

## LA CONGESTION ET SES COÛTS

Rémy Prud'homme  
(Université de Paris XII)

Février 1999

La pensée dominante relative à la congestion routière affirme que les coûts de la congestion en Europe sont considérables, qu'ils augmentent sans cesse, et qu'ils sont une externalité à internaliser de toute urgence. Ces affirmations sont en fait à rejeter ou à nuancer.

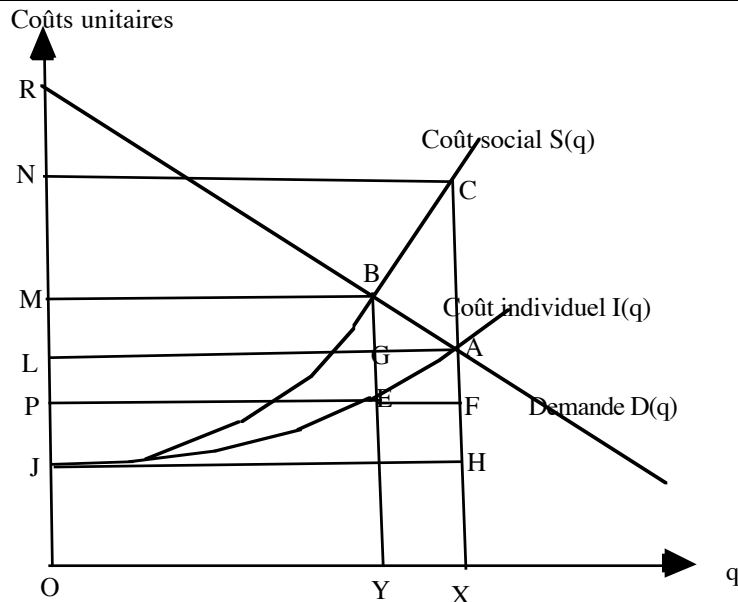
### *La notion de congestion*

Avant d'aborder le problème de la mesure des coûts de la congestion, un petit détour sur la nature du phénomène de congestion n'est pas inutile. On distinguera l'approche des ingénieurs de trafic de celle des économistes.

Les ingénieurs de trafic, qui étudient le trafic routier depuis longtemps, ont bien analysé les relations entre trois grandeurs: la vitesse ( $v$ ) à laquelle les véhicules circulent sur une route; la densité ( $q$ ) de véhicules sur cette route, c'est-à-dire le nombre de véhicules par kilomètre de route, ou de voie; et le flux de véhicules ( $f$ ), c'est à dire le nombre de véhicules par heure. Ils ont établi ce que chacun sait d'expérience, que la vitesse est inversement proportionnelle à la densité : plus il y a de véhicules sur une route, et moins on roule vite. Comme le flux est le produit de la vitesse par la densité, le flux est une fonction quadratique de la vitesse, ou de la densité. Il y a donc une vitesse  $v_i$ , et une densité associée  $q_i$ , pour lesquelles le flux est maximal. Pour les ingénieurs, ce flux maximal, qui dépend des caractéristiques de la route, mais pas de la demande d'utilisation de la route, est particulièrement désirable.

Les économistes s'appuient sur cette approche technique, mais l'enrichissent en introduisant la demande d'utilisation de la route. Un diagramme n'est pas inutile pour présenter cette approche. Considérons la Figure 1, dans laquelle la quantité d'utilisation de la route est représentée en abscisse, et le coût unitaire de cette utilisation en ordonnées.

**Figure 1 - Congestion routière**



$D(q)$  est une courbe de demande qui représente la demande pour l'utilisation de la route en fonction du coût unitaire d'usage de la route, en francs par véhicule-km. L'élément le plus important de ce coût, c'est le coût du temps nécessaire pour conduire un km sur notre route. La courbe nous dit l'évidence : plus le coût unitaire d'utilisation est élevé, et moins il y a d'automobilistes prêts à utiliser la route.

$I(q)$ , qui ressemble à une courbe d'offre, est le coût supporté par un automobiliste. Quand l'automobiliste est seul sur la route (quand  $q=0$ ), et donc qu'il route vite, ce coût est J. Quand le nombre de véhicules sur la route augmente (quand  $q$  augmente), la vitesse se réduit, le temps nécessaire pour faire un km augmente, et  $I(q)$  augmente.

Un équilibre va être atteint en A, là où  $I(q)$  coupe  $D(q)$ , avec X véhicules sur la route et un coût unitaire de L. A ce point, l'automobiliste marginal supporte un coût égal au bénéfice marginal qu'il tire de l'utilisation de la route. Au-delà, il supporterait un coût plus grand que le bénéfice qu'il retirerait, et ne voudrait donc pas utiliser la route.

Malheureusement, cet équilibre "naturel" n'est pas optimal. On le voit facilement lorsque l'on considère  $S(q)$ , le coût social créé par un véhicule en fonction de l'utilisation de la route. Ce coût social est égal au coût individuel  $I(q)$  supporté par le conducteur, augmenté du coût que notre véhicule fait perdre à tous les autres en les ralentissant (et qui n'est rien d'autre que la dérivée de  $I(q)$  multipliée par  $q$ ; on a donc  $S(q)=I(q)+I'(q)*q$ ). La solution optimale pour la société est obtenue au point B, où  $s(q)$  intersecte  $D(q)$ , et qui correspond à  $Y$  véhicules sur la route et un coût social unitaire  $M$ . au-delà de  $Y$  véhicules, un véhicule supplémentaire engendre un coût social plus grand que le bénéfice social qu'il crée. C'est bien ce qui se passe lorsqu'il y a  $X$  véhicules sur la route : le coût social engendré par le dernier véhicule est  $XC$ , alors que le gain social est seulement  $XA$ .

Trois ou quatre conclusions importantes ressortent de cette analyse.

La première est que la quantité d'utilisation "naturelle" est pratiquement toujours plus grande que la quantité "optimale" –sauf peut-être lorsqu'il y a très peu de monde sur la route et que la courbe de demande intersecte les courbes de coûts lorsqu'elles sont confondues.  $X$  est toujours plus grand que  $Y$ . En d'autres termes, les routes sont presque toujours congestionnées. Elles le sont seulement plus ou moins.

Deuxièmement, la notion de quantité optimale d'utilisation d'une route implique la notion de congestion optimale. L'objectif des politiques ne doit pas être "d'éliminer" la congestion –un objectif qui n'a pas de sens puisqu'il y aura toujours quelque congestion– mais de chercher à atteindre le niveau optimal de congestion.

Troisièmement, la quantité optimale d'utilisation de la route  $Y$  (et le niveau de congestion optimal associé) est une fonction de la demande d'utilisation de la route. Si cette demande augmente, la courbe  $D(q)$  se déplace vers la droite, et on voit que la quantité optimale d'utilisation de la route augmente. La quantité optimale d'utilisation ou si l'on préfère la congestion optimale n'est pas la même à l'heure de pointe et à l'heure creuse. De la même façon, une modification de l'élasticité-prix de la demande, représentée par un changement de la pente de la courbe  $D(q)$  entraîne un changement de la congestion optimale.

Quatrièmement, une amélioration ou un élargissement de la route, qui va déplacer vers la droite les courbes de

coût, va entraîner à la fois une augmentation de la quantité optimale d'utilisation et une augmentation de la vitesse –dans l'hypothèse d'une stabilité de la courbe de demande.

On voit la différence entre l'approche de l'ingénieur de trafic et l'économiste : alors que le premier définit l'utilisation optimale d'une route en fonction de ses seules caractéristiques (l'utilisation qui engendre le flux maximal), l'économiste définit l'utilisation optimale d'une route en fonction de ses caractéristiques et aussi de la demande d'utilisation (l'utilisation qui maximise l'utilité de la route pour une demande donnée).

### *La notion de coûts de la congestion*

Cette analyse éclaire les différentes notions de coûts de la congestion utilisées ou utilisables. Elles impliquent toutes une comparaison entre la situation (de congestion) qui prévaut effectivement avec une situation de référence plus ou moins explicite.

La première, que l'on appellera "naïve", prend comme situation de référence la situation qui prévaudrait si la route était vide. On compare le temps effectivement passé sur la route avec le temps qui aurait été passé si tous les véhicules avaient roulé à la vitesse maximale ; la différence est appelée temps "perdu", et ce temps perdu est valorisé avec une valeur du temps. Dans le langage de la Figure 1, cette approche définit les coûts de la congestion comme le produit de  $L \cdot J$  par  $X$ , c'est-à-dire comme  $JLAH$ . Cette approche est celle qui est le plus communément employée pour valoriser les coûts de la pollution. Elle a servi à la Commission européenne pour estimer que ces coûts représentaient environ 2% du PIB dans les pays de l'Union (CEE, 1995).

Il est facile de voir qu'elle n'a guère de sens. La situation de référence n'est nullement désirable. Les routes ne sont pas construites pour rester vides. De plus, la situation de référence est en elle-même contradictoire, puisqu'il n'est physiquement pas possible d'avoir à la fois  $X$  véhicules sur la route et une vitesse correspondant au coût unitaire  $J$ . Parler de temps ainsi "perdu" dans la congestion est tout à fait abusif. Si je mets pour aller à mon travail, ce qui est assez habituel dans la région parisienne, un quart d'heure en voiture le dimanche matin (sur une route vide), deux quarts d'heure en voiture en semaine, trois quarts d'heures en métro, et cinq quart d'heures en bicyclette, pourquoi dire que je "perds" un quart d'heure chaque jour ? Pourquoi ne pas dire que je

"gagne" un quart d'heure par rapport au métro, ou trois quart d'heure par rapport à la bicyclette ?

Une deuxième approche, qu'on appellera "économique", prend comme situation de référence la situation optimale, celle qui correspond au point B et à la quantité Y d'utilisation de la route. Elle définit le coût de la congestion comme ce que la société "perd" à être dans la situation d'équilibre naturel plutôt que dans la situation optimale, en A plutôt qu'en B, avec X voitures au lieu de Y voitures sur la route. Ce coût est la différence entre l'utilité associée à la situation optimale (la plus grande possible, par définition) et l'utilité associée à la situation effective. Dans le langage de la Figure 1, ce coût est représenté par le surplus associé à B (PRBE) moins le surplus associé à A (LRA) ; il est facile de voir que cette différence est égale à PLGE-GBA ; on montre qu'elle est également égale à l'aire BCA. Le coût de congestion ainsi défini est un vrai coût économique et réaliste. Pour une route donnée et une demande donnée, il est ce que la société perd à ne pas être à l'optimum —à ne pas réduire l'utilisation de la route de X-Y véhicules.

Une troisième approche est parfois utilisée, qu'on baptisera "fiscale". Elle prend aussi la situation optimale comme situation de référence. Comment atteindre cette situation, comment réduire l'utilisation de la route jusqu'à l'utilisation optimale ? En bonne théorie, la meilleure méthode consiste à imposer une taxe pour l'usage de la route à tous les automobilistes. Plus cette taxe sera élevée, et moins nombreux seront les usagers. Il y a forcément un niveau de taxe pour lequel la quantité d'utilisation est justement la quantité optimale recherchée. La Figure 1 montre qu'une taxe égale à EB produit ce résultat. Lorsqu'il y a Y véhicules sur la route, chaque utilisateur supporte un coût kilométrique égal à YB (YE, le coût en temps et en argent qui prévaut lorsqu'il y a Y véhicules, plus EB la taxe qu'il paye) ; les automobilistes pour qui l'utilité associée à l'usage de la route est inférieure à YB vont donc renoncer à utiliser la route. Une telle taxe est souvent appelée "internalisante", parce qu'elle met à la charge de l'automobiliste ("internalise") le coût qu'il inflige aux autres automobilistes en utilisant la route.

Le produit de cette taxe est égal au montant de la taxe multiplié par le nombre d'automobilistes qui restent sur la route et qui payent la taxe. Dans le langage de la Figure 1, ce produit est égal à PMBE. Certains auteurs, et notamment la Commission Européenne, ont présenté ce produit comme une mesure du coût de la congestion. Une

telle position n'est pas défendable. Elle confond le moyen (la taxe internalisante) et la fin (la réduction de la congestion à son niveau optimal). Le gain économique à attendre de l'imposition de la taxe n'est pas égal au produit de la taxe.

Il est facile de voir que le coût économique de la congestion est inférieur et au coût naïf de la congestion, et au coût fiscal de la congestion. Dans le langage de la Figure 1, le coût naïf excède le coût économique de l'aire JPEBAH, et le coût fiscal excède le coût économique de l'aire LMBA.

#### *L'estimation des coûts de la congestion*

On a essayé d'estimer, sur le cas de l'agglomération parisienne, les coûts économiques de la congestion ainsi définis.

L'enjeu est important parce que, en dépit de l'importance de la congestion, du nombre des discours qu'elle suscite, et de l'ampleur des politiques qui cherchent à la contraindre, les études qui chiffrent son coût sont très rares. La Commission européenne, qui les a recensées, n'en a guère trouvé que deux. Elle a trouvé des estimations, conduites sur le cas de la France, selon la méthode "naïve", qui comparaient les temps de déplacements effectifs avec les temps de déplacement sur routes vides, et faisaient apparaître un nombre d'heures qui valorisées à 80 F par heure représentaient environ 2 % du PIB (Bouladon 1980, Quinet 1994. Elle a trouvé également des études plus sophistiquées, conduites sur le cas du Royaume-Uni par David Newberry (1990), qui estimaient le produit des taxes internalisantes nécessaires pour conduire à une situation optimale à un montant également proche de 2% du PIB. David Newberry lui-même, qui est un économiste fin et rigoureux, n'a jamais considéré ce produit fiscal comme un coût économique de la congestion ; mais la Commission n'a pas voulu ou pu ou su faire cette distinction. S'appuyant sur ces deux estimations, elle a conclu que le coût économique de la congestion en Europe pouvait être estimé à 2% du PIB. Neil Kinnock, le commissaire chargé des Transports, a cité ce chiffre dans tous les pays d'Europe. Ce chiffre a été repris dans chacun des pays, et notamment en France, dans toutes sortes de documents officiels.

Il était pourtant facile de voir que ces chiffres étaient peu crédibles. Dans un pays comme la France, 2% du PIB font à peu près 160 GF (milliards de francs) par an. Si ce chiffre correspondait à la réalité, il justifierait

des investissements routiers de 1.600 GF —environ cinq fois le stock d'autoroutes dont nous disposons actuellement— qui, à n'en pas douter élimineraient la congestion, rapporteraient 160 GF par an et seraient donc rentables à un taux de rentabilité immédiate de 10%. L'absurdité de la conclusion infirme la prémisse du raisonnement.

La nécessité de produire des estimations nouvelles des coûts de la congestion est donc grande. Le cas de l'agglomération parisienne (appelée Paris dans ce qui suit) se prête bien à cet effet. Tout d'abord, Paris est, d'assez loin, la plus importantes concentration d'hommes et d'activités de l'Europe. En termes de PIB, Paris est la troisième agglomération du globe (après Tokyo et New York, à égalité avec Los Angeles et Osaka, avant Londres). Le PIB de Paris est plus élevé que celui des Pays-Bas. Si les coûts de la congestion sont modestes à Paris, ils le sont, ou peuvent l'être, n'importe où ailleurs dans le monde. Ensuite, les mesures de la congestion relevées par la gendarmerie nationale (bien discutables en soi, mais cohérentes sur l'ensemble du territoire) conduisent à penser que 80% de la congestion en France a lieu à Paris. Des estimations relatives à Paris permettront donc des extrapolations raisonnables à l'ensemble de la France.

Trois études distinctes ont été conduites sur le cas de Paris. Elles s'inspirent toutes les trois du modèle représenté par la Figure 1.

La première considère l'agglomération toute entière comme une grande route (Prud'homme 1999). La quantité d'utilisation est mesurée en millions de véhicules\*km par jour, et elle est connue. La vitesse moyenne effective est également connue, ainsi que la vitesse maximale (sur routes vides). En postulant une valeur du temps (80 F/heures/véhicule), on définit la situation d'équilibre (le point A de la Figure 1). On fait une hypothèse sur l'élasticité de la demande de déplacement (qui passe par A) pour calculer la pente de la droite de demande, qui est ainsi déterminée. On estime l'équation de la courbe  $I(q)$  du coût unitaire individuel en fonction de l'utilisation du réseau, puis par dérivation, l'équation de la courbe  $S(q)$  du coût unitaire social en fonction de l'utilisation du réseau. On en déduit la quantité d'utilisation optimale de ce réseau, et le coût économique de la congestion, ce que la société perd à dépasser cette quantité optimale. On en déduit également le montant de la taxe unitaire qui permettrait d'atteindre cet optimum, ainsi que le produit de cette taxe.

Les résultats de cette analyse sont les suivants :

- L'utilisation optimale du réseau est inférieure de 14% au niveau actuel d'utilisation. En d'autres termes, il serait désirable d'éliminer 14% des véhicules\*km effectivement parcourus.
- Le gain associé à cette élimination, qui mesure le coût économique de la congestion actuelle, est de 2,5 GF, représentant 0,12% du PIB de Paris.

Ces résultats sont-ils crédibles ? On peut montrer qu'ils sont assez peu sensibles à l'hypothèse faite sur l'élasticité de la demande. Ils varient également avec la valeur du temps choisis : une valeur plus faible entraîne un coût de congestion plus faible. La critique la plus sérieuse porte sur le caractère agrégé de l'analyse. Traiter Paris comme une seule route, sur laquelle des véhicules roulent à une "vitesse moyenne", c'est faire bon marché des non-linéarités qui sont l'essence du phénomène de congestion, même si nos courbes de coûts unitaires ne sont pas linéaires. On peut donc craindre une sous-estimation des coûts de la congestion. On notera cependant que le modèle utilisé donne pour la définition naïve des coûts de la congestion un chiffre de 36 GF et pour la définition fiscale un chiffre de 33 GF, représentant respectivement 1,8% et 1,7% du PIB de Paris, c'est-à-dire des chiffres proches des estimations proposées par la CE, ce qui est assez rassurant sur le réalisme du modèle utilisé. Néanmoins, le caractère agrégé du modèle jette un certain doute sur sa crédibilité.

C'est pourquoi une deuxième étude, désagrégée, a été conduite sur le cas du périphérique parisien (Prud'homme & Sun 1999). Les 35 km du périphérique sont la voie la plus importante d'Europe en termes de trafic. Toujours selon la gendarmerie, la congestion sur le périphérique représente 36% de la congestion dans l'agglomération parisienne, ce qui autorisera quelques extrapolations. Surtout, le trafic sur le périphérique est très bien connu. On dispose des données relatives à la densité (la quantité de véhicules), la vitesse, et le flux pour chaque tronçon de 500 mètres et chaque période de 6 minutes. Nous avons utilisé les données relatives au mois de juin 1997, pour mettre en œuvre le modèle représenté par la Figure 1. Les coûts de congestion ont été estimés pour chaque classe de vitesses (de 5km/ à 10 km/h, de 10 km/h à 15 km/h, etc.). La relation entre vitesse et densité a été estimée sur l'ensemble des points disponibles. Les courbes de demande varient selon la classe de vitesse puisque c'est justement la demande qui définit la vitesse. Pour chaque classe de

vitesse, on calcule donc la vitesse optimale, la densité optimale, le flux optimal, et le coût économique de ne pas être à cette situation optimale. Les résultats obtenus sont les suivants.

- La densité optimale, c'est-à-dire l'utilisation optimale, est toujours inférieure à l'utilisation effective, d'un pourcentage qui varie de 15-20% lorsque la demande est très forte à 20-25% lorsque la demande est forte à 10% ou moins lorsque la demande est moins forte.
- Le coût économique de la congestion sur le périphérique, obtenu en sommant le coût calculé pour chaque classe de vitesse, est égal à 0,6 GF. Ce chiffre peut être prudemment extrapolé à l'ensemble de l'agglomération. Le périphérique représente 8% du trafic total et 36% des embouteillages de l'agglomération, ce qui met les coûts de congestion pour l'agglomération dans une fourchette de 1,7 à 7,5 Gf. Une fourchette plus restreinte de 3-4 GF semble un ordre de grandeur raisonnable. Cette estimation représente 0,15-0,20% du PIB de Paris.

Une troisième étude, également désagrégée, et toujours à l'aide du même modèle, a été entreprise sur l'agglomération parisienne (Prud'homme & Sun 1999). Elle a reposé sur les données de l'enquête nationale de transport de 1996-94, qui ont permis, pour l'agglomération parisienne, de distinguer 45 catégories de déplacements en combinant l'heure et l'espace (Tison 1997). Pour chacune de ces catégories, on dispose de la vitesse et de la quantité (en véhicules\*km) de trafic. On établit, catégorie spatiale par catégorie spatiale, des relations quantité-vitesse, que l'on utilise pour estimer l'équation des courbes de coûts unitaires propres à chaque catégorie spatiale. On calcule ensuite, pour chacune des 45 catégories de déplacements, la vitesse et la quantité optimale, ainsi que le coût de congestion. Les résultats font apparaître :

- Que, pour toutes les catégories, il y a, par rapport à la situation optimale, un peu trop de véhicules : de 1% à 20% de véhicules en trop, selon l'intensité de la demande.
- Que les coûts de la congestion associés s'élèvent au total à 2,7 GF, ce qui représente 0,13% du PIB de Paris.

Au total, les trois études, qui utilisent pourtant des données totalement différentes, convergent assez bien. Elles font apparaître des coûts de la congestion pour l'agglomération parisienne voisins de 3 GF, représentant 0,15% du PIB de cette agglomération. On est loin des 2% proposés par la CE -pour des pays tout entiers, pas pour la principale agglomération d'un pays. Ces estimations restent fragiles. Le modèle utilisé simplifie la réalité - comme tout modèle. On peut penser que la forme linéaire de la relation densité-vitesse retenue ou estimée n'est pas la seule forme concevable, et que d'autres formes également plausibles donneraient d'autres résultats. Le modèle rend également mal compte des phénomènes d'hypercongestion qui peuvent se produire. D'autres travaux seront nécessaires pour compléter, enrichir, contredire, ceux qui sont présentés ici. Mais en attendant, il semble raisonnable de substituer le chiffre de 0,15% au 2% de la CE comme estimation des coûts économiques de la congestion.

#### *Implications de politique*

Les analyses qui précèdent ne sont pas sans implications pour la politique économique.

Elles permettent d'abord de condamner les conclusions hâtivement tirées par certains des estimations antérieurement publiées : puisque les coûts de la congestion représentent 2% du PIB des pays européens, et que la congestion est une externalité, internalisons ces coûts en faisant payer aux automobilistes des taxes, par exemple sur les carburants, égales à ce montant. Ce raisonnement est inacceptable pour au moins quatre raisons. Premièrement, il exagère grossièrement les coûts de la congestion. Deuxièmement, il ignore le fait que les coûts de la congestion varient -considérablement- dans le temps et dans l'espace, et une politique globale n'a aucun espoir de résoudre un problème local. Troisièmement, il fait comme si les automobilistes n'étaient pas déjà imposés. Quatrièmement, il confond une externalité imposée par les automobilistes à l'ensemble du pays, comme l'externalité de pollution, avec une externalité imposée par les automobilistes à eux-mêmes, une externalité en quelque sorte interne aux automobilistes, la congestion.

Elles éclairent les propositions de tarification au coût marginal de la congestion. Ces propositions consistent à faire payer à l'automobiliste le coût que sa présence inflige à tous les autres automobilistes, coût qui varie selon le lieu et l'heure. Dans le langage de la Figure 1, ce coût est la taxe internalisante EB. En principe, cette proposition est correcte, et de nature à

nous conduire à l'optimum. En pratique, elle est difficile, sinon impossible, à mettre en œuvre. Tout d'abord, il faut connaître à chaque instant et en chaque lieu le montant de cette taxe internalisante, et trouver le moyen de le facturer à chaque automobiliste. Deuxièmement, il faut que le système de tarification, et le message qu'il transmet, restent suffisamment simples pour être compris par les automobilistes, et modifier leur comportement optimalement; on sent bien que des compromis et des simplifications seront nécessaires, qui nous éloigneront sûrement de l'optimum. Troisièmement, le fait que le produit de la taxe soit plusieurs fois plus élevé que le gain économique qui la justifie n'est pas sans poser problème. Quatrièmement enfin, le caractère régressif d'une telle mesure n'en facilite pas l'adoption.

Finalement, les analyses présentées ici suggèrent que la problème de la congestion n'est peut-être pas aussi grave qu'il en a l'air. Il est psychologiquement très pénible d'être pris dans un embouteillage, et de rouler à 30 km/heure avec une machine qui *pourrait* rouler à 120 km/heure. Mais elle ne le pourrait que si nous étions seuls sur la route, ce qui serait économiquement désastreux pour la collectivité qui a financé la route. Le choix réaliste, compte tenu de la demande, c'est : ou bien d'éliminer 10% des automobilistes et permettre aux à ceux qui restent de rouler à 35 km/heure; ou bien ne rien faire; ou bien élargir la route. Dans beaucoup de cas, les deux dernières solutions ne sont pas les plus mauvaises.

## References

Bouladon, Gabriel (1980), "Coûts et avantages globaux des automobiles et des véhicules utilitaires dans les pays de l'OCDE", OCDE, Paris, 1980, pp.315-56

Commission of the European Communities. 1995. *Towards Fair and Efficient Pricing in Transport - Policy Options for Internalising the External costs of Transport in the European Union*. Brussels. Mimeo. 51p. (COM(95)691 final

Mauch, Samuel, and Werner Rothengatter, et al. (1995) *External Effects of Transport - Project for UIC Paris*. International Union of Railways (UIC), Paris, 1995, 345 p.

Newbery, David M. (1990), "Pricing and congestion: Economic principles relevant to pricing roads", *Oxford Review of Economic Policy*', Vol 6 (2), 22-38, reprinted as ch 13 in R. Layard, and S. Glaister (eds.) *Cost-Benefit*

*Analysis* (2nd ed), Cambridge: CUP ISBN 0-521-46128-6, 1994. pp.396-417

Prud'homme, R. 1999. "Les coûts de la congestion dans la région parisienne". *Revue d'Economie Politique*. 109 (4), pp. 425-441.

Prud'homme, R. et al. 1999. *Notre système de transport actuel est-il durable? Is Our Present Transport system Sustainable?* Paris. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées. 91 & 83p.

Prud'homme, R & Sun, Yue-Ming. 1999. (pour le PREDIT) "Trois essais sur la congestion et son coût"Créteil. L'ÉIL/IUP. Polygr. 49p.

Quinet, Émile (1994) "The Social Costs of Transport: Evaluation and Links with Internalisation Policies", in: OECD-ECMT (1994) *Internalising the Social Cost of Transport*, Paris, 1994, pp. 31-75.

Royal Commission on Environmental Pollution. 1994. *Transport and the environment*. 18<sup>th</sup> Report. HMSO. London. Cm 2674.

Tison, O. 1997. "Une évaluation globale de la congestion à partir de l'enquête transport". *Recherche, Transport Sécurité*, n° 57, pp. 53-66