évidente.

Les critiques qui ont été opposées au projet, représentées ici par Dagens Nyheter, l'Association automobile et la Chambre de Commerce, sont irrecevables pour deux raisons. D'abord, elles ne comparent pas le coût de mise en place du système à la valeur qu'il génère en termes de réduction des embouteillages, mais seulement en termes de recettes perçues, ce qui est un critère inacceptable. Le péage urbain n'est en aucun cas le meilleur moyen de percevoir des recettes fiscales. Ces recettes sont plutôt une conséquence indirecte positive du système, alors que la réduction des embouteillages en est la principale valeur produite.

Ensuite, les critiques oublient de reconnaître la performance incroyable qui a consisté à mettre en place un dispositif pleinement opérationnel à temps pour son lancement – sur les plans politique, administratif, commercial, organisationnel et technique. Les projets TI complexes, qui utilisent les nouvelles technologies dans une configuration inédite, ont la réputation méritée de ne pas être mis en œuvre à temps et dans les limites du budget, dans les cas où ils sont menés à bon terme. Dresser la liste de tous les facteurs qui avec le recul auraient pu être mieux gérés, ou à moindres coûts, fait oublier le fait remarquable que la taxe d'embouteillage de Stockholm a été instaurée assez rapidement et assez bien pour faire basculer l'opinion à temps pour le référendum.

*La victoire du oui [au référendum] s'explique par le fait que le dispositif fonctionnait sur le plan technique, qu'il avait un impact visible et tangible apprécié de la population, et que les usagers payaient pour une juste cause. [...] Le fait qu'un essai fonctionne très bien techniquement est une condition nécessaire, mais pas suffisante à sa réussite.*

Söderholm, 2009

Pour bien comprendre les tenants et les aboutissants du projet, il est nécessaire de rappeler les risques élevés, réels ou perçus, encourus à tous les niveaux. Ainsi, la feuille de route des responsables politiques ne consistait pas à construire le plus rentable des dispositifs, mais à mettre sur pied un dispositif qui fonctionnait. Gunnar Söderholm résume ainsi l'attitude générale de la classe politique :

*« Cela coûtera ce que ça coûtera, mais le projet sera exécuté ». Cela ne veut pas dire que nous avons dépensé l'argent public à tout va, simplement que le fonctionnement du dispositif était la priorité absolue.*

Söderholm, 2009

La réduction des risques figurait au centre de la stratégie de marché public. L'Administration des routes a eu recours à un appel d'offres à l'issue duquel un seul maître d'œuvre a été chargé de trouver une solution prête à l'emploi. C'est la manière d'agir qu'a préférée cette Administration dans une telle situation, par rapport à la gestion d'un groupement d'entreprises, puisque le projet risque moins d'être retardé à cause de litiges entre membres du groupe, au sein duquel une partie peut prendre le projet entier en otage (Höök, 2009). Ainsi, le risque que les responsables politiques ont délégué à l'Administration des routes a ensuite été transmis au maître d'œuvre, avec à la fois les risques et les bénéfices associés au projet. Höök a été assez clair avec IBM sur les responsabilités :

*Je l'ai répété plusieurs fois à IBM : « Il se peut très bien que le projet entier soit une catastrophe. Mais si c'est le cas, je m'assurerai que vous tombez avec moi. »*

Höök, 2009

#### 4.1. Le coût de l'assurance

La façon dont l'Administration des routes et d'autres organismes ont géré les risques est donc comparable à une prime d'assurance. Quand un événement futur risque d'avoir de lourdes conséquences négatives s'il se produit, il peut être raisonnable de contracter une assurance, même si cet événement a peu de chances de devenir réalité.

Tout au long de l'exécution du projet de péage urbain, le maître d'œuvre, l'Administration des routes et d'autres organismes se sont heurtés à des facteurs inconnus, dont les aspects négatifs potentiels étaient inacceptables. Leurs actions peuvent donc être assimilées à des polices d'assurance raisonnables. Elles ont consisté à mettre en place un nombre accru de personnel dans les centres d'appels, de techniciens prêts à intervenir, de caméras, de pièces de rechange et de connexions au réseau, et à ne pas pousser jusqu'au bout les négociations sur une demande de modification pour obtenir le meilleur prix.

Puisque la défaillance d'un élément quelconque du dispositif était considérée comme potentiellement critique, des filets de sécurité supplémentaires ont été installés en de nombreux endroits, entraînant un coût total élevé. Et comme toute assurance, ce dispositif de sécurité semble inutile et cher avec le recul, une fois que l'on sait que l'événement assuré n'a pas eu lieu.

Toutefois, contrairement à une assurance normale, qui représente une dépense potentiellement irrécupérable à la fin de la période couverte, certaines des « assurances » achetées par l'Administration des routes ont une valeur résiduelle, disponible bien après le référendum. Même si les frais engendrés par l'excédent de main d'œuvre des premiers mois ne seront jamais récupérés, il reste le matériel

technique surabondant. En construisant le dispositif plus solidement que nécessaire, l'Administration des routes exploite aujourd'hui un système qui enregistre des durées d'immobilisation quasiment nulles et qui repose sur une part unique au monde d'identification photographique automatique. Le dispositif bénéficiant encore de ces avantages, les frais de fonctionnement diminuent également progressivement pour atteindre des niveaux plus modérés.

## NOTES

1. Une partie de ce qu'était l'Administration des routes a été transférée à la toute nouvelle Agence suédoise des transports. Au moment de la mise à l'essai de la taxe d'embouteillage, l'ensemble des activités ont été menées par l'Administration des routes.
2. Si tous les automobilistes étaient des automobilistes réguliers, s'acquittant chaque jour du péage, le multiplicateur serait environ égal à 22. Mais la majorité des automobilistes sont en fait des usagers « occasionnels » de la route qui ne paient la taxe d'embouteillage que quelques fois par mois. C'est pourquoi le multiplicateur chute à 5 environ.

## BIBLIOGRAPHIE

Amdal, E., Bårdsen, G., Johansen, K., Welde, M., 2007. *Operating costs in Norwegian toll companies: a panel data analysis*. *Transportation* 34:681-695.

Chambre, 2005. *Trängselskatten - vägval för Stockholmsregionen*. Stockholms Handelskammare. Série de rapports 2005: 3.

Chambre, 2006. *Trängselskatten – en tickande bomb*. Stockholms Handelskammare. Série de rapports 2006:3.

Cordi, I., 2006. *Stockholmsförsöket - en granskning av utvärderingen av projektet*. Rapport publié par Motormännen le 29 août.

Deutsche Telekom, 2008. Rapport annuel. Disponible sur <http://www.annualreport2008.telekom.de/en/konzernabschluss/konzern-anhang/sonstige-angaben/index.php?page=180>.

DI, 2006. *Ingen trängsel hos "Trängselskatteverket"*. Dagens Industri. Publié le 11 septembre. Disponible sur <http://di.se/Nyheter/?page=/Avdelningar/Artikel.aspxpourcent3FArticleIDpourcent3D2006\04\26\184942>.

DN, 2005a. *Fem dagars frist med trängselskatt oroar*. Dagens Nyheter. Publié le 9 décembre. Disponible sur <http://www.dn.se/sthlm/fem-dagars-frist-med-trangselskatt-oroar-1.421437>.

DN, 2005b. *Vägavgifter, nya spår och vägar är rätt medicin*. Dagens Nyheter. Publié le 12 décembre. Disponible sur <http://www.dn.se/sthlm/vagavgifter-nya-spar-och-vagar-ar-ratt-medicin-1.422464>.

DN, 2006. *Skatteverket: Betala vägskatten i tid!*. Dagens Nyheter. Publié le 4 janvier. Disponible sur <http://www.dn.se/ekonomi/skatteverket-betala-vagskatten-i-tid-1.498409>.

DN, 2008a. *Trängselskatten går back till år 2011*. Dagens Nyheter. Publié le 20 février. Disponible sur <http://www.dn.se/ekonomi/trangselskatten-gar-back-till-ar-2011-1.564740>.

DN, 2008b. *Vägverkets hjälptelefon kostade 500 kronor per samtal*. Dagens Nyheter. Publié le 20 février. Disponible sur <http://www.dn.se/ekonomi/vagverkets-hjalptelefon-kostade-500-kronor-per-samtal-1.507001>.

DN, 2008c. *Fakturorna var oklara*. Dagens Nyheter. Publié le 21 février. Disponible sur <http://www.dn.se/ekonomi/fakturorna-var-oklara-1.655677>.

DN, 2008d. *IBM fick betalt flera ganger av Vägverket*. Dagens Nyheter. Publié le 21 février. Disponible sur <http://www.dn.se:13025/ekonomi/ibm-fick-betalt-flera-ganger-av-vagverket-1.788339>.

DN. 2008e. *Dyra avtal åter upp vinsten*. Dagens Nyheter. Publié le 20 février 2008. Disponible sur <http://www.dn.se/ekonomi/dyra-avtal-ater-upp-vinsten-1.680366>.

DN. 2008f. *Ren förlust att driva in en tia i skatt*. Dagens Nyheter. Publié le 20 février 2008. Disponible sur <http://www.dn.se/ekonomi/ren-forlust-att-driva-in-en-tia-i-skatt-1.758628>.

Economist, 2004. *Road tolls in Germany - Trucking hell*. The Economist. Publié le 19 février. Disponible sur [http://www.economist.com/businessfinance/displaystory.cfm?story\\_id=E1\\_NQVTSRR](http://www.economist.com/businessfinance/displaystory.cfm?story_id=E1_NQVTSRR).

Eliasson J., 2009. *A cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system*. Transportation Research. Partie A 43, pp. 468–480.

Eliasson, J. (2008). *Lessons from the Stockholm congestion charging trial*. Transport Policy 15:395-404.

Fjellinjen (2004) Årsrapport [rapport annuel] 2004.

Gullberg A., Isaksson K. (ed.) 2009. *Congestion Taxes in City Traffic - Lessons learnt from the Stockholm Trial*. Nordic Academic Press, Stockholm.

Höök, Birger. 2009. Représentant de l'Administration des routes. Entretien de visu. 23 octobre, enregistrement sonore, 47 minutes.

Ieromonacho, P., Potter, S., Warren, J.P., 2006. *Norway's urban toll rings: Evolving towards congestion charging?*. Transport Policy 13-5, pp. 367-378.

Johansson, Gunnar. 2009. Représentant d'IBM. Entretien par téléphone. 23 octobre. 52 minutes.

Lissel, L-O., 2009. Correspondance par courriel. Décembre 2009.

Ny Teknik, 2005. Une publiée le 14 décembre. Disponible sur <http://www.nyteknik.se/asikter/ledare/article38475.ece>.

Odeck, J., 2008. *How efficient and productive are road toll companies? Evidence from Norway*. Transport Policy 15, pp. 232–241.

Oehry, B., 2006. Presentation at the Conference on Road Charging Systems: Technology Choice and Cost Effectiveness, 1er juin, Paris.

Prud'homme, R., Kopp, P., 2007. *Le péage de Stockholm : Évaluation et enseignement*. Transports 434, pp. 346-359.

Administration des routes, 2004. *Contract regarding Equipment, system, and services for managing congestion taxes in Stockholm City, object no 4509*. Diariennr AV50A-2004:9539.

SFS, 1992. Svensk Författningssamling, Lag om offentlig upphandling 1992:1528

SFS, 2004a, Svensk Författningssamling, Lag om Trängselskatt, 2004:629.

SFS, 2004b, Svensk Författningssamling, Förordning om Trängselskatt, 2004:987.

Stockholm City, 2006. Page Débat du quotidien Stockholm City, 5 septembre.

SvD, 2005. *Skatteträngsel hos kronofogden*. Svenska Dagbladet. Publié le 29 décembre 2005. Disponible sur [http://www.svd.se/opinion/brannpunkt/skattetranssel-hos-kronofogden\\_492241.svd](http://www.svd.se/opinion/brannpunkt/skattetranssel-hos-kronofogden_492241.svd).

Söderholm, Gunnar. 2009. Représentant de la ville de Stockholm. Entretien de visu, 27 octobre, enregistrement sonore. 1 h 12 minutes.

Transek. 2003. *Försök med miljöavgifter i Stockholm, Underlag för utformning och genomförandeplan*. Rapport consultatif pour la ville de Stockholm. Publié en avril. Consulté en ligne le 30 novembre sur <http://www.stockholmsforsoket.se/upload/MAK/Bakgrundsdokument/MAKunderlag.pdf>.

Transportstyrelsen. 2009. Site Web de statistiques, consulté le 10 décembre sur <http://www.transportstyrelsen.se/sv/Vag/Trangselskatt/Statistik-trangselskatt2/>.

Wieland, B., 2005. *The German HGV-toll*, European Transport n. 31 pp. 118-128.

**TARIFICATION ROUTIÈRE  
EFFICIENCE ET COMPLEXITÉ**

**Mogens FOSGERAU**  
**DTU Transport**  
**Danemark**  
**et Centre d'Étude des Transports**  
**Suède**

**Kurt VAN DENDER**  
**Centre Conjoint de Recherche sur les Transports, OCDE/FIT**  
**Paris**  
**France**



## SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	131
1. INTRODUCTION.....	131
2. THÉORIE CLASSIQUE DES PÉAGES.....	133
2.1. Modèle statique.....	133
2.2. Modèle dynamique du goulet d'étranglement.....	134
3. HÉTÉROGÉNÉITÉ DES USAGERS.....	137
3.1. Détermination de VTT hétérogènes.....	137
3.2. Tarification de l'usage de routes empruntées par des usagers hétérogènes.....	139
4. VARIABILITÉ DE LA DURÉE DE DÉPLACEMENT.....	141
5. MESURE ET MODÉLISATION DE L'OFFRE.....	145
6. OPTIMUM DE SECOND RANG.....	147
6.1. Imperfection de la mise en œuvre.....	147
6.2. Distorsions économiques.....	148
6.3. Implications pour la mise en œuvre.....	150
7. CONCLUSION.....	151
NOTES.....	154
BIBLIOGRAPHIE.....	155

Lyngby et Paris, janvier 2010



## RÉSUMÉ

Les théories classiques de la tarification routière posent pour la plupart en hypothèse que les usagers sont homogènes, qu'il n'y a pas de risque en matière de durée de transport et que la congestion est statique. Cette vision simpliste des choses ignore aussi que les systèmes de tarification mis en œuvre sont loin d'être idéaux et que la conjoncture économique peut également influencer sur l'optimisation de la tarification. Le présent rapport passe ces problèmes en revue et analyse l'incidence de leur prise ne compte sur l'optimisation des péages.

### 1. INTRODUCTION

La tarification routière peut servir d'outil de réduction de la demande de mobilité là et quand cette réduction est jugée utile. Elle présente quelques avantages importants par rapport à d'autres outils du genre. L'addition d'un péage au coût d'un déplacement fait renoncer aux seuls déplacements que les voyageurs jugent ne pas valoir le péage. La perception de péages a pour effet de supprimer d'abord les déplacements les moins utiles en laissant aux usagers le soin de se prononcer eux-mêmes sur l'utilité de leurs déplacements. Elle permet donc à chacun de décider isolément, non seulement s'il se déplace, mais aussi où et quand. Un péage égal au coût total de la perte de temps qu'une voiture supplémentaire fait subir aux autres usagers, c'est-à-dire le coût marginal externe de la congestion, a pour effet de situer la congestion à son niveau socialement optimal<sup>1</sup>. Les déplacements effectués dans ces conditions sont ceux et ne sont que ceux qui valent leur coût total. Le péage fait perdre de l'argent aux usagers, mais le produit n'en est pas perdu pour autant. Le coût des usagers qui choisissent d'acquitter le péage est compensé par les bénéfices de ceux qui le perçoivent<sup>2</sup>. Les avantages tirés de la tarification de la congestion peuvent au total être considérables.

La tarification routière a l'inconvénient que tous les usagers doivent payer pour dissuader d'effectuer les déplacements les moins utiles. Ce transfert depuis les usagers n'est entièrement compensé par la réduction de la durée des déplacements que dans certaines circonstances particulières. L'ensemble des usagers va donc plutôt perdre s'il n'est pas tenu compte de l'utilisation du produit des péages routiers.

Un péage efficient est en fait l'expression du prix du temps. Il reflète la valeur du temps qu'un usager supplémentaire fait perdre aux autres. La première chose à faire pour assurer son efficacité est donc de déterminer la valeur du temps de transport (VTT)<sup>3</sup>, qui débouche elle-même sur la notion de coût généralisé de la mobilité (CGM), une valeur qui englobe à la fois les coûts monétaires et la valeur

du temps. Pour un déplacement donné, le CGM s'obtient en multipliant les coûts monétaires du déplacement et la durée du déplacement par VTT, ce qui donne  $CGM = c + \alpha t$ , équation dans laquelle  $c$  représente le coût monétaire du déplacement,  $t$  la durée du déplacement et  $\alpha$  la VTT.

Après avoir estimé la VTT, la tarification de la congestion devient à la base simple : une courbe de l'offre mettant le volume de trafic en relation avec le temps permet de calculer l'allongement de la durée de déplacement entraîné par la circulation d'une voiture supplémentaire. La multiplication de l'allongement de la durée de déplacement par le volume de trafic, la demande, donne la perte totale de temps causée par une voiture supplémentaire qui, multipliée par la VTT, donne ensuite le coût externe marginal de la congestion. Une courbe de la demande met le volume de trafic en relation avec le CGM. Il est possible ainsi de trouver le péage efficient qui est égal au coût externe marginal de la congestion quand le système de péage est mis en œuvre.

Le présent rapport veut montrer ce qui se passe quand il est tenu compte de certaines des complications qui se présentent dans la réalité.

La première de ces complications procède du fait que les usagers ne sont pas identiques et semblent au contraire être très hétérogènes. Les faits démontrent que la VTT peut, dans une population, avoir plusieurs ordres de grandeur différents, qu'elle varie d'un individu à l'autre et qu'elle varie même en fonction du contexte dans lequel le déplacement de chacun se situe. Le présent rapport explore quelques-unes des conséquences de cette hétérogénéité.

La seconde complication naît du fait que la durée du déplacement n'est pas une fonction déterministe du flux de trafic. La durée de déplacement s'allonge à mesure que ce flux se sature. La nature intrinsèquement aléatoire des conditions de circulation a aussi son importance et rend la durée de déplacement à la fois plus variable et moins prévisible. Le coût qui en découle est important si on le compare au coût du temps moyen de déplacement.

La troisième complication tient à la complexité de la relation entre les flux de trafic et la durée de déplacement. Il y a en la matière une dynamique importante qui doit être prise en compte. Il importe de comprendre que la congestion varie en fonction du temps. La capacité est partout suffisante pour assurer l'écoulement du trafic s'il est uniformément réparti dans le temps<sup>4</sup>. La congestion s'expliquant en grande partie par le fait que beaucoup de gens veulent se déplacer en même temps, il importe de comprendre que la durée de déplacement est un choix et que la congestion est affaire de préférences chronologiques, de préférences de programmation.

La quatrième complication s'explique par le déficit d'efficacité des systèmes de tarification existants. Il est ainsi des cas dans lesquels il n'est envisageable de prélever des péages que sur certaines liaisons ou impossible (ou peu souhaitable) d'optimiser dans toute la mesure du théoriquement possible la variation des péages selon les lieux et le temps.

Les péages ne peuvent, enfin, pas s'évaluer en dehors du contexte économique général. Il importe ainsi, étant donné que les migrations alternantes occupent une grande place dans la mobilité privée, d'être attentif aux interactions entre les péages, d'une part, et le marché du travail ainsi que la taxation des revenus du travail, d'autre part.

Le chapitre 2 analyse la théorie classique des péages, le chapitre 3 s'étend sur certaines des conséquences de l'hétérogénéité des usagers, le chapitre 4 traite des problèmes soulevés par la variabilité et l'imprévisibilité de la durée de déplacement entraînées par la congestion, le chapitre 5 s'intéresse à la nécessaire prise de conscience approfondie de la dynamique du système de transport, le

chapitre 6 s'étend sur des questions de second rang liées aux contraintes qui pèsent sur la structuration des systèmes de tarification routière ainsi qu'aux interactions avec le reste de l'économie et le chapitre 7 rassemble les conclusions.

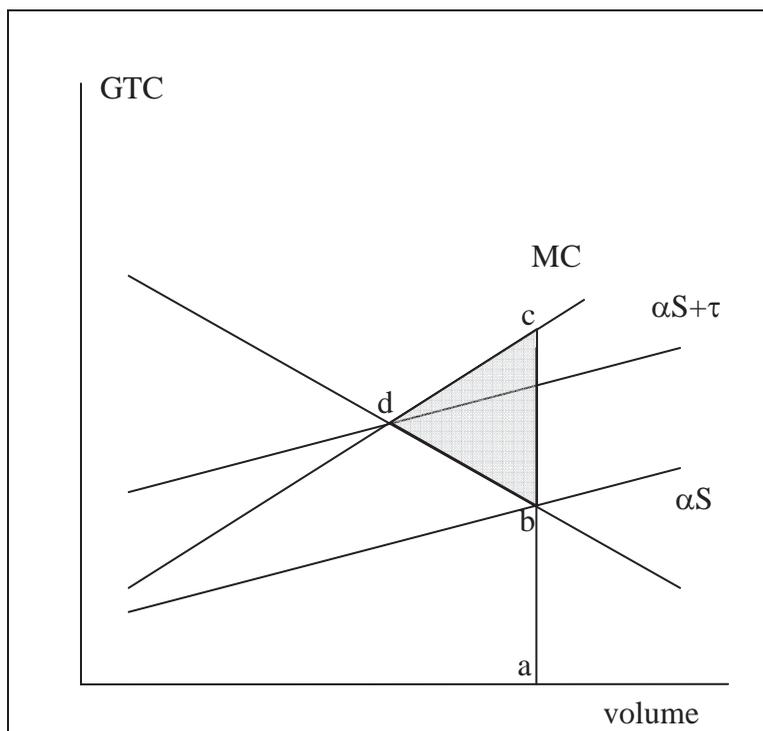
## 2. THÉORIE CLASSIQUE DES PÉAGES

Du point de vue de l'économiste, le problème fondamental de la congestion n'est pas tant qu'elle existe, mais plutôt qu'il y en a de trop. La congestion ne pose pas problème en tant que telle, mais parce qu'elle est source d'externalité. Chaque usager ne tient compte que de ses propres coûts quand il décide de se déplacer ou ne pas se déplacer. Il choisit de se déplacer quand l'avantage qu'il tire de sa mobilité l'emporte sur le coût du déplacement et que ce déplacement lui procure donc un avantage personnel net. Il ne tient toutefois pas compte des pertes de temps qu'il fait subir aux autres. Quand la perte de temps est importante, le déplacement est source de perte nette. Il est donc potentiellement avantageux de réduire le trafic de telle sorte que seuls se déplacent ceux à qui le déplacement procure un avantage personnel plus précieux que les pertes de temps subies par les autres.

### 2.1. Modèle statique

La Figure ci-après schématise l'analyse classique reposant sur des hypothèses simplifiées. Le volume de trafic  $y$  est indiqué en abscisse et le CGM en ordonnée. La courbe  $\alpha S$  est la courbe de l'offre. L'offre  $S$  exprime la durée de déplacement en fonction du volume de trafic et la multiplication de cette valeur par VTT  $\alpha$  convertit la valeur du temps en coût monétaire<sup>5</sup>. La courbe de l'offre monte pour illustrer l'incidence de la congestion. Elle sera généralement convexe. Le temps de déplacement est identique pour tous les usagers et la courbe de l'offre peut donc également être tenue pour être une courbe du coût moyen. La courbe  $MC$  illustre le coût marginal, c'est-à-dire la modification du coût total imputable à l'entrée en scène d'un usager supplémentaire. Quand la courbe de l'offre monte, la courbe du coût marginal va aussi toujours monter, accusera une pente plus prononcée et se situera au-dessus de la courbe de l'offre.

Figure1. Modèle statique



La courbe de la demande incline vers le bas pour indiquer que le prix de la demande diminue. Le marché s'équilibre au point b, à l'intersection de la courbe D de la demande avec la courbe  $\alpha S$  de l'offre. L'utilisateur marginal doit à ce point compter avec un coût correspondant au segment a-b et un avantage correspondant de même ampleur. L'ensemble des usagers devra toutefois s'accommoder d'un coût imputable à l'utilisateur supplémentaire représenté par la courbe MC. Pour l'utilisateur marginal situé au point b, ce coût est représenté par le segment de droite a-c. Le dernier usager impose donc à l'ensemble des usagers une perte nette correspondant au segment b-c. La perte est égale à zéro au point d où la courbe MC croise la courbe de la demande. La perte totale est dans ce cas représentée par le triangle ombré b-c-d. Le péage optimum est celui qui se situe au point d'équilibre d.

Le coût marginal externe de la congestion (cmec) peut être représenté par l'équation  $cmec = S'(D) \cdot D$ ,  $\alpha$ , étant donné que le coût total de satisfaction de la demande D est égal à  $CT(D) = S(D) \cdot D$ ,  $\alpha$ , que le coût marginal total est égal à  $CT'(D) = S'(D) \cdot D + S(D) \cdot \alpha$  et que le cmec est égal à la différence entre le coût marginal et le coût moyen.

Cette analyse, dite ci-après « analyse statique simple », est utile comme base d'analyse de modèles plus complexes faisant entrer davantage d'aspects de la réalité en ligne de compte.

## 2.2. Modèle dynamique du goulet d'étranglement

L'analyse statique ignore l'aspect « programmation horaire des déplacements » de la demande de mobilité. Le temps est considéré tout au plus comme une ressource qu'un voyageur peut consommer avec plus ou moins de parcimonie alors que dans la réalité, le temps n'est pas le même à 8 heures qu'à

9 heures du matin. Il a déjà été souligné que la congestion survient, parce que les gens préfèrent se déplacer vers la même heure et qu'il n'y en aurait pas si ces déplacements pouvaient être répartis plus uniformément dans le temps. La congestion est en outre intrinsèquement dynamique, parce que l'addition d'un véhicule à un bouchon affecte l'évolution du bouchon jusqu'à sa pleine résorption. Ces paramètres sont pris en compte dans le modèle du goulet d'étranglement (1, 36) qui décrit la dimension temps plus explicitement. Ce modèle apprend plusieurs choses intéressantes au sujet de la tarification de la congestion, notamment que son incidence sur la programmation des déplacements peut être source de gains d'efficacité considérables.

Dans la forme la plus simple du modèle du goulet d'étranglement, les usagers sont dits homogènes avec VTT  $\alpha$ . Ils préfèrent tous arriver à leur destination ni avant, ni après le moment  $t^*$ . Le coût d'une arrivée en avance étant représenté par  $\beta$  et le coût d'une arrivée tardive par  $\gamma$ , le coût généralisé de la mobilité peut s'exprimer comme suit :

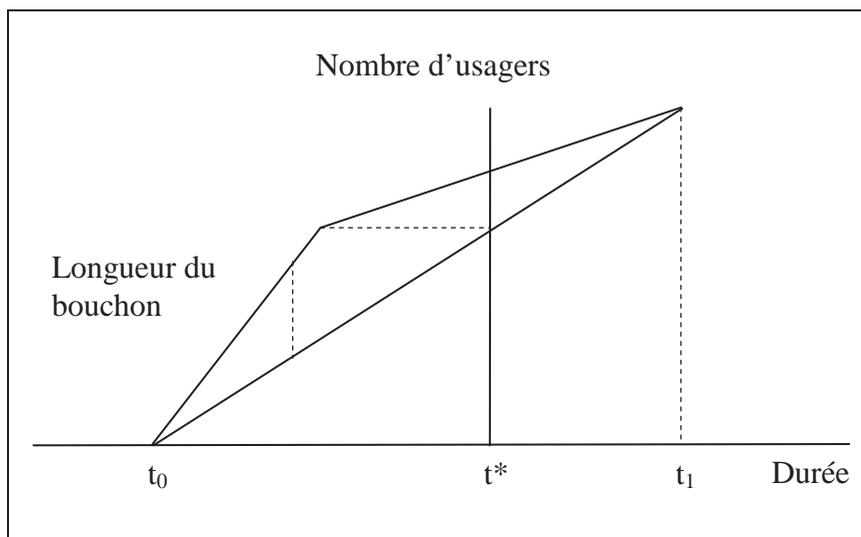
$$CGM(a, t) = \alpha \cdot (t - a) + \beta \cdot \min(0, t^* - t) + \gamma \cdot \max(0, t - t^*).$$

Cette spécification des préférences a été imaginée par Vickrey (36) et développée ensuite par Small (28) dans un contexte différent<sup>6</sup>.

Un certain nombre  $D$  d'usagers doit passer par le goulet d'étranglement pour atteindre leur destination. La capacité du goulet d'étranglement est limitée à  $\psi$  usagers par minute. Si, pour simplifier les choses, la durée de déplacement est dite nulle avant et après le goulet d'étranglement, le premier usager partant au moment  $t_0$  arrivera également à ce moment à destination puisqu'il n'y a pas encore de bouchon à ce moment. Si l'on représente par  $R$  le taux cumulé d'arrivée au goulet d'étranglement, on a  $R(t_0) = 0$ . Si le dernier départ s'effectue au moment  $t_1$ ,  $T(t_1) = D$ .

Le modèle pose en hypothèse que l'équilibre s'établit quand plus aucun usager ne peut réduire ses coûts en modifiant son horaire de départ, ce qui implique : 1) qu'il y a toujours un bouchon pendant l'intervalle de temps  $(t_0, t_1)$  ; 2) que le bouchon est entièrement résorbé au moment  $t_1$ , de sorte que  $\psi \cdot (t_1 - t_0) = D$  ; et 3) que l'équilibre veut que le  $CGM$  reste constant pendant toute la durée des départs et soit plus élevé en dehors de cette durée. Un bouchon se forme dès que le premier usager part, parce que les usagers partent dans un premier temps en plus grand nombre que ce que le goulet d'étranglement peut laisser passer. Le bouchon atteint sa longueur maximale au moment du départ d'un usager qui voudrait arriver à destination au moment  $t^*$  de prédilection. A partir de ce point, le nombre de départs est inférieur à celui que le goulet d'étranglement peut absorber de telle sorte que le bouchon se résorbe progressivement et aura disparu au moment précis du dernier départ. Cette situation est illustrée dans la Figure 2.

Figure 2



Les premier et dernier partants ne rencontrent pas de bouchon dans ce modèle. Le premier usager arrive trop tôt à destination et le dernier trop tard. Leur *CGM* est identique au point d'équilibre, ce qui implique que  $-\beta \cdot (t^* - t_0) = \gamma \cdot (t_1 - t^*)$ . Ceci fixe l'intervalle  $(t_0, t_1)$  de telle sorte qu'il devient possible de calculer le coût d'équilibre de la mobilité. Le coût total de la mobilité au point d'équilibre pour tous

les usagers est donné par  $TC = \frac{\beta\gamma}{\beta + \gamma} \frac{N^2}{\psi}$ , ce qui fait que le coût externe marginal de la congestion

peut se calculer comme suit :  $mecc = \frac{\beta\gamma}{\beta + \gamma} \frac{N}{\psi}$ . Il s'agit du coût externe marginal de la congestion

généralisé par l'addition d'un usager marginal à l'équilibre. Il augmente quand le nombre d'usagers augmente et diminue quand la capacité se renforce.

Si le nombre  $D$  d'usagers est fonction du coût généralisé d'équilibre de la mobilité, la combinaison du modèle du goulet d'étranglement avec l'analyse statique simple fait apparaître que le péage statique optimal est égal au *cmecc*. Ce péage ne mettrait pas fin à la congestion, mais réduirait le nombre d'usagers en laissant subsister un bouchon pendant  $(t_0, t_1)$ .

Le péage statique ne change pas au fil du temps. Il est identique pour tous les usagers, quel que soit le moment où ils arrivent au goulet d'étranglement, et n'est donc optimal que s'il doit rester constant pendant toute la journée. Il serait mieux de faire varier le péage au fil des heures. Le péage variable optimum s'élèverait à zéro au moment  $t_0$ , augmenterait jusqu'à l'heure  $t^*$  d'arrivée de prédilection et diminuerait ensuite progressivement jusqu'à retomber à zéro au moment  $t_1$ . Le péage moyen est égal au péage statique optimum. Le péage variable optimum ne met pas entièrement fin à la congestion, puisqu'il fait en sorte que les usagers se présentent au goulet d'étranglement à  $\psi$ , nombre qui correspond exactement à celui que le goulet d'étranglement peut laisser passer.

### 3. HÉTÉROGÉNÉITÉ DES USAGERS

L'analyse simple part de l'idée que les usagers sont tous les mêmes, mais il est clair qu'ils sont dissemblables dans la réalité. La présente section traite d'abord du calcul de VTT hétérogènes avant de passer à l'impact de l'hétérogénéité de la VTT sur l'optimisation du péage de congestion.

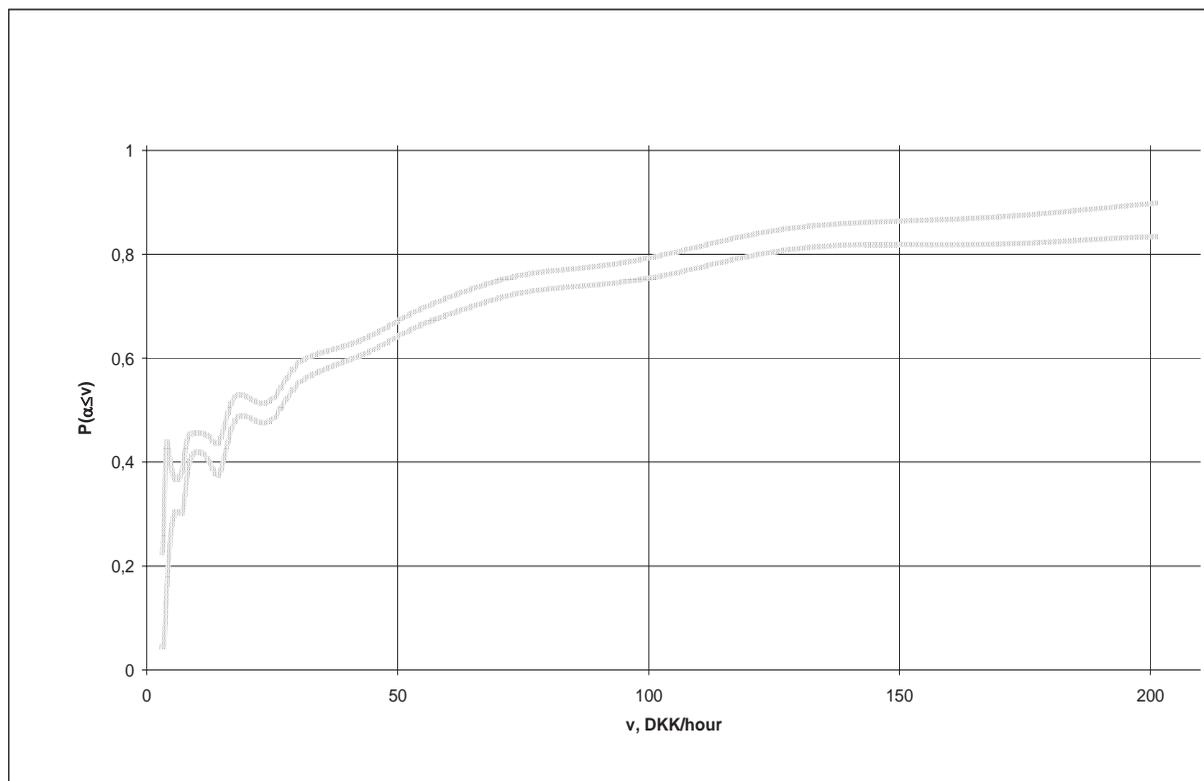
#### 3.1. Détermination de VTT hétérogènes

Il convient de déterminer comment calculer la valeur que les usagers attachent au temps de transport (VTT). Un voyageur qui a le choix entre deux modes de réalisation d'un déplacement, dont l'un est plus rapide, mais aussi plus cher que l'autre, doit mettre le temps et l'argent en balance. Si le coût généralisé d'un déplacement peut s'exprimer sous la forme de l'équation  $GTM = C + \alpha.T$ , dans laquelle  $C$  représente le coût monétaire du déplacement,  $T$  le temps qu'il dure et  $\alpha$  un VTT spécifique individuel, la différence entre les GTM auxquels les deux modes de réalisation se chiffrent pour un usager dont la VTT est égale à  $\alpha$  s'élève à  $\Delta GTM = \Delta C + \alpha. \Delta T$ . Toutes autres choses étant constantes par ailleurs, les usagers pour qui  $\alpha < -\Delta C/\Delta T$  vont choisir le mode lent, tandis que ceux pour qui  $\alpha > -\Delta C/\Delta T$  vont choisir le rapide. L'arbitrage s'effectue donc en attribuant au temps de transport un prix implicite de  $v = -\Delta C/\Delta T$ . En opérant son choix, l'utilisateur révèle que sa VTT est plus ou moins élevée que ce prix d'arbitrage, c'est-à-dire que  $\alpha < v$  ou  $\alpha > v$ .

La fonction de distribution cumulative  $\Phi$  décrit la distribution des VTT parmi les usagers. L'observation d'un grand nombre d'utilisateurs pour qui le prix d'arbitrage est égal à  $v$  permet d'évaluer la proportion de ceux pour qui  $\alpha < v$ . Cette proportion est la distribution cumulative établie au point  $v$ , soit  $\Phi(v)$ . L'observation d'utilisateurs appelés à choisir entre plusieurs options pour lesquelles  $v$  diffère permet de calculer  $\Phi$  sur toute la fourchette de variation de  $v$ . Pour calculer  $\Phi$  complètement, il est nécessaire d'observer comment les choix évoluent à mesure que les valeurs de  $v$  vont d'un point où le temps de déplacement est bon marché et tous les usagers choisissent le mode rapide et cher jusqu'au point où le temps de déplacement est cher et tous les usagers choisissent le mode lent et bon marché<sup>7</sup>.

Il est, en règle générale, préférable de se fonder sur des données qui reflètent des préférences révélées, parce qu'elles rendent compte de choix réels dont les auteurs ressentent effectivement les conséquences. Des données appropriées de ce genre pourraient se rapporter à des situations dans lesquelles les usagers ont à choisir entre une route lente bon marché et une route rapide chère, comme cela se passe notamment sur des routes qui font coexister des voies rapides gratuites avec des voies rapides à péage (31). Comme il est toutefois souvent difficile de faire varier le prix du temps autant qu'il est nécessaire pour faire apparaître la distribution de la VTT, il faut s'en remettre à des données fondées sur les préférences déclarées d'utilisateurs appelés à choisir entre deux options hypothétiques. Il est possible de tirer ce genre de données de situations de choix qui répondent à bon nombre des exigences de la modélisation économétrique, mais les préférences déclarées portent toujours à se demander si elles sont le reflet fidèle de comportements réels.

Figure 3. **Intervalle de confiance de la distribution cumulative de la VTT sur la base de données fondées sur des préférences déclarées.**  
**Les chiffres sont indiqués en couronnes danoises (DKK) par heure (1 euro = 7.55 DKK)**



La Figure 3 illustre une distribution estimative de la VTT calculée au départ de données fondées sur des préférences déclarées (12)<sup>8</sup>. Elle correspond à celle que de nombreuses études proposent. Elle montre une distribution asymétrique étalée à droite avec beaucoup d'usagers pour lesquels la VTT est faible et peu d'usagers pour lesquels elle est élevée. La VTT médiane tourne autour de 25 DKK/heure, mais la VTT moyenne est beaucoup plus élevée.

Cette estimation de la distribution cumulative de la VTT ne montre pas le maximum de la distribution de la VTT. Le prix d'arbitrage du temps le plus élevé présenté aux interviewés invités à « déclarer » leurs préférences était d'environ 200 DDK/heure. Une fraction significative, 15 pour cent en l'occurrence, des interviewés a déclaré être disposée à payer cette somme par heure de déplacement économisée, impliquant par là que leur VVT est supérieure à 200 DDK/heure. Le Graphique ne permet pas de dire de combien elle leur est supérieure. Il est impossible de chiffrer la VTT moyenne sans informations sur la queue de distribution étalée vers la droite. Ces informations peuvent être rassemblées en utilisant des données qui permettent d'observer cette queue. Si elles ne le peuvent pas, il devient nécessaire de se reposer sur des hypothèses plus restrictives qui peuvent être difficiles à justifier. Il est courant d'attribuer une forme spécifique à la distribution de la VTT, mais l'estimation de la VTT moyenne est fortement tributaire de ce genre d'hypothèse (12).

Il est clair que la marge de variation de la VTT est énorme. La VTT dépend de facteurs observables. Il est ainsi généralement admis qu'elle augmente avec le revenu, mais son degré d'élasticité par rapport au revenu fait l'objet de controverses, et qu'elle varie beaucoup, non seulement

d'un usager à l'autre, mais aussi selon le contexte dans lequel chaque usager se situe. La variation de la VTT reste importante après correction des facteurs observables. Fosgerau (12) la corrige du sexe, du revenu, de la durée du déplacement, de l'inégalité de la durée des différents modes de déplacement, de la fraction de la durée de déplacement imputable aux retards causés par la congestion, de l'âge et de l'objet du déplacement et constate que la VTT varie encore d'un facteur supérieur à 50 entre les quantiles de 20 et 80 pour cent.

### 3.2. Tarification de l'usage de routes empruntées par des usagers hétérogènes

Prenons maintenant une situation dans laquelle les usagers potentiels diffèrent par leur VTT. Les groupes d'usagers se voient attribuer un indice de pondération défini sur la base de leur VTT  $\alpha$ . Le groupe ayant une VTT  $\alpha$  a une fonction de la demande  $D(p(\alpha) | \alpha)$ , dans laquelle  $p(\alpha) = \tau + \alpha t$  représente le coût généralisé des usagers  $\alpha$ . La fonction de la demande agrégée est alors de  $D = E(D(\alpha))$ , moyenne calculée sur l'ensemble des groupes d'usagers. La VTT moyenne de la population d'usagers s'exprime sous la forme de  $E(\alpha)$ . Cette valeur n'est pas égale à la VTT moyenne des personnes qui se déplacent effectivement, à savoir la moyenne pondérée  $\bar{\alpha} = E[\alpha \cdot D(\alpha)] / E[D(\alpha)]$ . Si la durée du déplacement en tant que fonction de la demande est égale à  $t = S(D)$ , la modification de la durée de déplacement causée par l'utilisateur marginal peut s'écrire  $S'(D)$ . La multiplication de cette grandeur par le nombre d'usagers et la VTT moyenne des usagers donne le coût externe marginal de la congestion  $c_{mec} = S'(D) \cdot D \cdot \bar{\alpha}$ .

Il en ressort que la différence par rapport à la situation où les usagers sont homogènes procède de la VTT utilisée pour calculer le coût externe marginal de la congestion. Il n'y a qu'une seule VTT quand les usagers sont homogènes, alors que cette VTT unique est remplacée par la VTT moyenne de l'ensemble des usagers quand ceux-ci sont hétérogènes. Le coût externe marginal de la congestion dépend en général du péage, parce qu'un péage modifie la composition de la population d'usagers et que cette modification affecte la VTT moyenne des usagers de la route.

L'incidence peut être forte. Le fait peut être illustré par une population dont la VTT suit une distribution log-normale classique et dont la VTT moyenne peut donc s'exprimer comme suit :  $E(\alpha) \sim 1.65$ . Si un péage réduit le trafic de 10 pour cent et que les usagers restants sont ceux dont la VTT est supérieure au quantile de 10 pour cent, leur VTT moyenne sera d'environ  $\bar{\alpha} \sim 1.81$ , ce qui représente une augmentation d'environ 10 pour cent.

Un péage dissuade certains de se déplacer. Si cette dissuasion pèse, comme l'on pourrait s'attendre, plus lourdement sur les usagers dont la VTT est limitée, l'instauration d'un péage fait augmenter la VTT  $\bar{\alpha}$  moyenne. Le péage optimum sera donc plus élevé avec des usagers hétérogènes qu'avec des usagers homogènes<sup>9</sup>.

Il ne semble pas y avoir de données empiriques illustratives de l'ampleur de cette incidence. Il est raisonnable de penser que cette incidence est significative, étant donné qu'il est généralement admis que la distribution de la VTT suit une courbe semblable à celle de la Figure 3 et que beaucoup d'usagers ont donc une VTT relativement faible.

S'il reste posé en hypothèse que les usagers sont hétérogènes et qu'en outre, le péage optimal est égal à  $\tau = c_{mec} = S'(D) \cdot D \cdot \bar{\alpha}$  et la capacité routière divisée en deux moitiés entre lesquelles les usagers ont à choisir, les usagers vont se répartir à parts égales entre les deux moitiés. Si le péage perçu sur une moitié est légèrement majoré, la demande diminuera légèrement sur cette moitié pour se reporter sur l'autre moitié ou se résorber entièrement. La première moitié sera alors plus rapide, mais

plus chère que la seconde et les usagers rationnels vont être obligés de choisir, avec cette conséquence que ceux dont la VTT est supérieure à une certaine valeur seuil utiliseront la première moitié et ceux dont la VTT est inférieure à ce seuil utiliseront l'autre. Comme la VTT moyenne sera donc élevée sur la première moitié et peu élevée sur la seconde, il sera possible de majorer le péage sur la première et de le baisser sur la seconde pour aboutir à un gain net de bien-être.

Verhoef et Small (35) étudient le cas de péages différenciés perçus sur un réseau statique composé de liaisons sérielles et parallèles parcourues par des usagers hétérogènes, en s'intéressant plus particulièrement aux formules optimales de second rang dans lesquelles les péages ne sont perçus que sur une partie du réseau. Ils estiment que ces formules risquent de perdre une grande partie de leur efficacité potentielle si les péages sont fixés sans tenir compte de l'hétérogénéité des usagers. Les gains de bien-être procurés par les formules optimales de second rang risquent d'être considérablement sous-estimés si l'inégalité des VTT n'est pas prise en compte.

La tarification sur la base de la valeur pratiquée en plusieurs endroits des États-Unis fait pendant à ces formules théoriques. Cette forme de tarification offre aux usagers le choix entre des voies gratuites encombrées et des voies payantes dégagées. Small et Yan (29) ont montré que l'hétérogénéité est manifestement un facteur important d'évaluation de l'impact de ces systèmes sur le bien-être, puisque les usagers dont la VTT est élevée tendent à choisir les voies payantes.

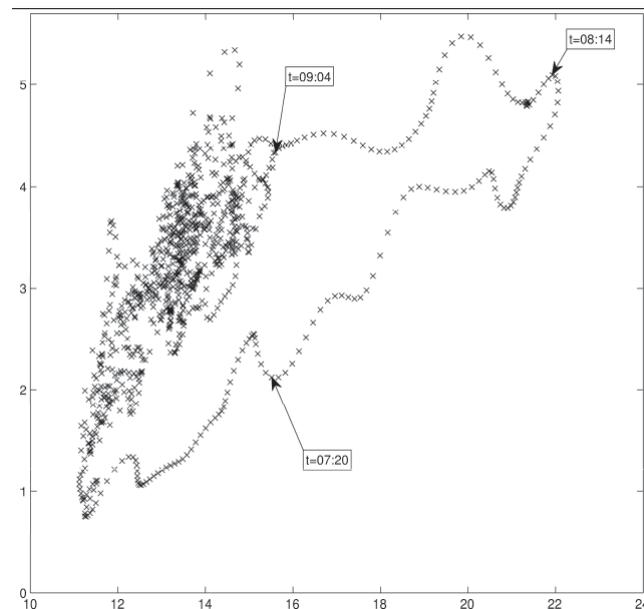
La tarification n'est pas le seul moyen qui peut être utilisé pour améliorer l'efficacité d'utilisation des capacités routières existantes. Une étude récente (9) montre que la réservation de certaines voies aux véhicules à haut taux d'occupation peut générer des avantages inattendus qui n'ont rien à voir avec la tarification. Ces avantages tiennent au fait que la réservation de certaines voies à ces véhicules évite les changements de voie perturbateurs. Une voie pour véhicules à haut taux d'occupation fortement sous-utilisée peut aussi, dans certaines circonstances, faciliter la traversée des goulets d'étranglement qui entravent la circulation sur une autoroute<sup>10</sup>.

La différenciation peut être avantageuse dans un cadre dynamique, même avec des usagers homogènes et sans tarification. Fosgerau et de Palma analysent, en s'aidant du modèle du goulet d'étranglement, une situation dans laquelle les usagers sont répartis arbitrairement en un certain nombre de groupes et constatent que la congestion est directement imputable au fait que le nombre de départs simultanés est supérieur à celui que la capacité peut absorber. Un péage qui incite à réduire le nombre de départs simultanés réduit la congestion. Il est possible d'arriver au même résultat par d'autres moyens, par exemple en répartissant les usagers en deux groupes dont le premier reçoit plus de la moitié de la capacité et le second le reste. Le second groupe peut également utiliser la part de capacité attribuée au premier groupe quand celui-ci ne l'utilise pas. Le premier groupe trouvera un nouvel équilibre en étalant ses départs sur un plus court laps de temps et pourrait donc ramener ses coûts à un niveau inférieur à celui qu'ils atteindraient en l'absence de répartition en groupes. Les coûts n'augmenteraient pas pour le second groupe, puisqu'ils sont fonction de la longueur de la période sur laquelle les départs s'étalent et qu'il n'y a donc pas de différence par rapport à la situation sans répartition en groupes.

#### 4. VARIABILITÉ DE LA DURÉE DE DÉPLACEMENT

L'augmentation de la demande de mobilité est source de congestion et d'allongement de la durée de déplacement. A mesure que la demande se rapproche du niveau de saturation de la capacité, la durée de déplacement se fait de plus en plus variable et imprévisible. La variabilité de la durée de déplacement (VDD) peut alourdir nettement le coût généralisé de la mobilité.

Figure 4. **Diagramme de dispersion de l'écart-type de la durée de déplacement (minutes) par rapport à la durée moyenne de déplacement (minutes) sur une route urbaine encombrée**

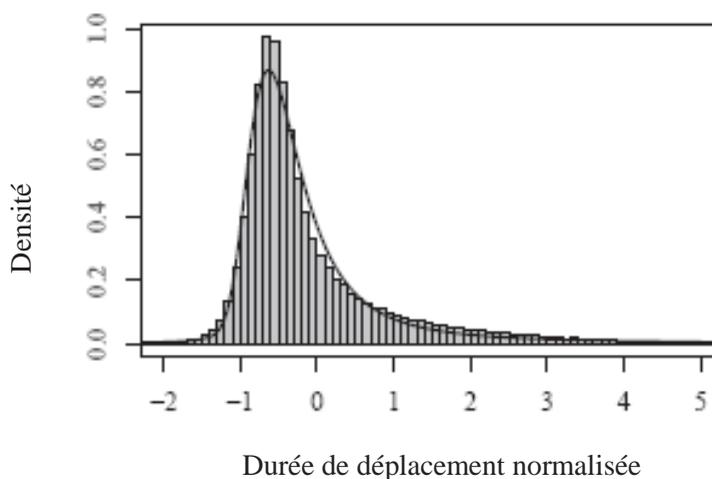


La Figure 4 trace un diagramme de dispersion de l'écart-type de la durée de déplacement (minutes) par rapport à la durée moyenne de déplacement (minutes) sur une route urbaine encombrée où le trafic accuse une pointe matinale très nette. Chaque point du diagramme correspond à un moment précis de la journée. Les chiffres ont été calculés à partir de données portant sur une période de trois mois. La moyenne et l'écart-type sont faibles en matinée et augmentent, puis diminuent pendant la pointe. L'écart-type plafonne plus tard que la moyenne, ce qui tend à démontrer qu'il n'y a pas de relation constante entre l'écart-type et la moyenne. Ceci crée la boucle qui apparaît clairement dans le diagramme et qui dessine une courbe très fréquemment observée dans la réalité<sup>11</sup>. Il s'en suit qu'il convient de tenir compte séparément de la moyenne et de l'écart-type de la durée de déplacement.

La définition du CGM doit être élargie, afin de tenir compte du coût de la variabilité de la durée de déplacement. Certains auteurs se sont contentés d'ajouter à cette définition un terme qui rend compte de la hausse du coût entraînée par la VDD, de façon à avoir par exemple  $CGM = c + \tau + \alpha T + \eta X$ , avec  $X$  représentant une valeur de la VDD. Plusieurs valeurs différentes ont été données à la VDD, dont l'écart-type ou la variance de la durée de déplacement ou encore l'intervalle entre deux quantiles (31). Plusieurs auteurs ont ensuite estimé une grandeur  $\eta$  de  $X$  au départ de données fondées sur des préférences révélées ou déclarées.

La solution n'est toutefois pas entièrement satisfaisante s'il n'est pas dit pourquoi une valeur de la VDD doit être préférée aux autres. Le problème est compliqué parce que la distribution de la durée de déplacement se présente sous la forme d'une courbe plutôt que d'un chiffre. La Figure 5 illustre un exemple de distribution de la durée de déplacement, mais il en existe une multitude (infinie) d'autres qu'il est impossible de traduire en quelques chiffres.

Figure 5. **Distribution empirique de la durée de déplacement**



Il est possible à ce point d'observer que toutes les mesures d'échelle sont essentiellement équivalentes si la courbe de la distribution de la durée de déplacement reste constante. Dans ce cas, l'écart-type est proportionnel à l'intervalle entre deux quantiles donnés quelconques. Le remplacement d'une mesure d'échelle par une autre se traduit alors par une modification inverse de la valeur de la VDD donnée par  $\eta$ .

Le coût de la VDD est, cela se sent, lié à des questions d'horaire. Il suffit pour s'en convaincre de comparer deux situations, une dans laquelle la durée de déplacement varie et une autre dans laquelle elle est constante. La durée moyenne de déplacement est la même dans les deux cas. Les usagers appelés à décider de leur heure de départ choisissent, si la durée de déplacement est constante, une heure de départ optimale qui leur permet d'arriver à une heure optimale à leur destination et décident en revanche, si elle varie, de partir plus tôt qu'ils ne l'auraient fait autrement pour arriver normalement plus tôt qu'autrement, mais parfois aussi après le moment qu'ils auraient envisagé si la durée de déplacement avait été constante.

La théorie économique part en règle générale du point de vue que les usagers préfèrent certaines heures de départ et d'arrivée à d'autres. Ils sont censés connaître la distribution de la durée de déplacement et optimiser le choix de leur heure de départ. La spécification de ces préférences conduit à établir un lien entre la distribution de la durée de déplacement et le CGM. Ce lien n'est en général pas malléable et il n'y a en général pas non plus de candidat à la définition d'une valeur de la VDD. Il est toutefois possible, dans quelques cas particuliers, d'en calculer une en simplifiant certaines hypothèses.

Fosgerau et Karlstrom (15) se demandent comment un usager qui doit compter avec des durées de déplacement variables choisit son heure de départ. Les préférences en matière d'établissement des horaires de déplacement étudiées par Vickrey et Small qui ont été évoquées dans des paragraphes qui précèdent montrent que l'usager se préoccupe de ses heures de départ et ne tient pas à arriver en avance ou en retard à destination. La distribution de la mobilité aléatoire ne dépendant pas de l'heure de départ, une modification de cette heure n'affecte pas la courbe de la distribution de la durée de déplacement et la fait simplement glisser vers plus tôt ou plus tard. Le coût monétaire du déplacement ne dépend pas non plus de l'heure de départ.

Si l'usager connaît la distribution de la durée de déplacement et optimise le choix de son heure de départ, le CGM attendu devient linéaire dans la moyenne et l'échelle de la distribution de la durée de déplacement, quelle que soit l'allure de cette distribution<sup>12</sup>. Plus spécifiquement, si l'usager optimise le choix de son heure de départ,  $CGM = c + \alpha \cdot E(T) + \eta \cdot \sigma \cdot H$ , expression dans laquelle  $c$  représente le coût monétaire du déplacement,  $\alpha \cdot E(T)$  la VTT multipliée par la durée moyenne de déplacement et le dernier terme l'effet de la VDD. Dans ce dernier terme,  $\eta$ , valeur associée à la VDD, est indiquée en termes de paramètres  $\beta$  et  $\gamma$  d'établissement des horaires,  $\sigma$  est une mesure de l'échelle de la distribution de la durée de déplacement et  $H$  dépend des paramètres d'établissement des horaires ainsi que de l'allure, mais non de l'échelle, de la distribution de la durée de déplacement.

Fosgerau et Karlstrom citent en exemple une route urbaine encombrée de Copenhague où le coût de la VDD représente quelque 15 pour cent de ce que le temps coûte aux usagers. L'inclusion de la VDD dans le CGM va sans doute faire augmenter le cmec, parce que la VDD augmente, à l'instar de la durée moyenne de déplacement, à mesure que la demande augmente.

Il est donc possible d'utiliser une mesure de l'échelle de la distribution de la durée de déplacement comme mesure de la VDD. Les paramètres d'établissement des horaires et l'allure de la distribution de la durée de déplacement une fois estimés, il devient possible de calculer ce que la VDD ajoute au CGM. Il n'est pas nécessaire de connaître l'heure préférée d'arrivée des usagers, parce qu'elle n'a pas d'incidence sur le CGM si le choix de l'heure de départ a été optimisé.

La mise en application des observations de Fosgerau et Karlstrom a ses avantages, mais aussi ses inconvénients. Il y a d'abord le fait que la valeur de la VDD peut varier selon le contexte, parce qu'elle dépend de l'allure de la distribution de la durée de déplacement. Il reste à rassembler suffisamment de données empiriques pour pouvoir juger de la gravité de l'inconvénient, étant donné que beaucoup d'autres incertitudes et approximations entrent également en jeu.

Il se fait en second lieu que les observations ne s'appliquent pas aux services réguliers. Les utilisateurs de tels services étant par définition dans l'impossibilité de choisir librement leur heure de départ, ils sont évidemment incapables d'optimiser le choix de leur heure de départ comme le veut le modèle de Fosgerau et Karlstrom.

Il s'y ajoute, en troisième lieu, qu'il peut être difficile de calculer la courbe de la distribution de la durée de déplacement dans des réseaux composés de liaisons multiples. Le problème ne se situe pas au niveau de la durée moyenne de déplacement, parce qu'il est possible de calculer la durée moyenne de déplacement par liaison et de chiffrer ensuite, au départ des chiffres ainsi obtenus pour toutes les liaisons, une durée moyenne pour l'ensemble du réseau. L'écart-type n'est pas additionnable dans les mêmes conditions et il n'est donc pas possible de calculer le CGM au niveau des liaisons d'abord et du réseau ensuite.

Dans une perspective plus large, il importe que la spécification des préférences horaires corresponde à la réalité des faits. La spécification proposée par Vickrey et Small implique qu'un usager dont la durée de déplacement augmente va modifier son horaire de départ en conséquence pour ne rien changer à son heure d'arrivée. Une augmentation isolée de l'écart-type de la durée de déplacement amène à avancer l'heure tant de départ que d'arrivée, ce qui peut être ou ne pas être un reflet exact de la réalité.

Une autre formulation des préférences horaires débouche également sur une expression acceptable de la valeur de la VDD. Elle se fonde sur une publication moins connue de Vickrey (37) dans laquelle l'auteur définit les préférences horaires en termes de variation de l'utilité au départ et à l'arrivée en fonction du temps. L'usager jouit d'une certaine utilité propre à son lieu d'origine jusqu'à son départ et d'une autre utilité propre à son lieu de destination après son arrivée. Le coût du déplacement est un coût d'opportunité calculable en termes d'utilité perdue aux lieux d'origine et de destination. Si l'utilité décroît au lieu d'origine et augmente au lieu de destination, il y a un moment optimum pour effectuer le déplacement du lieu d'origine vers le lieu de destination. Cette vision des préférences horaires ne manque pas d'attrait, parce qu'elle traite l'origine et la destination du déplacement de façon symétrique. Il est en général difficile d'expliquer pourquoi il importe, comme la théorie des préférences de Vickrey et Small le donne à entendre, d'optimiser les horaires à un bout du déplacement davantage qu'à l'autre.

Fosgerau (14) trouve, en s'appuyant sur une version simplifiée de ces préférences horaires, une expression de la valeur de la variabilité de la durée de déplacement qui ne dépend pas de l'allure de la distribution de la durée de déplacement. Cette valeur de la variabilité de la durée de déplacement est donnée par la variance de cette même durée tant pour les usagers qui peuvent choisir librement leur heure de départ que pour ceux qui sont liés par les horaires de services réguliers. Les usagers peuvent, selon les circonstances, être allergiques au risque ou intrépides et la valeur de la durée de déplacement peut augmenter ou diminuer pendant la durée moyenne de déplacement.

Ce modèle a ceci de mieux que celui de Fosgerau et Karlstrom que : 1) la valeur de la VDD ne dépend pas de l'allure de la distribution du temps de déplacement ; 2) les résultats sont également valables pour les services réguliers ; et 3) la variance de la durée de déplacement enregistrée sur toutes les liaisons du réseau peut s'additionner, à condition que les durées de déplacement enregistrées sur les différentes relations ne dépendent pas l'une de l'autre<sup>13</sup>.

Le choix entre les différentes formulations des préférences horaires et les mesures et valeur de la variabilité de la durée de déplacement qui leur sont associées ne doivent pas être guidés par des soucis de facilité, mais être conformes à des comportements observables.

L'aléatoire procédant du manque d'informations, la diffusion d'informations est donc une démarche naturelle dans le contexte de la VDD. C'est ainsi que dans une situation où la durée de déplacement varie d'un jour à l'autre, les usagers peuvent quand même optimiser le choix quotidien de

leur heure de départ, s'ils sont parfaitement informés des conditions qui prévaudront le lendemain. Le CGM du modèle de Fosgerau et Karlstrom se réduit alors à  $CGM = c + \alpha E(T)$ , puisqu'il ne faut plus faire intervenir la VDD.

L'information ne doit pas être parfaite pour réduire le CGM. Il peut en règle générale suffire d'un signal qui soit porteur de quelques informations au sujet de la durée de déplacement du lendemain ou, en d'autres termes, qui dépend d'une certaine façon de cette durée de déplacement du lendemain<sup>14</sup>. Le risque auquel les usagers sont exposés s'atténue. La valeur de cette information peut être évaluée en usant des mêmes modèles que ceux qui servent à évaluer le coût de la variabilité aléatoire de la durée de déplacement.

Il importe, dans l'interprétation de ces conclusions, de garder présent à l'esprit qu'il n'y est pas question d'équilibre. Le choix de l'heure de départ opéré par chaque usager est pris en compte en considérant le choix de tous les autres usagers comme donné. La distribution aléatoire de la durée de déplacement influe sur le choix de l'heure de départ de tous les usagers. La relation de cause à effet va toutefois aussi dans l'autre sens, étant donné que le choix de l'heure de départ de l'ensemble des usagers influe sur la distribution de la durée de déplacement (3).

## 5. MESURE ET MODÉLISATION DE L'OFFRE

Le coût externe marginal de la congestion est la clé de l'efficacité de la tarification de la congestion. Ce coût fait essentiellement entrer en ligne de compte la VDD et l'état de l'offre. La mise au point de systèmes de tarification de l'offre postule donc de toute évidence une réelle connaissance de l'offre. Dans le domaine de la mobilité routière, l'offre a toujours été considérée comme une chasse gardée des ingénieurs et des physiciens, les économistes semblant toujours vouloir ignorer les complexités de la question. Cette attitude était peut-être raisonnable à une époque où le problème se situait pour l'essentiel au niveau de la construction et de la capacité des routes, mais il devient nécessaire de mieux cerner l'offre quand il s'agit de mettre des systèmes de tarification routière au point. Il importe en particulier d'estimer l'incidence d'une modification de la demande sur les durées de déplacement, ce qui pourrait peut-être être affaire d'économistes. Small et Verhoef (30) traitent de la congestion en partant de ce point de vue.

Dans les modèles économiques, l'offre est généralement considérée comme donnée et représentée par une courbe valable pour une route ou un réseau simple, tandis que dans le modèle du goulet d'étranglement, c'est la capacité du goulet qui est représentée par un seul chiffre. La congestion est en réalité un phénomène extrêmement complexe. La relation entre demande de mobilité et durée de déplacement retient l'attention des chercheurs depuis au moins 75 ans et il ne peut donc être question de faire la synthèse de tout ce qui a déjà été dit à ce sujet. Il importe toutefois de pointer quelques questions du doigt, parce que l'impact de l'entrée en scène d'un usager supplémentaire sur la durée moyenne de déplacement et sa variabilité soulève effectivement beaucoup de questions qui restent encore sans réponse.

Les causes de la congestion sont multiples et les types de congestion sont donc aussi nombreux. Il y a ainsi une congestion des flux qui se manifeste quand le trafic se ralentit sous l'effet d'une augmentation de sa densité, quel que soit l'état des relations d'amont ou d'aval. La congestion des flux

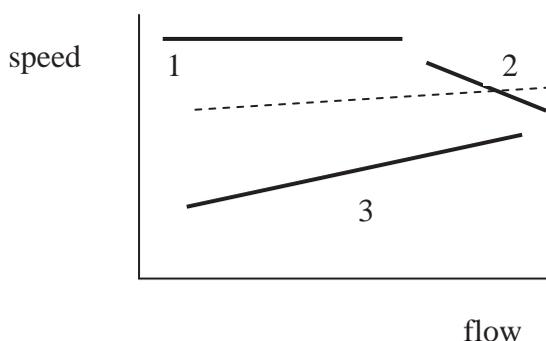
tient à la microdynamique du trafic : elle peut procéder de petites fluctuations aléatoires du trafic et contribuer à l'apparition d'une hypercongestion. L'importance de la congestion des flux est toutefois remise en question par certains qui avancent que la congestion est plutôt causée par des goulets d'étranglement tels que les croisements et les voies d'accès ainsi que par des accidents générateurs de goulets d'étranglement temporaires. La congestion peut remonter en ce sens que des retards enregistrés sur une relation peuvent être la conséquence de retards subis en amont. Tel est le cas notamment quand un bouchon formé devant un goulet d'étranglement bloque la traversée d'un carrefour en amont. Le blocage du trafic croisant n'a alors rien à voir avec la demande dont il est l'expression.

La tarification de réseaux urbains composés de milliers de relations et points nodaux où les origines et destinations sont plus nombreuses encore est de toute évidence un exercice qu'il est hautement difficile de décrire en détail. La solution peut venir de l'existence de relations volume-durée à l'échelle urbaine (17) qui permettent de comprimer la complexité du réseau en une formule unique.

Il ne suffit pas en règle générale de ne s'intéresser qu'à la seule durée moyenne de déplacement quand la durée de déplacement intervient pour une large part dans le CGM. Il est nécessaire de pouvoir prévoir aussi l'impact des variations de la demande sur la VDD. Il n'y a pas d'équation simple qui exprime la VDD en fonction de durée moyenne de déplacement. Ceci ressort clairement de la Figure 4 qui montre que l'écart-type de la durée de déplacement augmente quand la durée moyenne de déplacement diminue.

La Figure 4 est révélatrice aussi de la nature dynamique de la congestion en ce sens qu'un événement mineur survenant à un seul moment en un seul lieu peut avoir des répercussions plus tard et ailleurs dans le système. De tels phénomènes dynamiques compliquent l'évaluation empirique des relations vitesse/flux.

Figure 6. **Relation vitesse/flux stylisée**



Le diagramme de l'écoulement du trafic tracé dans la Figure 6 illustre une relation entre la vitesse et l'écoulement du trafic sous la forme de courbes inversées dont une représente une circulation fluide à vitesse plus ou moins constante avec du trafic allant de zéro à plus, une seconde une situation de congestion où l'augmentation des flux va de pair avec une baisse des vitesses et une troisième une situation d'hyper-congestion où les vitesses sont plus faibles que dans les deux précédentes aux mêmes niveaux de flux et où les flux plus importants vont de pair avec des vitesses plus élevées.

Prenons un nuage d'observations sur la courbe vitesse/flux et une régression de la vitesse par rapport au flux. S'il y a beaucoup d'observations relatives à la situation d'hyper-congestion, il se pourrait que la relation moyenne soit croissante, ce qui reviendrait à dire qu'une augmentation des flux donne naissance à une augmentation de la vitesse. Le problème est que le lien de cause à effet va dans les deux sens. L'effet intéressant est l'effet du flux sur la vitesse, mais il se fait aussi qu'à l'inverse, une vitesse réduite crée une obstruction qui ralentit le flux. La causalité inverse est un problème économétrique classique auquel plusieurs techniques économétriques peuvent apporter une solution. Il importe, dans le présent contexte, de comprendre que l'évaluation et la modélisation de l'offre doivent se faire avec sérieux et requièrent une méthodologie sophistiquée.

## 6. OPTIMUM DE SECOND RANG

La tarification de la congestion trouve sa justification clé dans le fait qu'elle corrige le déséquilibre que la congestion fait apparaître entre les coûts sociaux et privés de la mobilité. Les chapitres précédents ont montré combien il est difficile de déterminer l'ampleur de ce déséquilibre, en faisant abstraction du contexte général dans lequel la tarification pourrait s'inscrire et en partant de l'hypothèse qu'il existe des instruments sophistiqués pour la mettre en œuvre. Il convient maintenant de se demander en quoi l'abandon de ces simplifications peut modifier l'analyse de base. Les ouvrages qui traitent de cette question foisonnent et il n'entre pas dans les intentions de l'auteur de les passer en revue, les lecteurs intéressés pouvant au demeurant en trouver un aperçu dans Small et Verhoef (30, pp. 137 à 147). Les paragraphes qui suivent tentent, en se limitant à quelques exemples, de déterminer comment l'utilisation de moyens suboptimaux peut améliorer la mise en œuvre pratique des systèmes de tarification de la congestion. La section 6.1 analyse les conséquences du fait que les systèmes pratiques ne sont que des approximations du système de tarification idéal, la section 6.3 s'appesantit sur les conséquences du fait que la tarification, même idéale, de la congestion est mise en œuvre dans une économie imparfaite et la section 6.4 présente un petit guide d'analyse pratique.

### 6.1. Imperfection de la mise en œuvre

S'il n'est pas tenu compte des circonstances décrites dans la section 6.2, le système idéal de tarification de la congestion est un système qui fait payer le coût externe marginal de la congestion à tout moment et en tous lieux du réseau routier. Un simple regard sur les systèmes existants et projetés révèle que cet idéal n'est pas atteint : rares sont les segments du réseau sur lesquels doivent s'acquitter des péages qui, en outre, ne correspondent pas au coût externe marginal. Si les gains de bien-être générés par un système optimal de tarification de la congestion sont pris comme base de comparaison (ce qui, au vu de l'argumentation développée dans la section 6.2, pourrait être un choix contestable), un système suboptimal procure des gains de bien-être moindres, mais pas nécessairement négatifs. La tarification de la congestion reste sans doute utile, même s'il subsiste un risque de contre-productivité et que la perte de productivité par rapport aux systèmes idéaux puisse être importante.

L'identification des liaisons à soumettre au péage et la détermination du montant du péage posent un problème dont la solution théorique est difficile à traduire dans les faits (Verhoef, 34). Les modèles de simulation apprennent qu'il est possible d'imaginer des systèmes de tarification relativement performants qui ne sont applicables qu'à un petit nombre de liaisons ou cordons de réseaux complexes

en sortant du lot les liaisons à grande vitesse et à fort trafic pour lesquelles les liaisons de substitution sont peu satisfaisantes (27). Le simple bon sens le confirme, mais il n'en reste pas moins que peu de liaisons sont dans ce cas et que les choix peuvent donc être difficiles à opérer dans la pratique. La question du montant du péage reste en outre sans solution. Par ailleurs, s'il s'agit de choisir le tracé d'un cordon plutôt que la route à soumettre au péage, il s'avère particulièrement difficile de décider du (des) lieu(x) où tracer un cordon ainsi que du montant du péage, notamment parce que les résultats des exercices de simulation diffèrent parfois de ce à quoi le simple bon sens amène à conclure (32).

Il semble au total raisonnable de conclure que la mise en œuvre est inévitablement imparfaite, mais peut quand même donner des bons résultats. Un choix mûrement réfléchi des liaisons à soumettre au péage et du montant du péage peut néanmoins déboucher sur beaucoup mieux que ce que suggère le simple bon sens ou à tout le moins éviter les grosses erreurs. Une analyse approfondie qui s'appuie sur des modèles de circulation ne peut vraisemblablement donner que de bons résultats.

## 6.2. Distorsions économiques

L'analyse ci-dessus de la congestion dans les transports pose implicitement en hypothèse qu'il n'y a pas de distorsions (inefficiences) dans les autres secteurs économiques ou à tout le moins pas de distorsions à prendre en compte dans la tarification de la congestion. L'économie est toutefois, dans la réalité, un foyer de distorsions qui peuvent avoir leur importance. Une de ces distorsions, dont l'importance quantitative a retenu l'attention de nombreux chercheurs, procède de la taxation des revenus du travail. La taxation des revenus du travail est source de distorsion, parce qu'elle réduit l'offre de main-d'œuvre et ramène, partant, l'emploi à un niveau inférieur à celui que postule l'efficacité. Quelle est l'incidence de cette distorsion sur la tarification de la congestion ?

Dans le cas, simplissime, où tous les usagers de la route sont des migrants alternants et tous les migrants alternants des usagers de la route, ce qui veut dire qu'il est nécessaire de se rendre à son travail et d'en revenir tous les jours, et où le coût externe marginal de congestion s'élève à 20 USD par aller-retour (ou jour ouvrable) et l'impôt sur le revenu du travail à 50 USD par jour ouvrable, l'impôt sur le revenu du travail et le péage de congestion ont le même effet, puisqu'ils influent tous les deux sur le choix entre aller ou ne pas aller travailler. Comme l'impôt sur le revenu du travail couvre plus que les coûts externes, le prélèvement d'un péage de congestion ne peut pas se justifier par la non-couverture des externalités. Cette situation binaire met l'importance des interactions avec d'autres distorsions en lumière.

Si l'on fait maintenant entrer en scène, sans rien changer à l'offre de main-d'œuvre et au volume de trafic, un deuxième mode de transport, en l'occurrence les transports publics, qui ne souffre pas de congestion ni d'autres externalités et dont les tarifs couvrent les coûts marginaux, il peut être utile de faire acquitter un péage de congestion par les voitures utilisées pour accomplir les trajets domicile-travail, parce qu'il contribue à la réalisation de la répartition modale socialement souhaitable. En effet, la fixation du péage de congestion à un niveau qui assure la couverture du coût social marginal de chaque mode porte en soi la garantie que les migrants alternants couvrent le coût social marginal du mode emprunté et que la répartition modale sera donc optimale, du moins si le produit des péages sert à réduire d'autant le produit de l'impôt sur le revenu du travail en modifiant le taux de cet impôt. Si le produit des péages sert à d'autres fins, l'impôt effectif sur le revenu du travail et par là même la distorsion du marché de l'emploi ne font qu'augmenter. L'exemple montre que l'utilisation du produit des péages revêt une importance capitale dans l'évaluation des effets de la tarification de la congestion.

Ces exemples sont toutefois extrêmement irréalistes, parce qu'il n'y a pas de rapport étroit entre l'offre de main-d'œuvre et les migrations alternantes, que le marché de l'emploi n'est pas parfaitement concurrentiel, que tous les usagers ne sont pas des migrants alternants et que les migrants alternants sont hétérogènes. Il s'en suit que les enseignements qui en sont tirés pourraient avoir moins de poids dans la réalité.

De Borger (11) se demande ce que donne le remplacement d'un marché concurrentiel de l'emploi par un marché sur lequel syndicats et employeurs négocient le niveau des salaires. Ce genre de situation est vraisemblablement plus proche de celle qui prévaut dans certains pays ou sur certains segments du marché de l'emploi et semble bien avoir un impact sur les interactions entre les distorsions du marché de l'emploi et l'externalité « congestion ». Tant que les péages de congestion ne font pas de distinction entre ceux qui travaillent et ceux qui ne travaillent pas, il se justifie de porter ces péages à un niveau supérieur à celui du coût externe marginal de congestion, parce qu'une partie de la charge fiscale est ainsi transférée sur les non-travailleurs. Eu égard à la forte distorsion causée à la marge par l'impôt sur le revenu du travail, ce transfert est de nature à améliorer l'efficacité, mais il est préférable de fixer les péages demandés aux travailleurs et aux non-travailleurs à un niveau respectivement inférieur et supérieur aux coûts externes marginaux de la congestion là où une telle différenciation est réalisable.

L'importance de la différence entre les déplacements à finalité professionnelle et les autres est également mise en lumière par Van Dender (33) qui développe l'analyse de Parry et Bento (20) en faisant entrer en ligne de compte deux types de déplacement strictement complémentaires l'un de l'offre de main-d'œuvre et l'autre de la mobilité de loisir et en posant en hypothèse que les transports publics et les voitures se partagent une même route encombrée. Van Dender observe qu'il peut se justifier d'instaurer un péage de congestion si l'impôt sur le revenu du travail ne change pas, à condition que le péage ne soit pas le même pour les deux types de déplacement. Si cette différenciation est impossible et que l'impôt sur le revenu du travail ne peut être modifié, les péages ne semblent guère pouvoir être source de gains d'efficacité (dans une structure où la réduction de l'impôt sur le revenu est la seule utilisation du produit des péages qui permette d'améliorer le bien-être). Ces analyses donnent à penser que la différenciation des péages de congestion peut être très utile, non seulement parce que les usagers de la route diffèrent (comme il l'a déjà été souligné dans des sections précédentes), mais aussi parce qu'une taxation différenciée est porteuse de gains d'efficacité. Il est, en particulier, judicieux de réduire le péage pour les migrants alternants.

L'introduction de l'hétérogénéité dans l'analyse oblige à renoncer au ciblage exclusif sur l'efficacité. Si les individus diffèrent, il est nécessaire de préciser l'intérêt accordé au bien-être des uns et des autres. Il n'est pas non plus possible de continuer à séparer rigoureusement l'efficacité de l'équité, parce qu'il n'y a pas de taxes forfaitaires qui permettent d'étayer cette séparation. Il ressort de tout ceci qu'il faut tenir compte de l'impact des péages de congestion sur l'équité et de l'utilisation de leur produit.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que l'impôt sur le revenu du travail n'a pas qu'une seule raison d'être et qu'il trouve aussi une justification de premier plan dans une volonté de redistribution. Kaplow (22) développe ce point de vue et avance que les analyses coûts/avantages ne doivent pas être corrigées du coût marginal des fonds. Kaplow pourrait tout aussi bien expliquer que dans le contexte de la tarification routière, l'imposition des revenus ne doit pas être considérée comme une source de distorsion.

Il existe, en dehors de l'impôt sur le revenu du travail, plusieurs autres imperfections importantes du marché qui interagissent avec les péages de congestion. Il y a d'abord le chômage d'attente dû au fait qu'il faut du temps aux travailleurs licenciés pour retrouver un emploi qui leur convienne. La durée de l'attente dépend du nombre d'offres d'emploi accessibles aux chômeurs, un nombre qui est quant à lui dicté en partie par les coûts de transport. La hausse des coûts de transport peut donc allonger la durée du chômage et faire baisser le taux d'emploi, et ce dans des proportions significatives (26). Les effets d'agglomération sont une autre externalité importante dont il faut tenir compte dans toutes les réflexions sur les péages de congestion. Les faits prouvent à suffisance que la production en milieu urbain est sujette à des économies d'agglomération, c'est-à-dire à des économies d'échelle extérieures aux entreprises. Il faut en tenir compte dans l'analyse de la congestion, parce que les travailleurs qui contribuent à l'émergence de la congestion dont ils pâtissent par ailleurs contribuent également à l'externalité positive que représente l'agglomération. Si tous les travailleurs contribuent également à la congestion et à l'agglomération, les péages de congestion doivent être réduits de la valeur de l'externalité « agglomération », à moins qu'un instrument distinct permette de stimuler cette agglomération. Si, en revanche, les travailleurs n'accordent pas la même valeur au temps et n'ont pas le même impact sur l'agglomération (comme Graham, 2009, le constate), les péages doivent différer selon les travailleurs (19). Les effets d'agglomération sont évidemment beaucoup plus complexes que cette argumentation simple le donne à penser et restent assez mal compris (18). En outre, les mesures qui visent à améliorer les avantages tirés de l'agglomération peuvent être distinctes des mesures de gestion de la congestion, mais il n'en reste pas moins vrai qu'il faut veiller à ne pas isoler la congestion de la productivité d'une économie urbaine.

### 6.3. Implications pour la mise en œuvre

La solution du problème posé par l'interaction de plusieurs imperfections potentiellement importantes du marché avec la congestion passe par la construction d'un modèle qui incorpore les principales de ces imperfections (telles que les voit l'auteur du modèle) et permette d'élaborer une procédure d'évaluation des péages dans ce contexte. Calthrop *et al.* (8) proposent une procédure d'évaluation des investissements en infrastructures de transport qui tient compte de bon nombre des interactions évoquées ci-dessus et pourrait être adaptée à la tarification des transports. Ils insistent sur le rôle des distorsions qu'ils parviennent à faire entrer en jeu au prix d'une simplification radicale de la représentation des marchés des transports. Fosgerau et Pilegaard (16), empruntant un chemin inverse, montrent comment intégrer quelques perturbations de l'équilibre général induites par des distorsions fiscales dans des analyses coûts/avantages fondées sur des modèles de trafic. Leur démarche a l'avantage d'autoriser l'utilisation d'un modèle détaillé du marché des transports (fondé sur des modèles de trafic souvent utilisés pour l'évaluation de projets de transport), mais la fourchette des interactions avec l'équilibre général est plus étroite.

D'aucuns estiment que ces procédures sophistiquées l'emportent sur la procédure optimale simple, parce qu'il est facile de démontrer que cette dernière est porteuse d'erreurs importantes dans certains cas et n'est donc pas une très bonne approximation. Étant donné toutefois que le contexte d'ensemble n'est pas parfaitement compris sur le plan tant conceptuel qu'empirique, l'approximation de la procédure sophistiquée n'est pas nécessairement meilleure. Le fait que les analyses de procédures théoriques soient régulièrement illustrées par des illustrations numériques hautement stylisées donne à penser qu'il ne faut pas accorder trop de crédit à l'intérêt pratique des chiffres qui doivent plutôt être considérés comme des indicateurs sommaires d'ordres de grandeur associés aux mécanismes contenus dans la théorie. Cette vision des choses est proche de celle de Böhringer *et al.* (7) qui affirment, en parlant de la lutte contre le changement climatique, que :

*« Les résultats ci-dessus doivent être interprétés avec circonspection. Les chiffres ne sont ni exacts, ni précis. Ce sont des estimations approximatives et les idées sont les seules choses qui importent vraiment. Une politique climatique ne doit pas être nécessairement coûteuse, mais sa mise en œuvre imparfaite peut être source de surcoûts substantiels si on les compare au coût d'une politique idéale. ».*

En outre, les modèles même les plus complets des interactions avec l'équilibre général sont (par définition) des représentations hautement stylisées de la réalité. Ils mettent en évidence des distorsions jugées particulièrement importantes (au vu, idéalement, de preuves matérielles), mais en ignorent d'autres et passent au-dessus de paramètres qui ont leur importance dans l'analyse appliquée de projets de systèmes de tarification de la congestion. Peu de modèles représentent ainsi de façon suffisamment détaillée la capacité et l'utilisation de systèmes de transport multimodal pour pouvoir comparer la valeur de l'affectation des recettes à la réduction de l'impôt sur le revenu du travail ou à l'amélioration de l'offre de transports publics, alors qu'une telle comparaison serait de toute évidence utile à l'élaboration de systèmes de tarification. Parry et Small (25) analysent en détail les raisons qui plaident en faveur du subventionnement des transports publics. Ils ne s'arrêtent pas aux interactions avec d'autres distorsions, mais pensent que leur impact sur le niveau optimal de subventionnement est limité.

Les auteurs estiment donc que les modèles sont porteurs d'enseignements qui devraient trouver leur place dans le débat sur la mise en œuvre de la tarification de la congestion. Des modèles simples peuvent aider à clarifier l'importance de l'optimum de second rang, mais il ne faut pas s'attendre à ce qu'une analyse d'équilibre général dans le plein sens du terme puisse un jour se réaliser.

## 7. CONCLUSION

La congestion non réglementée entraîne une perte d'efficacité, mais offre aussi la possibilité de gagner en bien-être en tarifant l'usage de la route et en décentralisant le pouvoir de décider qui doit se déplacer où et quand. Au premier stade de l'analyse, le péage doit être égal à la valeur du temps qu'une voiture marginale fait perdre aux autres usagers. La perte totale de temps causée par la voiture marginale peut être calculée à l'aide de modèles de trafic allant de la simple courbe de l'offre aux modèles beaucoup plus complexes. La monétarisation s'effectue sur la base de la valeur du temps de transport (VTT) mesurable de plusieurs façons différentes.

La congestion est une conséquence du fait que beaucoup de gens se déplacent en même temps et n'arriverait pas si le trafic se distribuait uniformément dans le temps. Le modèle du goulet d'étranglement montre que la prise en compte des horaires de déplacement des demandeurs de mobilité sous la forme d'une modulation des péages en fonction du volume de trafic qui inciterait les usagers à étaler plus uniformément leurs horaires de départ est porteuse d'avantages potentiellement importants.

Les simplifications inhérentes à la théorie de la tarification de la congestion permettent d'en faire comprendre facilement les principaux enseignements. La mise en pratique de cette théorie appelle toutefois à tenir compte de certains facteurs de complexité. La diversité des usagers en est le premier. La théorie affirme que la VTT est faible pour beaucoup d'usagers, mais très élevée pour quelques

autres. La VTT moyenne est supérieure à la VTT médiane. Elle varie considérablement, non seulement d'un usager à l'autre, mais aussi entre des usagers apparemment semblables et même pour un même usager selon le contexte dans lequel il se trouve. La prise de conscience de cette hétérogénéité amène à relever le niveau des péages et à majorer les avantages procurés par la différenciation des péages en fonction des routes.

La durée des déplacements est par essence aléatoire. L'aggravation de la congestion l'allonge et la rend aussi de plus en plus variable et imprévisible. La variabilité de la durée de déplacement ajoute beaucoup au coût de la mobilité et sa prise en compte aboutit généralement à relever le niveau des péages. La théorie enseigne qu'il est possible d'exprimer de façon simple et pratique la variabilité de la durée de déplacement en termes d'écart-type ou de variance de la durée de déplacement.

Les systèmes de transport sont extrêmement complexes et la complexité de la mesure et de la modélisation de l'offre ne doit pas être sous-estimée. Il est difficile de quantifier la perte de temps causée par un véhicule marginal et plus difficile encore d'évaluer son incidence sur la variabilité de la durée de déplacement. Les descriptions simplifiées de l'offre souvent utilisées dans les ouvrages d'économie ne suffisent pas pour évaluer des systèmes de tarification routière appliqués dans la réalité.

Les contraintes qui pèsent sur les systèmes de tarification sont telles que les systèmes mis en œuvre n'assurent pas une tarification idéale (ou subidéale) de la congestion et que les avantages qu'ils procurent restent donc en deçà de ceux que des systèmes idéaux permettraient d'enregistrer. La tarification peut évidemment quand même rester génératrice d'avantages nets (après déduction des coûts d'investissement et d'exploitation). Il est toutefois indispensable d'évaluer les systèmes de tarification avec minutie, parce que les formules envisageables sont multiples et diffèrent profondément par les avantages qu'elles procurent. L'évaluation doit clairement porter aussi sur les formules suboptimales et ne pas se limiter à un système censé être le meilleur qui puisse être. L'augmentation de la vitesse d'écoulement du trafic n'est pas un indicateur suffisant des avantages procurés par la tarification.

La tarification de la congestion ne doit pas s'apprécier isolément, parce que certaines interactions économiques ont des effets potentiellement importants sur les avantages de la tarification. Il semble douteux que ces interactions puissent être intégrées dans un modèle sophistiqué, mais utile par ailleurs d'examiner, en s'appuyant sur des modèles et données mêmes lacunaires et imparfaites, comment un système de tarification quel qu'il soit peut interagir avec d'autres taxes et d'autres externalités.

La tarification peut s'inscrire dans le cadre d'une politique plus globale qui précise également à quoi le produit des péages doit être affecté. Cette affectation risque toutefois d'être source de gaspillage. La justification d'une politique qui combine tarification et affectation dépend de l'utilisation du produit des péages. Un système de tarification justifiable peut devenir injustifiable si l'utilisation du produit des péages est injustifiable. Il est donc utile d'évaluer les différents volets d'une telle politique séparément, afin de mettre les mérites de chacun de ces volets clairement en évidence.

Il semble recommandable de situer les péages dus par les migrants alternants à un niveau inférieur à celui des péages demandés aux autres usagers. Comme il est impossible de déterminer l'objet du déplacement au moment de la perception des péages, il pourrait être envisagé d'opérer une correction par la voie de l'impôt sur le revenu.

Le suboptimum donne à penser que les meilleurs péages sont souvent inférieurs au coût externe marginal de la congestion, parce que les péages ne correspondent qu'imparfaitement aux coûts externes et exacerbent les distorsions préexistantes. Il s'agit toutefois de résultats partiels qui dépendent dans une certaine mesure des interactions prises en compte. S'il était, par exemple, possible de faire peser les péages de congestion principalement sur les activités non ou moins taxées (activités de loisir) et d'affecter leur produit à la réduction de taxes hautement discriminatoires, il se justifierait de les fixer à un niveau supérieur à celui du coût externe marginal de congestion. Il importe donc de savoir quelles activités la perception de péages va affecter.

En résumé, il semble raisonnable de laisser les principes de la théorie de la tarification de la congestion guider la mise en place d'un système de péages, de vérifier ensuite s'il est de nature à interagir avec d'autres imperfections du marché et de corriger ensuite le tir s'il y a crainte d'effets indirects importants. Roy (2008) propose, en allant un peu plus loin, de s'en tenir à la formule simple et de s'appliquer à éliminer les obstacles de second rang au lieu de les considérer comme donnés. Les auteurs ne sont pas si sûrs qu'il soit possible d'éliminer au moins quelques-uns des obstacles, mais estiment que leur vision des choses et celle de Roy ne s'excluent pas l'une l'autre si les mécanismes de tarification restent malléables à terme.

## NOTES

1. Ceci est vrai dans un monde idéal où tous les autres prix sont égaux au coût marginal social.
2. Ceci aussi est vrai dans un monde idéal.
3. Becker (6) établit un rapport entre la valeur du temps et les salaires en tenant compte du partage du temps entre travail et loisirs. Cette base d'évaluation a été élargie par la suite de plusieurs façons différentes. Jara-Diaz (21) retrace l'évolution de cette théorie.
4. Il y aurait autrement des bouchons qui s'allongeraient indéfiniment.
5. D'autres coûts monétaires de la mobilité ne sont pas pris en compte.
6. (38) développe le modèle du goulet d'étranglement en prenant des préférences de programmation plus générales tout en laissant les bouchons se résorber au hasard.
7. L'opération semble plus simple qu'elle ne l'est en réalité. Fosgerau (12) analyse certains des problèmes liés à l'identification de la distribution des VTT. De Borger et Fosgerau (10) analysent ce qu'il y a lieu de faire pour tenir compte également des anomalies de comportement.
8. L'estimation a été réalisée en usant d'une technique non paramétrique qui ne postule pas d'augmentation de la distribution cumulative. Elle apporte donc la preuve que des données fondées sur des préférences révélées sous-entendent une augmentation de la fonction.
9. Arnott, de Palma et Lindsay (2) situent la question de la tarification en cas d'hétérogénéité des usagers dans le contexte du modèle du goulet d'étranglement. Arnott et Krauss (4) traitent de la tarification au coût marginal applicable à des usagers hétérogènes, mais les différences ne sont pas observées.
10. Menendez et Daganzo (23) étudient ces questions sous l'angle théorique.
11. Cette courbe est générée par le modèle du goulet d'étranglement de capacité aléatoire pour toutes les distributions possibles de la capacité.
12. Ceci n'avait été décelé précédemment que dans quelques cas spéciaux (5, 24).
13. Il est peu probable que les durées de déplacement soient indépendantes l'une de l'autre, parce que les retards survenant sur les différentes liaisons peuvent avoir des causes communes. Il n'empêche que l'additionnalité doit être considérée comme préférable à la non-additionnalité.
14. Des effets d'équilibre impliquent dans certains cas qu'une information imparfaite n'est pas nécessairement porteuse d'amélioration du bien-être (3).

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] R.A. Arnott, A. de Palma, R. Lindsey, *A structural model of peak-period congestion: A traffic bottleneck with elastic demand*, American Economic Review 83 (1993) 161-179.
- [2] R.A. Arnott, A. de Palma, R. Lindsey, *The Welfare Effects of Congestion Tolls with Heterogeneous Commuters*, Journal of Transport Economics and Policy 28 (1994) 139-161.
- [3] R.A. Arnott, A. de Palma, R. Lindsey, *Information and time-of-usage decisions in the bottleneck model with stochastic capacity and demand*, European Economic Review 43 (1999) 525-548.
- [4] R. Arnott, M. Kraus, *When are anonymous congestion charges consistent with marginal cost pricing?*, Journal of Public Economics 67 (1998) 45-64.
- [5] J. Bates, J. Polak, P. Jones, A. Cook, *The valuation of reliability for personal travel*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 37 (2001) 191-229.
- [6] G.S. Becker, *A theory of the allocation of time*, Economic Journal 75 (1965) 493-517.
- [7] C. Böhringer, T.F. Rutherford, R.S.J. Tol, *The EU 20/20/2020 targets?*, (2009).
- [8] E. Calthrop, B. De Borger, S. Proost, *Cost-Benefit analysis of transport investments in distorted economies*, Transportation Research Part B, Forthcoming (2009).
- [9] M.J. Cassidy, K. Jang, C.F. Daganzo, *The smoothing effect of carpool lanes on freeway bottlenecks*, Transportation Research Part A, Forthcoming (2009).
- [10] B. De Borger, M. Fosgerau, *The trade-off between money and time: a test of the theory of reference-dependent preferences*, Journal of Urban Economics 64 (2008) 101-115.
- [11] B. De Borger, *Commuting, congestion tolls and the structure of the labour market: optimal congestion pricing in a wage bargaining model*, Regional Science and Urban Economics 39 (2009) 434-448.
- [12] M. Fosgerau, *Investigating the distribution of the value of travel time savings*, Transportation Research Part B: Methodological 40 (2006) 688-707.
- [13] M. Fosgerau, *On the relation between the mean and variance of delay in dynamic queues with random capacity and demand*, Journal of Economic Dynamics and Control Forthcoming (2009).

- [14] M. Fosgerau, *The value of travel time variance*, Working Paper (2009).
- [15] M. Fosgerau, A. Karlstrom, *The value of reliability*, Transportation Research Part B: Methodological, In press (2009).
- [16] M. Fosgerau, N. Pilegaard, *Cost-benefit rules for transport projects when labor supply is endogenous and taxes are distortionary*, Munich Personal RePEc Archive 3902 (2007).
- [17] N. Geroliminis, C.F. Daganzo, *Existence of urban-scale macroscopic fundamental diagrams: Some experimental findings*, Transportation Research Part B: Methodological 42 (2008) 759-770.
- [18] D. Graham, K. Van Dender, *Estimating the agglomeration benefits of transport investments: some tests for stability*, JTRC Discussion Paper 32 (2009).
- [19] D. Graham, K. Van Dender, *Pricing congestion with heterogeneous agglomeration externalities and workers*, Working Paper (2009).
- [20] Ian W.H. Parry, Antonio Bento, *Revenue Recycling and the Welfare Effects of Road Pricing*, Scandinavian Journal of Economics 103 (2001) 645-671.
- [21] S.R. Jara-Diaz, *Transport Economic Theory*, Elsevier, Amsterdam 2007.
- [22] L. Kaplow, *The Optimal Supply of Public Goods and the Distortionary Cost of Taxation*, National Tax Journal 49 (1996) 513-533.
- [23] M. Menendez, C.F. Daganzo, *Effects of HOV lanes on freeway bottlenecks*, Transportation Research Part B 41 (2007) 809-822.
- [24] R.B. Noland, K.A. Small, *Travel-Time Uncertainty, Departure Time Choice, and the Cost of Morning Commutes*, Transportation Research Record 1493 (1995) 150-158.
- [25] I. Parry, K.A. Small, *Should urban transit subsidies be reduced?*, American Economic Review 99 (2009) 700-724.
- [26] N. Pilegaard, M. Fosgerau, *Cost-benefit analysis of a transport improvement in the case of search unemployment*, Journal of Transport Economics and Policy 42 (2008) 23-42.
- [27] E. Safirova, K. Gillingham, I. Parry, P. Nelson, W. Harrington, D. Mason, *Welfare and distributional effects of road pricing schemes for metropolitan Washington DC*, in Georgina Santos (Ed.), Road pricing: theory and evidence, Elsevier JAI, Amsterdam, 2004, pp. 179-208.
- [28] K. Small, *The scheduling of Consumer Activities: Work Trips*, American Economic Review 72 (1982) 467-479.
- [29] K.A. Small, J. Yan, *The Value of "Value Pricing" of Roads: Second-Best Pricing and Product Differentiation*, Journal of Urban Economics 49 (2001) 310-336.
- [30] K.A. Small, E.T. Verhoef, *Urban transportation economics*, Routledge, Londres et New York 2007.

- [31] K.A. Small, C. Winston, J. Yan, *Uncovering the Distribution of Motorists' Preferences for Travel Time and Reliability*, *Econometrica* 73 (2005) 1367-1382.
- [32] A. Sumalee, T. May, S. Shepherd, *Comparison of judgmental and optimal road pricing cordons*, *Transport Policy* 12 (2005) 384-390.
- [33] K. Van Dender, *Transport taxes with multiple trip purposes*, *Scandinavian Journal of Economics* 105 (2003) 295-310.
- [34] E.T. Verhoef, *Second-best congestion pricing in general networks: heuristic algorithms for finding second-best optimal toll levels and toll points*, *Transportation Research Part B* 36 (2002) 707-729.
- [35] E.T. Verhoef, K.A. Small, *Product differentiation on roads: constrained congestion pricing with heterogeneous users*, *Journal of Transport Economics and Policy* 38 (2004) 127-156.
- [36] W.S. Vickrey, *Congestion theory and transport investment*, *American Economic Review* 59 (1969) 251-261.
- [37] W.S. Vickrey, *Pricing, metering, and efficiently using urban transportation facilities*, *Highway Research Record* 476 (1973) 36-48.
- [38] A. de Palma, M. Fosgerau, *Random queues and risk averse users*, Working Paper (2009).



**LISTE DES PARTICIPANTS**

Mr. Patrick DeCORLA SOUZA Tolling and Pricing Program Manager Federal Highway Administration 1200 New Jersey Ave SE, Room 64-302 WASHINGTON D.C. 20590 ÉTATS-UNIS	<b>Président</b>
Dr. Kian-Keong CHIN Chief Engineer, Transportation Land Transport Authority Road Operations & Community Partnership Group No. 1 Hampshire Road Block 9 Level 1 219428 SINGAPORE MALAISIE	<b>Rapporteur</b>
Prof. Jonas ELIASSON Professor Transport systems analysis Director, Centre for Transport Studies Royal Institute of Technology Teknikringen 78 B SE-100 44 STOCKHOLM SUÈDE	<b>Co-rapporteur</b>
Mr. Carl HAMILTON PhD Student Centre for Transport Studies (KTH) Royal Institute of Technology Teknikringen 78 B SE-100 44 STOCKHOLM SUÈDE	<b>Co-rapporteur</b>
Mr. Mogens FOSGERAU Danish Transport Research Institute Knuth-Winterfeldts Allé Bygning 116 Vest DK-2800 KGS. LYNGBY DANEMARK	<b>Co-rapporteur</b>

Dr. Kurt VAN DENDER  
Chief Economist  
OECD/ITF Joint Transport Research Centre  
2 rue André-Pascal  
F-75775 PARIS CEDEX 16  
FRANCE

**Co-rapporteur**

Mr. Bernhard OEHRYS  
Head of Traffic Telematics Department  
Rapp Trans AG  
Hochstrasse 100  
CH-4018 BASEL  
SUISSE

**Rapporteur**

Mr. Nils-Axel BRAATHEN  
Principal Administrator  
Environment and Economy Integration Division  
Environmental Policy Instruments  
OECD  
2 rue André-Pascal  
F-75775 PARIS CEDEX 16  
FRANCE

Mr. Ian CATLING  
Partner  
Ian Catling Consultancy  
Ash Meadow, Bridge Way  
GB-CHIPSTEAD CR5 3PX  
ROYAUME-UNI

Mr. Francis CHEUNG  
Senior Advisor/Economist  
Centre for Transport and Navigation – Rijkswaterstaat  
Netherlands Ministry of Transport  
Van der Burghweg 1  
P.O. Box 5044  
NL-2600 GA DELFT  
PAYS-BAS

Prof. Harry CLARKE  
Professor of Economics  
Department of Economics and Finance  
La Trobe University  
MELBOURNE 3086  
AUSTRALIE

Mr. Alberto COMPTE  
Director of the Transport Research Centre  
CEDEX  
Autovia de Colmenar Viejo Km 18,2  
28760 EL GOLOSO (Madrid)  
ESPAGNE

Mr. Ramon CRUZ  
Climate Policy Specialist  
Institute for Transportation and Development Policy  
127 W. 26th St., Ste. 1002  
NEW YORK, NY, 10001  
ÉTATS-UNIS

Dr. Vadim DONCHENKO  
Director General  
Adviser to Vice Transport Minister  
Scientific and Research Institute of Motor Transport (NIAT)  
Geroev Panfilovcev str., 24  
125480 MOSCOW  
FÉDÉRATION DE RUSSIE

**Observateur**

Dr. Daniel GRAHAM  
Centre for Transport Studies  
Department of Civil Engineering  
Imperial College London  
GB-LONDON SW7 2BU  
ROYAUME-UNI

Dr. Timothy D. HAU  
Associate Professor  
School of Economics and Finance  
Office: KK 905  
The University of Hong Kong  
Pokfulam Road  
HONG KONG

Mr. Stewart JONES  
General Manager  
Road Transport Policy Reform  
Department of Infrastructure, Transport,  
Regional Development and Local Government  
111 Alinga Street  
CANBERRA, ACT 2600  
AUSTRALIE

Mr. Charles KOMANOFF  
Director  
KEA  
11 Hanover Square  
15th Floor  
NYC 10005  
ÉTATS-UNIS

Mr. Tomasz KOZLUK  
Economist  
Economics Department  
Country Studies 6  
OECD  
2 rue André-Pascal  
75775 PARIS Cédex 16  
FRANCE

**Observateur**

Dr. Adrian MOORE  
Vice President  
Reason Foundation  
3415 S. Sepulveda Blvd Suite 400  
LOS ANGELES, CA 661/477-3107  
ÉTATS-UNIS

Prof. James ODECK  
Professor of Transport Economics  
Department of Civil and Transport Engineering  
Norwegian University of Science and Technology  
Po Box 7491  
N-TRONDHEIM  
NORVÈGE

Mr. Jan PERSSON  
Economics Department  
OECD  
2 rue André-Pascal  
75775 PARIS CÉDEX 16  
FRANCE

Mr. Dae Ho SONG  
Economics Department  
OECD  
2 rue André-Pascal  
75775 PARIS CÉDEX 16  
FRANCE

Dr. Charles RAUX  
Directeur  
Laboratoire d'Économie des Transports (LET)  
Université de Lyon  
14 Avenue Berthelot  
F-69363 LYON CEDEX 07  
FRANCE

Dr. Sergi SAURI-MARCHAN  
Project Manager  
Center for Innovation in Transportation (CENIT-UPC)  
c/ Jordi Girona, 29, 2A (Nexus II Building)  
08034 BARCELONA  
ESPAGNE

Dr. Jens SCHADE  
Technische Universität Dresden  
Faculty of Transportation Science  
Traffic Psychology Unit  
D-01062 DRESDEN  
ALLEMAGNE

Dr. Simon SHEPHERD  
Principal Research Fellow  
Institute for Transport Studies (ITS)  
University of Leeds  
LEEDS LS2 9JT  
Yorkshire  
ROYAUME-UNI

Prof. Donald SHOUP  
Department of Urban Planning  
University of California, Los Angeles  
LOS ANGELES, CA 90095-1656  
ÉTATS-UNIS

Mrs. Maria Teresa Da Costa SOUSA  
Expert  
International Relations Department  
Institute for Mobility and Land Transport (IMTT)  
Av. das Forças Armadas, 40  
P- LISBOA 1649-022  
PORTUGAL

Mr. Tuomo SUVANTO  
Senior Adviser  
Ministry of Transport and Communications  
FINLANDE

Dr. Terje TRETVIK  
Senior Scientist  
SINTEF Technology and Society  
Transport Research  
NO-7465 TRONDHEIM  
NORVÈGE

Prof. José M VIEGAS  
Professor of Transportation  
Instituto Superior Técnico – Tech. University of Lisbon  
Av. Rovisco Pais  
1049 – 001 LISBOA  
PORTUGAL

Mrs. Monique van WORTEL  
Senior Policy Advisor  
Ministry of Transport, Public Works and Water Management  
DG Mobility  
P.O. Box 20901  
2500 EX THE HAGUE  
PAYS-BAS

### **SECRETARIAT FORUM INTERNATIONAL SUR LES TRANSPORTS**

Mr. Jack SHORT  
Secrétaire Général

### **CENTRE CONJOINT DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS OCDE/FIT**

Mr. Stephen PERKINS  
Chef du Centre Conjoint de Recherche sur les Transports

Dr. Michel VIOLLAND  
Administrateur, Centre Conjoint de Recherche sur les Transports

Dr. Jari KAUPPILA  
Administrateur, Centre Conjoint de Recherche sur les Transports

Mr. Philippe CRIST  
Administrateur, Centre Conjoint de Recherche sur les Transports

Mme Françoise ROULLET  
Assistante, Centre Conjoint de Recherche sur les Transports

Ms. Julie PAILLIEZ  
Assistante, Centre Conjoint de Recherche sur les Transports

## ÉGALEMENT DISPONIBLES

**Pétrole et transports : La fin des carburants à prix abordable ? Série FIT – Table Ronde 139<sup>ème</sup>**  
(2008)

(74 2008 03 2 P1) ISBN 978-92-821-10251-0

**Bénéfices économiques élargis du secteur des transports : Instruments d'investissement et d'évaluation macro-, méso- et micro-économiques. Série FIT – Table Ronde 140<sup>ème</sup>** (2008)

(74 2008 04 2 P1) ISBN 978-92-821-0184-1

**17<sup>ème</sup> Symposium International sur l'économie des transports et la politique – Tirer parti de la mondialisation : Contribution du secteur des transports et enjeux politiques** (2008)

(74 2008 01 2 P) ISBN 978-92-821-0169-8

**Privatisation et réglementation des systèmes de transports publics urbains. Série FIT – Table Ronde 141<sup>ème</sup>** (2008)

(74 2008 06 2 P1) ISBN 978-92-821-0201-5

**Le coût et l'efficacité des mesures visant à réduire les émissions des véhicules. Série FIT – Table Ronde 142<sup>ème</sup>** (2008)

(74 2009 01 2 P1) ISBN 978-92-821-0214-5

**Concurrence entre les ports et les liaisons terrestres avec l'arrière-pays. Série FIT – Table Ronde 143<sup>ème</sup>** (2009)

(74 2009 02 2 P1) ISBN 978-92-821-0226-8

**Terrorisme et transport international : Pour une politique de sécurité fondée sur le risque. Série FIT – Table Ronde 144<sup>ème</sup>** (2009)

(74 2009 03 2 P1) ISBN 978-92-821-0233-6

**Concurrence et interactions entre aéroports, services de transports aériens et ferroviaires. Série FIT – Table Ronde 145<sup>ème</sup>** (2009)

(74 2009 05 2 P1) ISBN 978-92-821-0247-3

**Intégration et concurrence entre le transport et les activités logistiques. Série FIT – Table Ronde 146<sup>ème</sup>** (2010)

(74 2010 01 2 P1) ISBN 978-92-821-0263-3

**18<sup>ème</sup> Symposium International sur l'économie des transports et la politique – Les perspectives du transport interurbain de personnes – Rapprocher les citoyens** (2010)

(74 2010 02 2 P) ISBN 978-92-821-0269-5

*Vous pourrez recevoir par email des informations sur les nouvelles publications de l'OCDE  
en vous inscrivant sur [www.oecd.org/OECDdirect](http://www.oecd.org/OECDdirect)*

*Vous pourrez les commander directement sur [www.oecd.org/bookshop](http://www.oecd.org/bookshop)*

*Vous trouverez des informations complémentaires sur le FIT sur [www.internationaltransportforum.org](http://www.internationaltransportforum.org)*

ÉDITIONS OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16  
IMPRIMÉ EN FRANCE  
(74 2010 04 2 P) ISSN 2074-3394 – n° 57460 2010

## METTRE EN ŒUVRE LA TARIFICATION DE LA CONGESTION

Les dernières avancées en matière de compréhension scientifique de la congestion routière urbaine ne font que renforcer la validité, d'ores et déjà avérée, de la tarification de la congestion en tant qu'élément d'une politique de transports urbains qui soit une réussite. Les exemples concrets de systèmes de tarification de la congestion demeurent néanmoins peu nombreux. Ou'est-ce qui peut être fait pour renforcer les chances de leur adoption en pratique ? Ce rapport tire les enseignements de tentatives d'introduction d'une tarification de la congestion couronnées de succès et d'autres qui le sont moins.

La technologie n'est pas un obstacle et, de fait, elle devrait servir les objectifs des politiques plutôt que de les définir. Les systèmes de tarification sont coûteux et ne devraient donc être appliqués que là où la congestion est sévère. L'acceptation du public est perçue comme un élément clef d'une mise en œuvre réussie. Même si cette acceptation du public peut être renforcée par des bénéfices environnementaux et une affectation bien pensée des revenus issus de la tarification, un système de tarification ne devrait jamais perdre de vue son principal objectif qui est de réduire la congestion.



[www.internationaltransportforum.org](http://www.internationaltransportforum.org)

éditions **OCDE**  
[www.oecd.org/editions](http://www.oecd.org/editions)

(74 2010 04 2 P1) ISBN 978-92-821-0286-2

