

## **Une simulation de l'introduction progressive d'un péage en milieu urbain**

Michel LE NIR	Jean-Pierre NICOLAS	Eric TABOURIN	Charles RAUX	Bruno FAIVRE
Chercheur	Chercheur	Maître de Conférence	Ingénieur de Recherche CNRS	D'ARCIER Chargé de Recherche INRETS

Laboratoire d'Economie des Transports  
(Université Lumière Lyon 2 - ENTPE - CNRS)

La crise actuelle de financement des transports publics en milieu urbain, la saturation des réseaux de transport et principalement la voirie, les préoccupations croissantes quant aux atteintes à l'environnement local et global causées par les moteurs à explosion, ont amené un regain d'intérêt sur l'utilisation des instruments tarifaires pour orienter la demande de transport. Le péage urbain fait l'objet de vifs débats que ce soit au plan de son acceptabilité par l'opinion ou au plan de son efficacité comme instrument de la gestion d'un système de transports urbains. C'est sur ce dernier aspect que ce papier voudrait apporter une contribution.

L'introduction d'un système de péage d'usage de la voirie en milieu urbain est une décision d'ordre stratégique dans la mesure où elle modifie significativement les conditions dans lesquelles se forment les comportements de déplacement des citoyens : cette mesure envoie tout d'abord un signal de prix d'usage associé à la consommation de ressources espace, temps et environnementales en milieu urbain, signal qui n'existait pas auparavant. La mise en place de cette mesure implique une longue période de préparation et elle s'inscrit nécessairement dans le cadre d'une politique durable. C'est ainsi que l'évaluation d'une telle mesure stratégique s'inscrit dans un terme supérieur à 10 ans, terme qui dépasse l'horizon des modèles classiques de demande. C'est pourquoi le besoin se fait sentir d'une estimation à long terme, plus simple mais plus robuste, des impacts potentiels de mesures de péage urbain sur les déplacements en voiture particulière.

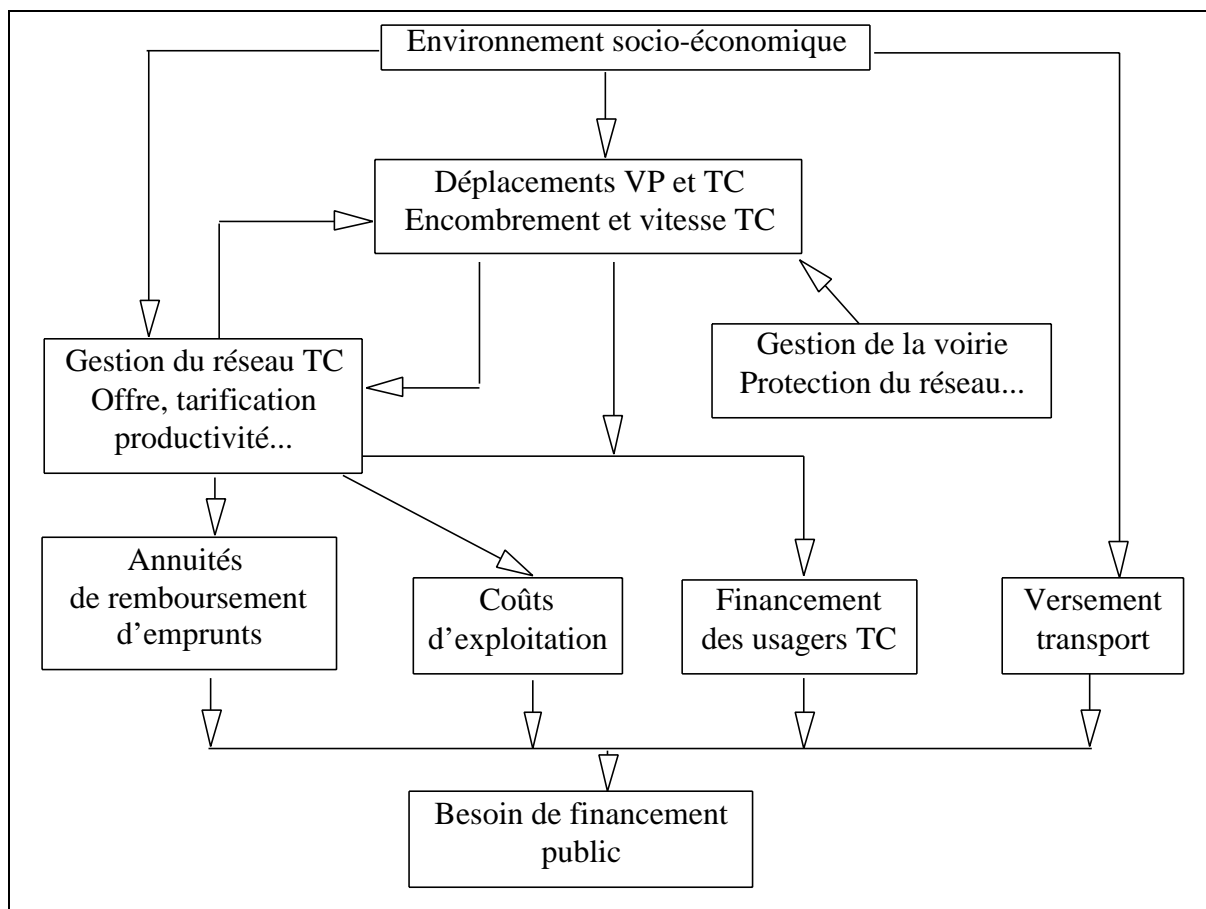
En outre il est désormais établi qu'une telle mesure stratégique doit être incluse dans un ensemble cohérent d'instruments de politique de transport, et notamment le développement des transports publics en alternative à l'utilisation de la voiture particulière dans les zones à péage. L'impact d'une mesure de péage urbain sur les conditions d'exploitation et de financement des transports publics doit donc être intégrée dans l'évaluation stratégique du péage urbain.

Ce sont ces deux questions principales auxquelles nous tenterons de répondre dans ce papier en appliquant notre méthode au cas de l'agglomération de Lyon : dans une première section nous présenterons brièvement le modèle de simulation que nous utiliserons pour évaluer l'impact des scénarios de péage urbain sur le fonctionnement des transports publics ; nous définirons alors un scénario global de maîtrise des déplacements pour l'agglomération lyonnaise, incluant des scénarios de péage introduits progressivement à partir du centre de l'agglomération (section 2). Nous évaluons ensuite les modifications de comportement qui en découleraient et estimerons les conséquences technico-financières sur le système des transports publics de l'agglomération (section 3).

**Comment desserrer l'étau de la double crise de l'encombrement et du financement ?**

Pour apporter des éléments de réponse et d'aide à la décision dans la gestion du système de transports publics, le LET a développé depuis 1984 le modèle Quinquin. Ce modèle macro-économique permet de simuler l'impact de scénarios d'accroissement de l'offre en les reliant à des hypothèses d'évolution du contexte économique général (croissance économique, motorisation, mobilité des individus) et en tenant compte des conditions de concurrence entre l'automobile et le transport public (congestion, vitesse commerciale).

Il s'articule autour de différents modules relatifs aux variables exogènes, aux déplacements, aux politiques de gestion de la voirie et du réseau des transports collectifs, et aux financements. L'architecture simplifiée du modèle exposée dans la figure suivante, montre comment s'agencent ces différents modules.



Ce modèle repose essentiellement sur deux invariants validés statistiquement par des observations empiriques :

- le premier invariant concerne la relation observée entre croissance des revenus, croissance de la motorisation, croissance de la mobilité globale et en voiture particulière ;
- le deuxième invariant concerne l'impact dynamique de l'encombrement de la voirie sur la vitesse commerciale des transports en commun de surface.

Les résultats des simulations menées sur un plan d'investissement en transports en commun prévu sur l'agglomération lyonnaise (Raux & Tabourin, 1992) montrent que :

- un investissement massif dans les transports en commun n'enrayera pas la montée des déplacements en voiture particulière et aboutira à une dérive financière inquiétante pour les collectivités locales.

- les mesures de gestion de la voirie par protection supplémentaire du réseau de transports en commun de surface ont un impact limité, que ce soit du point de vue des conditions financières d'exploitation ou du point de vue de la circulation en voiture particulière ;
- les mesures de réduction de la circulation dans le centre de l'agglomération ont un impact désastreux sur les conditions de circulation en périphérie ce qui implique dans ce cas d'investir de surcroît en voirie dans la banlieue ;
- seule une reprise partielle par les transports en commun de ces déplacements en voiture particulière "périphérisés" permet de modérer quelque peu la croissance du niveau global de circulation en voiture particulière ;
- mais pour modérer significativement la dérive financière, des technologies alternatives moins lourdes en investissement que le métro devraient être envisagées : tramway ou bus en site propre.

La conclusion globale de ces simulations est que l'investissement dans une technologie performante en débit/vitesse telle que le métro ne suffit certainement pas à provoquer un report modal significatif de la voiture particulière vers les transports en commun ; qu'il faut inciter à de tels reports modaux, notamment dans le centre, pour le décongestionner et améliorer le fonctionnement des transports en commun de surface qui retrouveront une certaine efficacité. Mais comment à la fois financer le développement des transports en commun et opérer le report modal de la voiture particulière vers les transports en commun ?

Toute amélioration qui peut être faite dans le domaine des transports en commun n'affecte en rien les usagers de la voiture particulière (Massot, 1991). L'étalement des lieux d'activités rend la voiture particulière encore plus compétitive du fait de sa plus grande flexibilité. Cette tendance à l'étalement urbain constituerait donc un "défi redoutable" pour les transports en commun (Bonnafous, 1992). Une politique d'amélioration de l'offre en transports en commun ne suffira pas à elle seule à opérer une redéfinition du partage modal entre transports en commun et voiture particulière.

Les transports en commun doivent-ils tout simplement jeter l'éponge ? Une politique de laissez-faire, consistant à suivre la croissance du trafic routier par des investissements de capacité ou des facilités de stationnement offertes en centre-ville, ne peut que favoriser un usage encore plus massif de la voiture. Investir dans la voirie routière serait même contre-productif selon certains auteurs (Mogridge, 1986), en provoquant l'appel de nouveaux automobilistes. Il faudrait selon Mogridge, choisir résolument d'investir dans le mode collectif. Mais il reste toujours la question lancinante des moyens financiers. Toutefois l'étalement urbain suggère que les transports en commun ne pourront être une réponse adéquate partout. Il convient de dépasser une opposition stérile entre voiture particulière et transport en commun, pour développer une complémentarité modale acceptable et inciter les usagers à une pratique multimodale.

La panoplie des moyens d'incitation au report modal et plus généralement de modération du trafic automobile a fait l'objet de plusieurs communications (May, 1986), (Jones, 1989), (Lee-Gosselin, 1992). Tout un ensemble de mesures physiques, fiscales ou tarifaires sont proposées, mais diversement acceptées par les usagers : certaines sont parfaitement intégrées, comme les taxes sur l'acquisition ou les taxes sur les carburants, d'autres suscitent des oppositions vives comme la tarification routière pour pénétrer dans une zone urbaine. En fait des évolutions progressives de l'opinion publique sont possibles, dans le cadre du débat actuel sur la préservation de l'environnement. Il est en effet tout à fait envisageable que soit acceptée progressivement l'idée d'acquitter des taxes ou redevances liées à l'utilisation de ressources telles que la voirie ou l'air consommé par les moteurs à explosions actuels. En outre, des travaux récents (Jones & Harvey, 1992) ont montré qu'une opinion majoritairement

défavorable à toute idée de péage urbain, pouvait significativement évoluer quand ce péage était présenté comme intégré à un ensemble de mesures cohérentes, dans lesquelles le produit du péage servirait à l'amélioration des transports urbains.

### **Les objectifs d'un scénario global de maîtrise des déplacements pour Lyon**

Les principes d'un scénario global de maîtrise des déplacements pour Lyon sont que d'une part, comme nous l'avons vu, on ne peut tout réguler par la réglementation, d'autre part la loi garantit le libre choix des moyens de transport (LOTI). En conséquence, il faudra combiner des mesures réglementaires et tarifaires. Les objectifs d'un tel scénario de maîtrise sont les suivants :

- face aux ressources limitées des collectivités locales, financer le développement des transports urbains (transport public et voirie) tout en rétablissant une certaine transparence des coûts (objectif efficacité coût) ;
- améliorer la sécurité en ville, augmenter l'espace réservé aux piétons et aux vélos, diminuer le bruit et la pollution atmosphérique (objectif environnement)
- lutter contre la congestion automobile (fonctionnement économique de la ville)

Par rapport à ces objectifs généraux, un scénario de maîtrise appliqué à Lyon devra :

- 1) dissuader le transit hors agglomération ;
- 2) dissuader la traversée du centre de l'agglomération pour les échanges Est-Ouest et Nord-Sud ;
- 3) permettre la maîtrise de l'offre en stationnement dans le centre de l'agglomération ;
- 4) restreindre physiquement la circulation et favoriser les transports collectifs ;
- 5) mettre en place un système de péage, pour contrôler le trafic de transit et financer le développement des TC ;

### **Le choix du type de péage :**

Le type de péage choisi doit être défini dans ses grandes lignes avant d'affiner les scénarios d'introduction progressive. Il s'agit essentiellement du type d'accès, des principes tarifaires, des périodes horaires et véhicules touchés.

Ces choix et les tests de scénarios seront validés statistiquement à partir de la dernière base de données systématiques sur les déplacements à Lyon, à savoir l'Enquête-Ménage de 1985, ainsi que les résultats relatifs aux migrations alternantes du recensement général de la population de 1990.

### **Un péage d'accès par cordon...**

Un premier choix à faire, lié aux autres est celui du type de péage. En effet essentiellement deux types de péage peuvent être envisagés selon les effets recherchés. Ce peut être :

- un péage de cordon par lequel tout passage du cordon quelque soit le sens, est taxé : les voitures circulant de part et d'autre du cordon ne sont pas touchées ; une variante du péage de cordon que nous dénommerons "péage d'accès" par lequel toute entrée dans une zone délimitée par un cordon est taxée : les voitures circulant à l'intérieur de la zone ne sont pas taxées, de même que celles sortant de la zone ;
- un péage de circulation, qui taxe toute voiture en circulation dans la zone concernée.

En outre à ces aspects spatiaux doivent être associés les aspects tarifaires : pour reprendre la distinction évoquée ci-dessus, la tarification doit-elle être annoncée à l'avance ou doit-elle être fondée sur la congestion en temps réel et donc varier avec celle-ci ? Ce deuxième type de tarification à la fois fait débat quant à la réactivité sur les comportements (l'automobiliste part sans savoir à l'avance combien il va payer) et pose des problèmes de faisabilité technique

(comment mesurer la congestion en temps réel ?). Ces aspects de faisabilité nous amènent à mettre de côté la tarification en temps réel<sup>1</sup>, pour privilégier une tarification annoncée à l'avance.

Le péage de circulation implique de suivre et contrôler en permanence tout véhicule circulant dans la zone : les mécanismes de contrôle à mettre en place sont plus complexes et plus coûteux. Par contre dans le cas d'un péage d'accès par cordon, l'utilisation judicieuse des barrières naturelles en milieu urbain formées par les fleuves, voies ferrées, ou voies rapides séparées du reste du réseau, permet de réduire le nombre de points d'entrée à contrôler et donc de minimiser les coûts de perception du péage. Ces remarques nous conduisent à conclure à une meilleure faisabilité technique et économique du péage de cordon.

Il nous faut toutefois pour esquisser le bilan financier, estimer le coût d'un péage de cordon. L'ordre de grandeur que nous avons estimé pour un péage de type manuel dans de précédents travaux (Raux & Tabourin, 1992) à partir de l'exemple d'Oslo (Larsen & Ramjerdi, 1990) était un coût unitaire d'environ 1,3FF par déplacement taxé. Il nous faut tenir compte du fait que le péage d'Oslo est un péage hors agglomération pour lequel il est acceptable de devoir s'arrêter pour payer, alors que c'est plus difficilement acceptable en pleine ville sur des trajets moins longs. Il nous faut donc intégrer un usage probablement plus extensif de péages électroniques (bornes de péage, systèmes embarqués à bord des véhicules). Nous proposons de prendre une estimation par excès d'un coût global de perception de 2FF par déplacement taxé.

### **A quel tarif doit être fixé le péage ?**

La détermination du tarif du péage doit se faire en fonction des objectifs recherchés. En effet nous ne recherchons pas le niveau de taxation optimale de la congestion, qui serait celui correspondant à l'usage optimal des ressources de la voirie. Les travaux des économistes sur ce point suggèrent que la détermination de ce tarif optimal est très complexe (Else, 1986). Nous préférons plutôt opter pour une approche pragmatique dans laquelle la tarification de la circulation, justifiée sur le plan théorique par le surcoût qu'impose l'automobile par rapport aux TC, est utilisée comme un instrument de réorientation de la demande de transports en faveur des modes moins coûteux pour la collectivité. Dans cette optique le tarif doit être fixé de manière assez arbitraire mais acceptable dans le contexte d'application, il sert également à envoyer un signal clair aux automobilistes. Dans le cas de Lyon, le tarif d'abonnement des TC se situe fin 1991 à 243FF par mois, ce qui sur une base de 20 jours par mois correspond à environ 12FF par jour. Nous proposons donc de démarrer les premiers scénarios de péage d'accès avec un tarif affiché de 10FF par entrée dans la zone à péage : cela correspond, pour un aller-retour domicile-travail par jour à une surtaxe de 10FF soit environ 200FF par mois.

### **Quel découpage pour quel péage ?**

L'enquête ménages de 1985 repose sur un découpage relativement fin de l'agglomération (230 zones). Nous avons procédé à une réagrégation de ces zones de manière à pouvoir considérer la mise en place progressive d'un péage. La progressivité de ce péage repose sur deux principes :

- introduire un péage en priorité dans les zones qui bénéficient d'une offre TC de qualité.
- lutter contre l'encombrement automobile

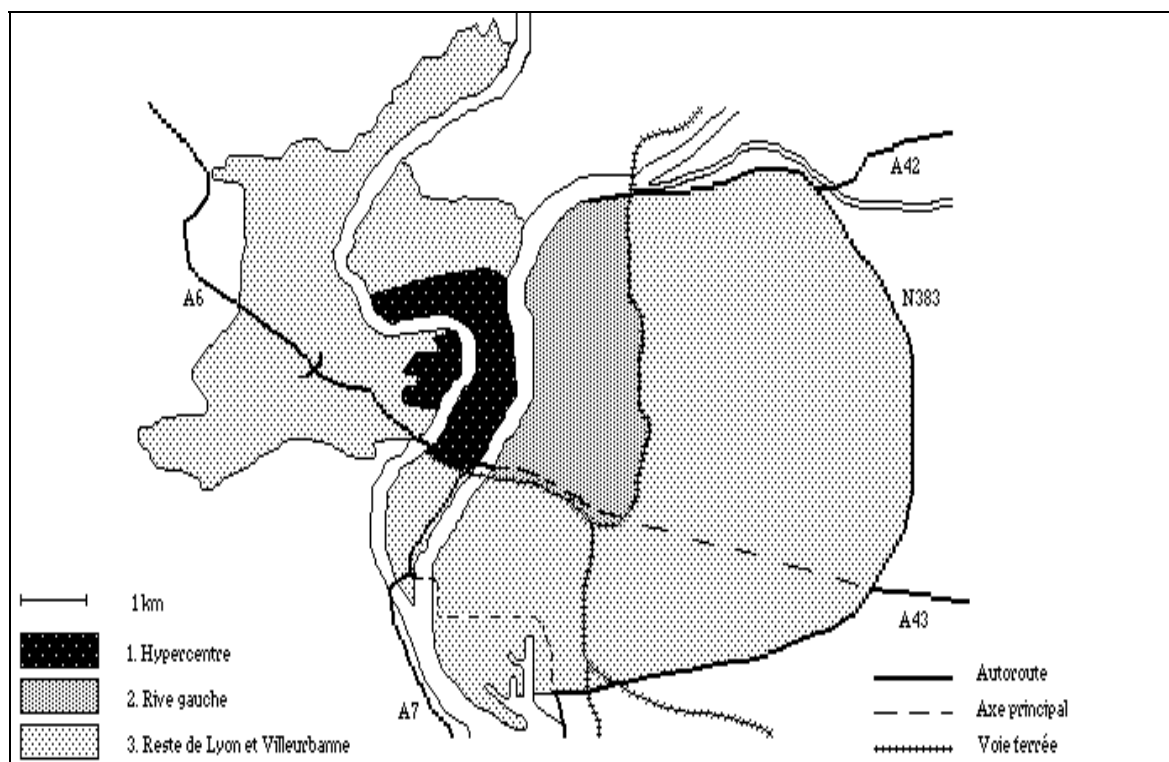
---

<sup>1</sup> Même si ce sont les principes à la base du projet de "congestion-metering" de Cambridge (UK).

Le principe de pouvoir offrir une alternative TC particulièrement attractive nous encourage, d'autre part, à distinguer la presqu'île. Trois lignes de métro desservent directement cette zone qui compte 7 stations. En outre, plus de la moitié des lignes de bus de l'agglomération sont raccordées à la Presqu'île. Enfin, on notera que deux gares ferroviaires se trouvent à l'intérieur du périmètre concerné.

La partie située sur la rive gauche du Rhône et qui s'étend jusqu'au centre de la Part-Dieu, ne dispose pas d'une offre TC aussi dense que la Presqu'île. Le quartier de la Part-Dieu, second poumon de la ville constitue cependant un noeud de trafic de transports collectifs important. Si la part des transports collectifs représente près de la moitié des déplacements à destination de l'hypercentre, celle-ci tombe à 34% pour la rive gauche du Rhône, à 24% pour le reste de Lyon et Villeurbanne et à moins de 20% pour le reste de l'agglomération.

Ces différentes observations nous ont conduit à retenir le découpage qui suit :



Carte n° 1 : Le centre de l'agglomération lyonnaise : Lyon-Villeurbanne

- la zone de l'hypercentre, qui regroupe la Presqu'île et le quartier de St Jean, constitue le véritable berceau de Lyon, avec un environnement architectural à protéger de la pression automobile, comme c'est déjà le cas avec la piétonnisation partielle de ce quartier,
- la seconde zone est constituée par l'ensemble des quartiers situés entre le Rhône et la ligne de chemin de fer qui relie les gares de Perrache et de La Part-Dieu,
- la troisième zone regroupe les quartiers composant le reste des communes de Lyon et Villeurbanne.

Il est difficile de caractériser l'encombrement automobile (du moins en regard de l'information disponible sur Lyon). Nous proposons de considérer un critère simple qui est le nombre de véhicules à destination de la zone concernée (sans tenir compte des véhicules qui ne font que traverser la zone), rapporté à la surface de cette zone. Le tableau suivant donne les valeurs de ce ratio pour les zones de Lyon-Villeurbanne :

Tableau n° 1 : ratio de véhicules par km<sup>2</sup> selon différentes zones

Zones	Surface (km <sup>2</sup> )	Voitures à destination (par jour en 1985) <sup>2</sup>	Ratio Voitures/surface
Lyon Ouest - Nord	16,2	103.893	6400
Lyon St Jean	0,5	7.883	15.800
Lyon Bellecour	3,4	64.726	19.000
Lyon Rive-Gauche	8,7	133.401	15.300
Lyon Sud, Est et Villeurbanne	50,6	280.713	5.600
Total Lyon-Villeurbanne	79,4	590.616	7.400

Ce tableau montre que les quartiers les plus chargés sont dans l'ordre ceux de Lyon-Bellecour avec 19.000 véh/km<sup>2</sup>, Lyon St Jean, quartier historique de Lyon, avec 15.800 véh/km<sup>2</sup>, puis Lyon Rive-Gauche, incluant le quartier d'affaires de la Part-Dieu, avec 15.300 véh/km<sup>2</sup>. C'est donc dans ces quartiers que doit se porter la priorité des actions de modération de la circulation automobile.

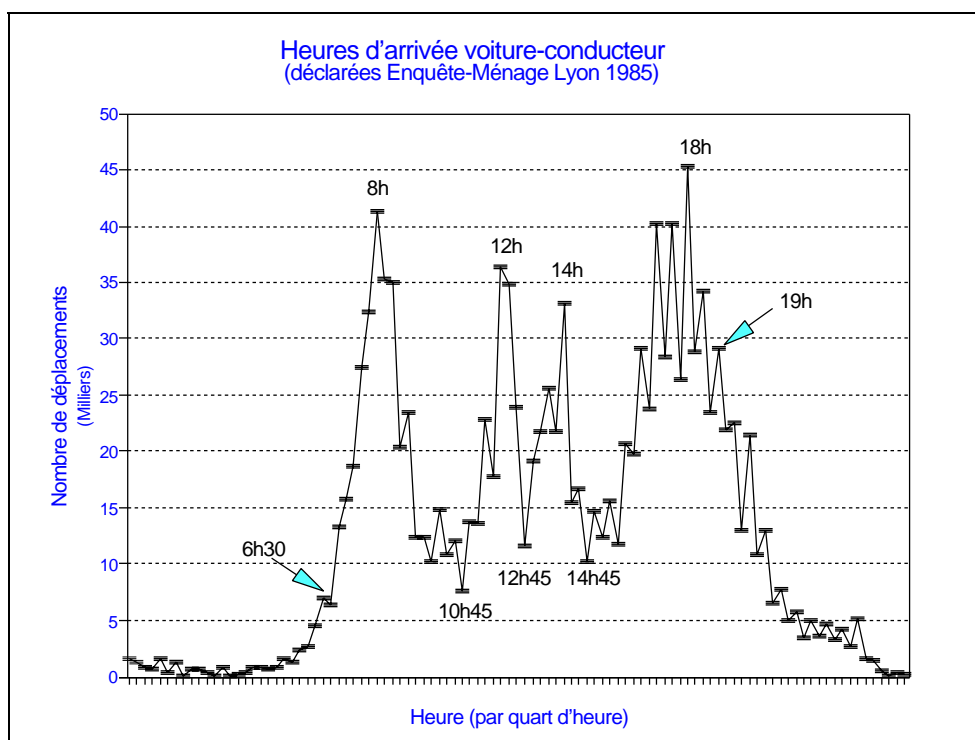
### *Le choix d'une période horaire de référence*

Le graphique qui suit fait état de l'ensemble des déplacements à destination de l'agglomération, réalisés par les conducteurs de voiture particulière, résidents de l'agglomération lyonnaise, selon l'heure d'arrivée<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Source Enquête-Ménage 1985.

<sup>3</sup> Les déplacements en voiture comme passager représentent 11% des déplacements tous motifs confondus.



Les déplacements effectués en voiture comme conducteur pour le motif travail représentent 26% de l'ensemble des déplacements de l'agglomération lyonnaise en voiture. Si on ajoute à chacun de ces déplacements pour le travail un retour au domicile (estimation par excès), on obtient une part d'environ 50% des déplacements en voiture-conducteur, liés au travail. Les pointes horaires que l'on constate sur ce graphique sont donc encore considérables et largement supportées par les déplacements liés au travail.

De récents travaux sur les réactions potentielles à des mesures de péage (Polak & Jones, 1991) montrent que les réactions des usagers sont d'abord, quand ils le peuvent, de modifier

les horaires de leurs déplacements susceptibles d'être taxés et ensuite seulement de changer de mode de déplacement (ex péage limité à la pointe horaire du matin). Comme notre objectif n'est pas d'écarter la pointe de trafic du matin mais de modérer globalement la circulation des voitures en centre-ville, nous proposons de couvrir l'ensemble de la journée. Seul le trafic de fin de journée qui consiste surtout en des déplacements liés aux achats ou au temps libre ne doit pas en principe être touché. L'analyse des horaires de montée en charge du trafic nous a décidés à retenir la plage horaire comprise entre 6h30 à 19h00 pour nos simulations.

### ***La mise en place des scénarios***

Comme il s'agit là, encore une fois, non pas de bloquer l'accès en voiture par des mesures réglementaires mais de modérer ces accès en voiture par une modulation tarifaire, nous proposons d'introduire un premier scénario de péage incluant le quartier St Jean et le quartier de Lyon-Bellecour (cf carte n° 1). Cependant compte-tenu de la géographie urbaine particulière de Lyon, des effets pervers d'encombrement risquent de se produire aux frontières de cette zone à péage par un report du stationnement sur les zones limitrophes. Pour éviter ce phénomène, nous proposons de renforcer le stationnement payant dans les quartiers de la rive gauche. Ce renforcement du stationnement payant aurait en outre comme avantage d'envoyer un premier signal aux automobilistes quant à la suite des événements, c'est-à-dire l'extension du péage à ce quartier.

Un deuxième scénario, pourrait, dans une période ultérieure, viser à étendre le péage au quartier Lyon-Rive Gauche, c'est-à-dire à l'ensemble de la zone comprise entre le fleuve et la ligne de chemin de fer reliant les deux principales gares. Ce second scénario ne devrait pas, cette fois, être accompagné d'une nouvelle augmentation du prix du stationnement, si ce n'est de façon ponctuelle. C'est pourquoi le surcoût parking, au cours de cette seconde étape, sera considéré comme nul.

Le troisième scénario devrait, après un certain laps de temps consacré à une nouvelle amélioration des services de transports collectifs sur le périmètre de la ville-centre, voir l'extension du péage à l'ensemble des quartiers de Lyon et Villeurbanne. Un tarif modulé sera alors proposé pour chacune des trois zones que nous avons définies.

### **Estimation des réactions de la demande de déplacements en voiture particulière selon les trois scénarios de péage**

Ces estimations reposent essentiellement sur :

- l'identification des flux de véhicules touchés dans les différents scénarios, réalisée sur la base des données de l'Enquête-Ménage 1985.
- l'estimation des reports, que ce soit par report sur les transports publics, report sur une autre destination ou abandon des déplacements : cette estimation se fait à partir d'élasticités du trafic au coût du déplacement.

Etant donnée l'incertitude, de règle en ce qui concerne les réactions des automobilistes au péage, nous avons pris pour principe d'estimer des fourchettes haute et basse de l'impact du péage sur les déplacements.

Le choix de départ concerne les élasticités de la demande au tarif : nous avons recherché des plages pertinentes d'élasticités et nous sommes fondés sur une synthèse de valeurs tirées de plusieurs études (Goodwin, 1988). La seule élasticité donnée concernant le trafic par rapport au péage est une valeur de -0,45 (terme temporel non distingué). D'autres valeurs concernent l'élasticité du trafic au prix de l'essence, qui s'établit à court terme à -0,13, à long terme à -

0,30 et à un terme non précisé à -0,39. Nous proposons donc de prendre comme valeurs extrêmes d'élasticité -0,3 et -0,5, les estimations des scénarios se situant à moyen ou long terme.

La valeur du temps a été fixée à 90FF/h, ce qui représente un compromis entre des valeurs élevées liées au travail et faibles liées aux déplacements pour achats ou loisirs, importants en direction des quartiers du centre. On trouvera en annexe des estimations de la sensibilité des résultats finaux à des variations de cette valeur du temps.

Des hypothèses haute et basse ont été faites quant au coût d'un déplacement en voiture particulière, incluant, outre la valeur du temps, le carburant et le coût du stationnement. En ce qui concerne le stationnement, en l'absence de données précises actuellement sur les nombres de places offertes selon leur type d'accès, nous avons là encore déterminé une moyenne haute et une moyenne basse. Nous avons cherché systématiquement à ne pas minorer le coût de base d'un déplacement car, étant donnée la formulation de l'élasticité, toutes choses égales par ailleurs, plus le coût de base est faible, plus la sensibilité à la surtarification est élevée.

Le croisement des deux fourchettes, haute et basse, de coût d'un déplacement en voiture et des deux élasticités extrêmes donne pour chaque scénario quatre niveaux, hauts et bas, d'impact sur la demande. Ces reports sont ramenés au total des déplacements en voiture particulière à destination de Lyon-Villeurbanne, paramètre qui sera injecté dans la simulation par le modèle Quinquin. Le résumé des résultats, détaillés dans l'annexe 1, est donné ci-dessous :

Tableau n° 2 : Synthèse des estimations de report de la demande de déplacements en VP

		% report élasticité (-0,3) / total Lyon-Villeurbanne	% report élasticité (-0,5) / total Lyon-Villeurbanne
Scénario 1 Péage hypercentre + stationnement Rive-Gauche	Min	-2,0%	-3,4%
	Max	-1,6%	-2,7%
Scénario 2 Péage hypercentre + Rive-Gauche	Min	-2,2%	-3,4%
	Max	-1,6%	-2,7%
Scénario 3 Péage Lyon-Villeurbanne	Min	-4,5%	-7,4%
	Max	-3,6%	-6,1%

Le premier constat que l'on peut faire est celui d'un impact limité sur la demande de déplacements en voiture particulière, sur le total des déplacements en voiture à destination de Lyon-Villeurbanne (590.617 en 1985). Le moins que l'on puisse dire est que ces scénarios de péage n'étranglent pas la voiture, loin de là. Soulignons toutefois que ces chiffres n'incluent pas les déplacements des résidents en dehors de l'agglomération du Grand Lyon ainsi que le trafic de traversée de l'agglomération. Ce trafic de traversée devrait être détourné par les mesures complémentaires énoncées dans le cadre du scénario de maîtrise des déplacements et le trafic domicile-travail à longue distance devra faire l'objet de développements spécifiques de l'offre ferroviaire (Le Nir et alii, 1992).

Les scénarios 1 et 2 présentent une grande similitude de résultats : la raison en est que le scénario 1 inclut un renforcement du stationnement sur la Rive-Gauche, alors que le scénario 2 remplace ce renforcement du stationnement par un péage qui touche les mêmes véhicules. Le scénario 2 présente à notre avis deux avantages :

- les véhicules ne faisant que traverser le quartier Rive-Gauche ne sont pas affectés par le péage dans le cas du scénario 1, alors qu'ils le sont dans le cas du scénario 2. C'est la limite, déjà soulignée, de la gestion de la circulation au moyen du stationnement payant.

- dans le scénario 1, les produits financiers sont issus de deux sources, le stationnement et le péage. Alors que le le produit du péage peut être aisément affecté dès le départ à l'amélioration des transports publics, le produit du stationnement pose des problèmes institutionnels de réaffectation éventuelle, étant donnée la pratique actuelle.

Enfin notons que la demande devient significativement affectée dans le cadre du scénario 3 où la fourchette haute s'établit à plus de 7%. C'est le scénario étendu à tout Lyon et Villeurbanne, avec évidemment le maximum de véhicules affectés et les plus fortes potentialités de développement de l'offre en transport public, étant donnée la densité de population.

### **L'estimation du produit du péage à l'horizon 2000**

Pour estimer le produit du péage à divers horizons nous avons dû faire plusieurs hypothèses simplificatrices quant au nombre de véhicules touchés, évoluant dans le temps. En effet compte-tenu des incertitudes quant à la dynamique de modération de la circulation en voiture particulière et de report sur un système de transport intermodal performant articulé sur les transports publics, nous ne pouvons faire que des estimations grossières.

Nous avons d'abord fait l'hypothèse que la structure des échanges entre les différents quartiers de Lyon et Villeurbanne serait inchangée en parts relatives par rapport à 1985. C'est une hypothèse discutable, mais un risque d'erreur contre lequel nous pensons avoir pris une précaution en travaillant sur une fourchette fonction d'une élasticité basse et haute. Compte-tenu de la modicité de la surtarification envisagée, nous avons également fait l'hypothèse, défavorable à la réussite du scénario de maîtrise du trafic routier, que la croissance des déplacements en voiture particulière se ferait au rythme prévu par le modèle Quinquin selon les hypothèses de croissance envisagées, soient, à partir de 1.331.500 déplacements de voitures particulières en 1985 : 1.500.000 déplacements en 1991 (+12,7% / 1985) ; 1.600.000 déplacements en l'an 2000 dans l'hypothèse d'une croissance économique annuelle de 1,5% ; 1.700.000 déplacements en l'an 2000 dans l'hypothèse d'une croissance annuelle de 3%.

En projetant, avec ces ratios d'augmentation, les données de report de 1985, donc des véhicules continuant à accéder aux zones en payant, nous obtenons les fourchettes hautes et basses de produit du péage dans les différents scénarios<sup>4</sup>, estimées en base 1991, si le péage avait été mis en place à cette date, puis à l'horizon 2000 selon les deux hypothèses de croissance économique. Nous supposons que le péage est maintenu en francs constants à l'horizon 2000.

Tableau n° 3 : Estimations des produits financiers annuels du péage à différents horizons

---

<sup>4</sup> le produit du stationnement n'étant pas inclus dans le scénario 1.

		Base 1991	Projection 2000 Croissance revenus 1,5%	Projection 2000 Croissance revenus 3%
Scénario 1	Min	100 MioFF	107 MioFF	113 MioFF
	Max	106 MioFF	113 MioFF	120 MioFF
Scénario 2	Min	232 MioFF	247 MioFF	263 MioFF
	Max	245 MioFF	261 MioFF	278 MioFF
Scénario 3	Min	455 MioFF	486 MioFF	516 MioFF
	Max	487 MioFF	519 MioFF	551 MioFF

Ces évaluations financières, de même que les baisses de déplacements en voiture particulière précédemment estimées doivent être mises en rapport avec le fonctionnement du réseau de transport public à l'aide du modèle QuinQuin.

### Les conséquences financières sur le système des transports publics

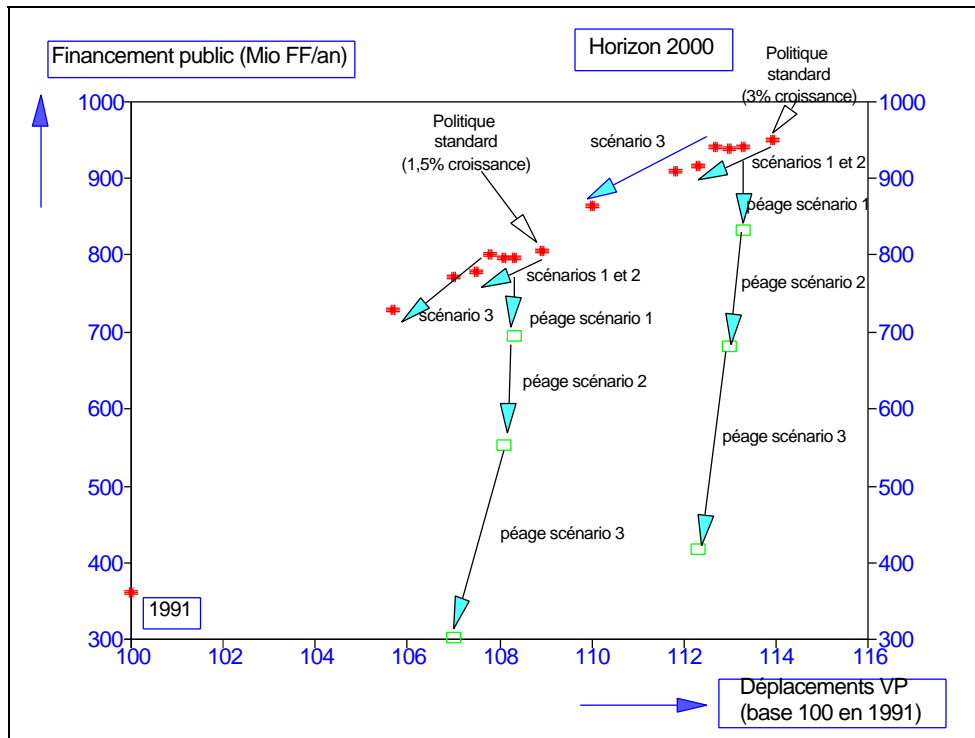
Nous avons tout d'abord introduit dans les simulations QuinQuin les reports de déplacements en voiture particulière, consécutifs à la mise en place des différents scénarios. Rappelons que QuinQuin permet en fonction d'un niveau donné de circulation et sous des hypothèses de croissance des revenus, influant directement la motorisation et la mobilité en voiture particulière, de tester l'impact de la hausse ou de la baisse de ce paramètre sur le fonctionnement des transports publics de surface, donc sur leur attractivité. Nous avons donc injecté sous deux hypothèses de croissance des revenus, l'une modérée à 1,5%, l'autre forte à 3% par an, les plages de report de déplacements en voiture particulière, à savoir : -1,5%, -3,5% et -7,5%, avec différents niveaux de reprise de ces déplacements en voiture particulière, par les transports collectifs. En effet nous faisons l'hypothèse que ces déplacements sont désormais pour partie réalisés en périphérie et pour partie repris par les transports collectifs. Le tableau suivant donne les résultats des simulations de QuinQuin à l'horizon 2000, pour le niveau de déplacements en voiture particulière et en transports collectifs, la vitesse commerciale moyenne sur le réseau global, la part de marché des transports collectifs et le besoin de financement public (sans tenir compte du produit du péage). L'ensemble de ces simulations ont été menées dans le cadre d'un plan d'investissement en transports collectifs, s'élevant à 6Milliards FF sur la période. Cet investissement est inclus dans QuinQuin sous forme d'une offre supplémentaire en métro notamment, impliquant des déplacements en transports collectifs calculés par d'autres modèles. La "politique standard" décrit donc cette politique d'investissement sans autre mesure de gestion particulière de la concurrence modale.

Tableau n° 4 : Les conséquences des reports de la VP sur le fonctionnement des TC

	Hyp. croissance	% report	% reprise par TC	Demande VP	Demande TC	Vitesses commerciale réseau TC (km/h)	% déplacements TC	Besoin de financement public (MioFF/an)
1991		-	-	100,0	100,0	17,	24%	362
2000	Standard	-	-	108,9	111,4	16,2	24,8%	806
	1,5%	1,5%	80%	108,3	112,5	16,3	25,2%	797
		3,5%	50%	108,1	112,9	16,2	25,3%	797
		3,5%	80%	107,5	115,4	16,3	25,9%	778
		7,5%	30%	107,8	113,1	16,0	25,4%	800
		7,5%	50%	107,0	116,9	16,2	26,3%	772
		7,5%	80%	105,7	122,7	16,5	27,6%	729
2000	Standard	-	-	113,9	111,6	15,5	23,7%	951
	3%	1,5%	80%	113,3	112,9	15,6	24,0%	942
		3,5%	50%	113,0	113,8	15,5	24,2%	938

		3,5%	80%	112,3	116,5	15,6	24,8%	916
		7,5%	30%	112,7	114,2	15,3	24,4%	941
		7,5%	50%	111,8	118,1	15,5	25,2%	910
		7,5%	80%	110,4	124,2	15,8	26,5%	864

Nous avons également synthétisé ces résultats dans le graphique suivant qui selon le niveau de circulation en voiture et le besoin de financement, montre à la fois le cheminement rendu possible par ces différents scénarios de péage ("scénario 1, 2 et 3") et les réductions considérables du déficit des transports publics obtenues dès la mise en place du scénario 2 ("péage scénario 1, 2 et 3").



Niveau de circulation et besoin de financement des transports publics à l'horizon 2000 selon les différents scénarios de péage

En termes de lutte contre la congestion par modération du trafic routier, les scénarios 1 et 2 ont un impact limité : ils ne font que peu baisser à l'horizon le niveau de déplacements en voiture, ils permettent de dégager environ 1% de part de marché en plus pour les transports publics et d'économiser quelques dizaines de millions de francs par an. Ces résultats montrent que ces scénarios n'ont d'utilité que s'ils sont prolongés ultérieurement par des scénarios du type 3. Notons toutefois que le scénario 2 présente par le produit du péage une grande potentialité d'économie.

Le scénario 3 considéré avec un report de 7,5% et une reprise par les transports publics limitée à 30% est défavorable : en effet la vitesse commerciale du réseau baisse par rapport à la "politique standard", la demande de déplacements en voiture particulière est plus élevée que dans le cas d'un report de 3,5% des déplacements. Ce résultat avait déjà été mis en évidence dans nos précédents travaux (Raux & Tabourin, 1992), il s'explique par le fait que ces déplacements en voiture particulière s'effectuant en périphérie vont congestionner ce type d'espace, provoquant une dégradation des conditions d'exploitation des bus de surface dans ces zones. L'alternative de reprise par les transports publics est efficace, puisque dès un niveau de reprise de 50% de ces reports, le déficit annuel est réduit d'environ 40MioFF/an, la

demande en voiture particulière baisse de 2 points et la part de marché des transports publics augmente de 1,5%. Le scénario le plus performant est bien sûr le scénario 3 dans son hypothèse haute avec reprise de 80% des déplacements : ces déplacements repris peuvent être calculés à partir des 24.188 déplacements en voiture estimés en report en 1985 et en comptant les aller-retour, environ 50.000 passagers par jour qui représentent moins de 10% du total des déplacements en transports collectifs en 1985 ; ce surplus semble donc largement récupérable par le réseau actuel sans investissement majeur. Enfin sur le plan financier, le produit du péage dans le cas du scénario 3 permet de revenir à un niveau de déficit de l'ordre de celui de 1991, si ce n'est inférieur.

Ces remarques soulignent également que le péage urbain ne doit pas être utilisé dans le simple but de réorienter la demande en voiture particulière vers d'autres espaces, mais qu'il faut mettre en place une alternative modale performante pour reprendre ces déplacements. C'est le seul moyen d'éviter de créer par ricochet de la congestion ailleurs que dans les zones où l'on cherche à maîtriser le système de déplacements.

## **Conclusion**

L'objet de cette communication était d'évaluer les potentialités de l'introduction progressive du péage urbain pour, à la fois modérer la croissance des déplacements en voiture particulière et financer le développement des transports publics comme alternative modale performante.

Nous pensons avoir clairement argumenté sur le fait que le péage urbain ne peut être utilisé comme un instrument isolé même s'il présente l'avantage par rapport aux autres mesures de modération du trafic de dégager en même temps des ressources financières. Il doit être mis en oeuvre dans le cadre d'une stratégie coordonnée, incluant les mesures de détournement du trafic de transit hors agglomération, des incitations physiques ou tarifaires à utiliser les rocades de contournement pour les échanges à l'intérieur de l'agglomération, des actions sur le stationnement et des mesures de modération du trafic intra-quartiers. La solution est à rechercher dans un subtil dosage de tarification et de réglementation. Elle est aussi bien sûr à chercher dans des réformes institutionnelles permettant de planifier de manière cohérente une réelle intermodalité de type "transports urbains" incluant chaque mode avec ses avantages : la voiture flexible et adaptée dans les espaces peu denses, les transports collectifs plus efficaces dans les zones de haute densité, sans parler de la marche à pied et des... deux-roues.

Enfin l'estimation sur le cas de Lyon, des impacts du seul péage urbain, présenté sous forme de scénarios progressifs, a montré les potentialités d'un tel cheminement, stratégique pour la maîtrise par l'agglomération lyonnaise du devenir de son système de transports. Il semble tout à fait possible d'"amorcer la pompe" en commençant par un péage limité à l'hypercentre, là où la bonne qualité de l'offre en transport public peut justifier un tel péage. Le produit de ce premier scénario de péage peut servir à enclencher une dynamique d'amélioration de l'offre en transport public, et de changement des comportements modaux par les signaux tarifaires et de gestion envoyés par les autorités organisatrices des transports. L'avantage évident d'une telle progressivité de l'introduction du péage est, en procédant à des expérimentations limitées au départ, de dédramatiser le débat autour du péage urbain.

Car il reste bien sûr à faire rendre acceptable un scénario de maîtrise des déplacements tels que nous l'avons conçu, à expliquer qu'il ne s'agit pas d'interdire la ville aux citoyens mais de modérer l'accès en centre-ville en voiture particulière et d'essayer de garantir la liberté d'entrer en ville, en offrant un réel choix du mode de déplacement : cette liberté risque d'être gravement menacée par des mesures drastiques d'interdiction d'accès en voiture prises sous l'urgence, en cas par exemple d'alerte à la pollution, comme c'est le cas dans de grandes villes

européennes. Ce n'est pas selon nous comme cela que l'on pourra garantir un fonctionnement économique et social efficace de la ville.

---

## Références

- ANDAN (O.), FAIVRE d'ARCIER (B.), 1992, "La périurbanisation va-t-elle accroître la congestion ?", Communication à la 6ème WCTR, Lyon, Juin 1992.
- BONNAFOUS (A.), 1992, Structures démographiques et comportements sociaux. Rapport introductif au symposium de la CEMT 1992 sur "La croissance des transports en question", LET, 37p, 1992.
- ELSE (P.K.), 1986, No entry for congestion taxes ?. *Transportation Research A*, Vol 20, n° 2, 1986.
- GOODWIN (P.B.), 1988, Evidence on car and public transport demand elasticities 1980-1988, TSU Ref 427, Oxford, June 1988.
- JONES (P.M.), 1989, The restraint of road traffic in urban areas. Objectives, options and experiences. Transport Studies Unit, Oxford. Rees Jeffreys' Discussion Paper 3. Oct 1989.
- JONES (P.), HARVEY (S.), 1992, "Urban road pricing : dealing with the issue of public acceptability - A UK perspective. in *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*, éditions du PPSH, à paraître, 1992, Lyon.
- LE NIR (M.), ROUTHIER (J.L.), TABOURIN (E.), 1992, Massification des flux et migrations alternantes. Application au bassin d'emploi de l'agglomération lyonnaise. Communication à la 6ème WCTR, Lyon, Juin 1992.
- LEE-GOSSELIN (M.), 1992, Vers la simulation du choix des usagers d'un système de péage urbain. in *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*, éditions du PPSH, à paraître, 1992, Lyon.
- MASSOT (M.-H.), 1991, "Le rôle de l'offre en transport en commun urbain sur leurs usages dans les villes sans site propre", Communication à la 6ème Conférence Internationale sur les comportements de déplacements, Québec, 22-23-24 mai 1991.
- MAY (A.D.), 1986, Traffic restraint : a review of alternatives. *Transportation Research A*, Vol 20, n° 2, pp 109-121, 1986.
- MOGRIDGE (M.J.H.), Road pricing : the right solution for the right problem ? *Transportation Research A*, Vol 20, n° 2, 1986.
- MORRISON (S.A.), 1986, A survey of road pricing. *Transportation Research A*, Vol 20, n° 2, 1986.
- PAPON (F.), 1991, Les "routes de première classe" : une tarification différenciée de la circulation en agglomération pour en améliorer l'efficacité économique de manière socialement équitable. Thèse d'Université, Paris, INRETS, Avril 1991.
- POLAK (J.), JONES (P.M.), 1991, Assessing traveller responses to road pricing options, Communication à 6ème Conférence IATB, Québec, Mai 1991.
- RAUX (C.), ANDAN (O.), 1988, Les analyses des comportements de mobilité individuelle quotidienne, une synthèse bibliographique. Rapport pour le SERT, LET, Lyon Juillet 1988
- RAUX (C.), TABOURIN (E.), 1992, Congestion et crise du financement des transports à Lyon : vers un péage urbain ?. in *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*, éditions du PPSH, à paraître, 1992, Lyon.

Tableau n° 5 : Estimations des reports de déplacements de voitures particulières selon les différents scénarios de péage

		Temps + Essence (FF)	Parking (FF)	Total base (FF)	Surcoût parking (FF)	Surcoût péage (FF)	Total surcoût (FF)	%report élast. 1	% report élast. 2	Véhicules concernés (EM 1985)		Report élasticité 1 (EM 1985)	Report élasticité 2 (EM 1985)	%report élast. 1 Lyon- Villeurb.	%report élast. 2 Lyon- Villeurb.	%report élasticité 1 aller-retour	%report élasticité 2 aller-retour
<b>Scénario 1</b>																	
Hypercentre	Min	40	10	50	-	10	10	-6,0%	-10,0%	49264	Max	-6634	-11057	-1,1%	-1,9%	-2,0%	-3,4%
	Max	43	20	63	-	10	10	-4,8%	-7,9%	49264	Min	-5469	-9115	-0,9%	-1,5%	-1,6%	-2,7%
Rive Gauche	Min	40	5	45	5	-	5	-3,3%	-5,6%	110356							
	Max	43	10	53	5	-	5	-2,8%	-4,7%	110356							
<b>Scénario 2</b>																	
Hypercentre + Rive-Gauche	Min	40	10	50	-	10	10	-6,0%	-10,0%	114224	Max	-6853	-11422	-1,2%	-1,9%	-2,2%	-3,4%
	Max	43	20	63	-	10	10	-4,8%	-7,9%	114224	Min	-5439	-9065	-0,9%	-1,5%	-1,6%	-2,7%
<b>Scénario 3</b>																	
de ext Lyon vers Hypercentre + RG	Min	40	10	50	-	15	15	-9,0%	-15,0%	59452	Max	-14513	-24188	-2,5%	-4,1%	-4,5%	-7,4%
	Max	43	20	63	-	15	15	-7,1%	-11,9%	59452	Min	-11935	-19891	-2,0%	-3,4%	-3,6%	-6,1%
de ext Lyon vers Reste Lyon	Min	40	5	45	-	10	10	-6,7%	-11,1%	112783							
	Max	43	10	53	-	10	10	-5,7%	-9,4%	112783							
du Reste lyon vers Hypercentre + RG	Min	40	10	50	-	5	5	-3,0%	-5,0%	54772							
	Max	43	20	63	-	5	5	-2,4%	-4,0%	54772							

Méthodologie des calculs :

Les tarifs de base d'un déplacement en voiture particulière incluent :

- la valeur du temps du déplacement : d'après les données de l'Enquête-Ménage 1985, le temps moyen de déplacement des voitures particulières s'établit à plus de 17 minutes, que nous avons arrondi à 20 minutes. La valeur du temps a été estimée à 90FF de l'heure, soit 30FF pour un déplacement.

- le prix du carburant est estimé selon deux fourchettes haute (moyenne de 20km par déplacement, 12 litres/100km, 5,65FF/l, soit environ 13FF) et basse (10km par déplacement, 15 litres/100km, 5,65FF/l, soit environ 8,5FF arrondis à 10FF).

Les pourcentages de report des véhicules affectés par les scénarios de péage sont estimés selon les deux élasticités basse (-0,3) et haute (-0,5) soient respectivement les "%Report élasticité 1" et "%Report élasticité 2". Ces pourcentages sont ensuite affectés aux véhicules concernés par ces scénarios, calculés à partir des données de l'Enquête-Ménage 1985. Ces reports calculés en nombres de véhicules sont d'abord rapportés au nombre total de déplacements de véhicules particuliers en 1985 à destination de l'ensemble Lyon-Villeurbanne (soient 590.617 déplacements de véhicules particuliers). Puis pour intégrer les conséquences sur le choix modal dans la chaîne des déplacements, nous multiplions ce taux par 1,8 correspondant à une estimation de 80% de déplacements effectués par aller-retour.

Sensibilité des résultats aux paramètres : cette sensibilité a été testée séparément selon différentes valeurs du temps et pour montrer la part que représente le renforcement du stationnement sur la Rive-Gauche dans le scénario 1.

Sensibilités	Scénarios	%reports minimum	%reports maximum
Valeur du temps 100 FF/h	Scénario 1	-1,6%	-3,1%
	Scénario 2	-1,6%	-3,2%
	Scénario 3	-3,4%	-6,8%
Valeur du temps 70 FF/h	Scénario 1	-1,8%	-4,0%
	Scénario 2	-1,8%	-4,0%
	Scénario 3	-4,1%	-8,6%
Sans renforcement du stationnement dans le scénario 1	Scénario 1	-0,7%	-1,4%