



OEIL Observatoire de l'Économie et des Institutions Locales
IUP — Université de Paris XII — 94000 CRÉTEIL CEDEX
Tél: (33 1) 4517 1154 — Fax (33 1) 4517 1155—

1688

LES COUTS DE LA CONGESTION DANS LA REGION PARISIENNE

Rémy Prud'homme

Mars 1998

LES COÛTS DE LA CONGESTION DANS LA REGION PARISIENNE

I — INTRODUCTION

Nous avons tous quelque expérience de la congestion routière. Quand, sur une route donnée, le nombre de véhicules dépasse un certain seuil, les véhicules commencent à se gêner. La vitesse décroît. Le temps passé sur la route augmente. Le coût de ce temps aussi. La congestion a donc un coût économique.

Ce coût de la congestion a correctement été identifié comme une externalité au début des années soixante, en particulier par feu William Vickrey (1963) et par Allan Walters (1961). D'autres externalités sont associées à l'existence et à l'usage des routes: le bruit, la pollution de l'air locale, le réchauffement de la planète, les nuisances esthétiques, les accidents. Certains ajoutent à cette liste le coût des infrastructures. Au cours des années récentes, ces externalités associées au transport ont fait l'objet de nombreuses analyses et rapports, en particulier en Europe. Les deux plus importantes études sur la question sont sans doute le Livre Vert de la Commission Européenne publié en 1996 (EC 1996) et le rapport en préparation de la Task Force de la Conférence Européenne des Ministres des Transports sur le « Coût Social des Transports » (ECMT 1997). On peut aussi citer pour la France l'important Rapport Boiteux (Boiteux 1994) ou pour le Royaume-Uni le Rapport de la Commission Royale sur la pollution de l'environnement (Royal Commission 1994), ainsi qu'un important travail de recherche financé par l'Union Internationale des Chemins de Fer (Mauss & Rothengather 1995).

Un certain consensus se dégage de tous ces travaux. Ils suggèrent que les externalités du transport sont considérables, comme le montre le tableau 1, et que les externalités de congestion sont parmi les plus importantes —en fait, les plus importantes, si l'usage des infrastructures n'est pas considéré comme créant une externalité. L'ordre de grandeur généralement accepté pour les externalités de congestion en Europe est d'environ 2% du PIB. C'est le chiffre retenu dans le Livre Vert de la Commission Européenne, constamment répété par M. Kinnock, le Commissaire responsable des transports, et qui est maintenant plus ou moins officiellement accepté par la plupart des pays européens. L'importance de ce chiffre ne doit pas être sous-estimée. Aussi bien au niveau de la Communauté qu'au niveau de chacun des pays, d'importantes mesures de politique économique sont préparées ou prises sur la base de ce chiffre.

Tableau 1 - Estimations généralement acceptées de l'importance des externalités du transport en Europe de l'Ouest

	(en % du PIB)
Infrastructure	2.3
Congestion	2.0
Accidents	1.5
Effet de serre	0.7
Pollution de l'air	0.4
Bruit	0.2
Total	7.1

Sources: Les estimations relatives à la congestion, les accidents, la pollution de l'air et le bruit sont extraites de Economic Commission 1995, p. 3; l'estimation pour les infrastructure provient de ECMT 1997, p. 161; l'estimation pour l'effet de serre est extraite de ECMT 1997, p. 128, citant Mauss and Rothengather 1995.

Cet article essaye de montrer que l'estimation des coûts de congestion de 2% du PIB est économiquement sans signification, parce qu'elle repose sur des définitions (implicites) indéfendables des coûts de la congestion ou sur des confusions entre différentes approches du phénomène. Le véritable coût de la congestion en Europe de l'Ouest, qui n'est pas négligeable pour autant, est beaucoup plus faible. La section II présente et discute différentes façons de définir la congestion et les coûts de la congestion. La section III présente des estimations de ces différents « coûts de la congestion » sur le cas important de l'agglomération parisienne —qui constitue, et de loin, la plus importante concentration d'hommes et d'activités de toute l'Europe. Les chiffres ainsi produits ont des implications pour la politique économique qui sont présentées dans la section IV.

II — LA DEFINITION DE LA CONGESTION ET DES COUTS DE LA CONGESTION

A - Les deux analyses classiques du phénomène de congestion

Avant de présenter et de discuter les différentes approches utilisées ou utilisables pour définir et mesurer les coûts de la congestion, il est utile (pour les non-spécialistes) de reprendre rapidement les deux analyses classiques du phénomène: celle des ingénieurs et celle des économistes

Les ingénieurs de trafic ont depuis longtemps analysé les relations qui existent entre trois grandeurs: la vitesse (σ) à laquelle les véhicules roulent sur une route donnée, mesurée en km/heure; la densité (q) des véhicules sur cette route, mesurée en nombre de véhicules par km; et le flux (ϕ) de véhicules, défini comme le nombre de véhicules qui passe en un point par heure. Ils ont établi les équations suivantes:

$$\sigma = f(q)$$

$$\phi = \sigma * d = g(\sigma) = h(q)$$

$\sigma = f(q)$ a été étudiée empiriquement, et se trouve être à peu près linéaire:

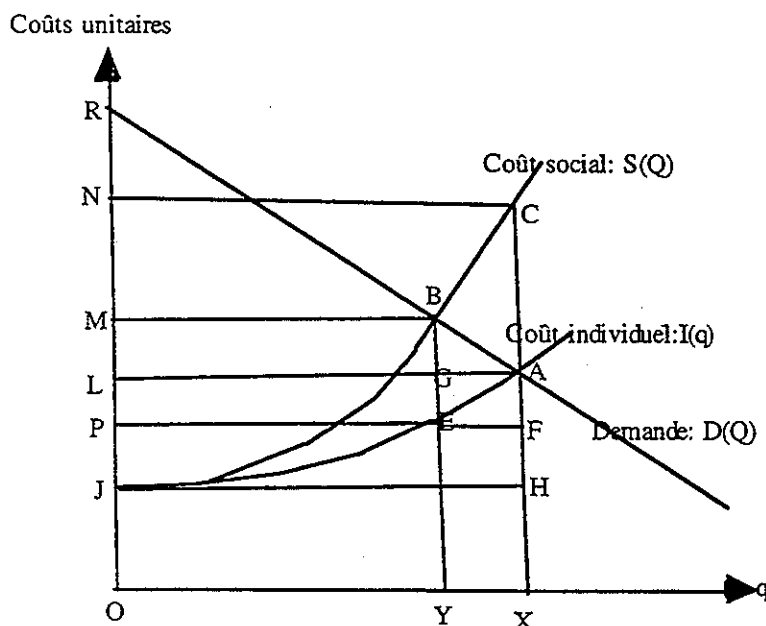
$$\sigma = \sigma_0 - \delta * q$$

avec σ_0 la vitesse lorsqu'il n'y a personne sur la route (quand $q=0$), et δ un coefficient. σ_0 et δ varient avec le type de route.

Il est facile de voir que le flux est une fonction quadratique de la vitesse ou de la densité. Il s'ensuit qu'il y a une certaine vitesse σ^0 , et une certaine densité q^0 qui lui est associée, qui maximisent le flux ϕ^0 . Pour les ingénieurs de trafic, ce flux maximal, qui ne dépend que des caractéristiques de la route, est particulièrement désirable.

Les économistes s'appuient sur cette analyse, mais l'enrichissent par la prise en compte de la demande d'utilisation de la route. La Figure 1 représente la quantité d'utilisation de la route en abscisse et le coût unitaire d'utilisation de la route en ordonnée.

Figure 1 - Congestion routière



$D(q)$ est une courbe de demande qui représente l'utilisation de la route en fonction du coût unitaire d'utilisation, exprimée en francs par véhicule-km. La composante principale de ce coût est le coût en temps, la valeur du temps nécessaire pour parcourir un kilomètre.

$I(q)$, que l'on peut considérer comme une courbe d'offre, est le coût par kilomètre supporté par le conducteur. Quand le conducteur est seul sur la route (quand $q=0$) ce coût est J , le coût de fonctionnement du véhicule plus le coût en temps à la vitesse maximale. Lorsque le nombre des véhicules sur la route augmente (lorsque q augmente), la vitesse diminue, le temps nécessaire pour faire un km augmente, et $I(q)$ augmente.

Un équilibre est atteint en A, le point où $I(q)$ et $D(q)$ se rencontrent, avec X véhicules sur la route et un coût unitaire égal à L . A ce point, le conducteur marginal supporte un coût égal au bénéfice qu'il retire de l'usage de la route. Au delà de ce point, il supporterait un coût plus élevé que le bénéfice retiré, et il n'aurait pas de raison de vouloir utiliser la route.

Cet équilibre naturel est malheureusement sous-optimal. On le voit aisément lorsque l'on considère $S(q)$, le coût social unitaire causé par un véhicule en fonction de l'usage de la route. Ce coût social est égal au coût individuel $I(q)$ augmenté du temps perdu par tous les autres véhicules du fait de la présence sur la route de notre véhicule. La différence entre $S(q)$

et $I(q)$ est une externalité de congestion. Le point B, où $D(q)$ et $S(q)$ se rencontrent, avec Y véhicules sur la route, et un coût unitaire de M , indique la solution optimale pour la société. Au delà de ce point, un véhicule supplémentaire cause un coût social supplémentaire plus grand que le bénéfice social supplémentaire qu'il engendre. Cette solution optimale peut être atteinte au moyen d'une intervention politique telle que, par exemple, une taxe égale à EB , qui aura pour effet de réconcilier le coût privé et le coût public.

Deux ou trois conclusions découlent de cette analyse classique. La première est que la quantité « naturelle » d'utilisation d'une route est presque toujours plus grande que la quantité optimale: X est plus grand que Y . En d'autres termes, il y a presque toujours congestion. Il en va autrement seulement lorsque la courbe de demande intersecte la courbe d'offre dans sa partie horizontale.

La deuxième est que cette analyse se rapporte à une route ou une infrastructure donnée. Une amélioration de l'infrastructure s'analyse comme un déplacement vers la droite de $I(q)$ et de $S(q)$, et donc comme une augmentation des quantités d'utilisation routière naturelle et optimale X et Y , associée à une réduction des coûts unitaires L et M .

La troisième est que la quantité optimale Y d'utilisation d'une route donnée est une fonction de la demande d'utilisation. Si la demande augmente, la courbe $D(q)$ se déplace vers la droite, et avec elle la quantité optimale d'utilisation. C'est bien ce qui se passe pour une route donnée au cours d'une journée. De la même façon, si la pente de la courbe de demande diminue, c'est-à-dire si l'élasticité de la demande par rapport au prix augmente, la quantité optimale d'utilisation de la route va également augmenter. Cette dernière observation souligne la différence entre l'approche de l'ingénieur et celle de l'économiste: l'ingénieur définit l'utilisation optimale de la route en fonction des seules caractéristiques de la route, cependant que l'économiste se réfère à la fois aux caractéristiques de la route et à la demande d'utilisation de la route.

B — Cinq définitions des coûts de la congestion

Tout le monde est d'accord sur les analyses du phénomène de congestion présentées ci-dessus. Mais le consensus s'arrête là. Il ne concerne pas la définition de la congestion, ce qui est assez curieux compte-tenu de l'importance du phénomène. Au moins cinq définitions peuvent être, et sont en pratique, utilisées. Chacune d'entre elle s'appuie, plus ou moins explicitement, sur une « situation de référence », définie par une certaine vitesse et une certaine quantité d'utilisation de la route, à laquelle on « compare » la situation d'équilibre qui prévaut.

Une première approche, que l'on pourrait appeler l'approche *naïve*, considère que la situation de référence est la route vide et la vitesse (σ_0) à laquelle on roule sur cette route vide. On compare ensuite le temps effectivement passé par les véhicules avec le temps que ces mêmes véhicules passeraient s'ils roulaient à cette vitesse σ_0 . Ce temps est baptisé « temps perdu », multiplié par une valeur du temps, et présenté comme une mesure des coûts de la congestion. Sur la Figure 1, ce coût de congestion C_1 est la surface $JLAH$.

Cette approche naïve, qui est en pratique la plus utilisée, est très peu convaincante. Les routes ne sont pas construites pour être vides, et la situation de référence n'est en aucune façon optimale ou même désirable. La notion de temps « perdu » est vide. Pourquoi comparer le temps effectivement passé par les passagers avec le temps qu'ils passeraient sur une route vide, plutôt qu'avec le temps qu'ils passeraient dans les transports en commun, ou le temps qu'ils passeraient à bicyclette? De plus, la situation de référence est incohérente puisqu'elle combine un nombre X de véhicules avec une vitesse qui correspond à un nombre zéro de véhicules.

La seconde approche, que l'on qualifiera d'**arbitraire**, prend comme situation de référence une vitesse définie comme « acceptable », par exemple 50 km/h sur une route non urbaine. Quand la vitesse du trafic tombe au dessous de ce seuil, la situation est réputée être une situation de congestion. Les coûts de congestion sont alors définis comme la différence entre la valeur du temps effectivement passé, et la valeur du temps qui serait passé si le trafic s'écoulait à cette vitesse acceptable. Ce cas n'est pas représenté sur la Figure 1, mais on peut imaginer un point K localisé quelque part entre J et P, et prendre la surface $KL*LA$ comme mesure de ce coût de congestion.

Cette approche est un peu moins absurde que la précédente. Elle est cependant inacceptable, parce qu'elle est doublement arbitraire. Il est arbitraire de comparer le temps effectivement passé au temps qui serait passé si la vitesse était différente (et de baptiser cette différence: temps perdu), et cela l'est en particulier lorsque la vitesse de référence est elle-même arbitraire.

La troisième approche est **technique**. C'est celle de l'ingénieur de trafic. Elle prend comme situation de référence la vitesse (σ^o) associée au flux maximal sur la route considérée. Quand la vitesse effective est inférieure à cette vitesse optimale, la route est réputée congestionnée. Les coûts de congestion sont de nouveau égaux à la différence entre la valeur du temps effectivement passé par les véhicules et la valeur du temps que ces véhicules auraient passé s'ils roulaient à cette vitesse σ^o . La situation n'est pas non plus représentée sur la figure 1, mais on peut imaginer un point K' voisin de P, et considérer l'aire $K'L*LA$ comme une mesure du coût de la congestion

Cette approche est moins inacceptable que les précédentes, parce que la situation de référence n'est pas arbitraire. Mais cette approche reste peu satisfaisante, parce qu'elle ignore complètement la demande d'utilisation de la route. Cependant, pour une route donnée, la demande varie, et avec elle la vitesse, et le trafic désirable. La définition des coûts de la congestion doit prendre en considération ce que les usagers sont prêts à payer pour utiliser la route, c'est-à-dire la courbe de demande.

Une quatrième approche, que l'on appellera **semi-économique**, prend comme situation de référence la situation économiquement optimale, c'est-à-dire le point B de la Figure 1. Comme on l'a vu, ce point peut être atteint au moyen d'une taxe internalisante EB. La différence entre le niveau optimal d'utilisation de la route (Y) et le niveau effectif d'utilisation (X) peut être considérée comme un indicateur de congestion: c'est la quantité d'utilisation « excessive »-excessive par rapport à la situation optimale- ou si l'on préfère la quantité d'utilisation à éliminer pour atteindre l'optimum. Le produit de la taxe internalisante qui nous conduirait à cet optimum est égal au montant unitaire de la taxe (EB) par le nombre optimal de véhicule, c'est à dire $C4 = PMBE$. Ce produit est parfois considéré comme une mesure du coût de la congestion.

Bien à tort. La situation de référence utilisée est certainement adéquate. Mais le produit de la taxe n'est pas une mesure du coût de la congestion. Il indique ce qu'il faut faire payer aux véhicules pour réduire le trafic jusqu'au niveau optimal, au niveau qui maximise le surplus économique et qui élimine l'externalité de congestion. Mais prendre le produit de la taxe de congestion comme une mesure du coût de la congestion, c'est confondre le moyen (la taxe internalisante) avec la fin (l'élimination de l'externalité).

La dernière approche est l'approche **économique**. Elle part de la même situation de référence que l'approche semi-économique et utilise le même indicateur de congestion, la différence entre X et Y. Mais elle définit le coût de la congestion comme le coût économique supporté par la société lorsque l'utilisation de la route est X plutôt que Y. Dans le langage de la Figure 1, il peut être calculé de deux façons différentes mais équivalentes. L'une est l'aire BCA. L'autre est la différence entre le surplus associé à B et le surplus associé à A:

$$C5 = BCA$$

$$C5 = PRBE - LRA = PLGE - GBA$$

Le coût de la congestion ainsi défini est un coût économique véritable et réaliste. Il est le prix que nous payons pour ne pas être à l'optimum, pour avoir X-Y véhicules de trop sur la route.

Le Tableau 2 présente ces différentes approches.

Tableau 2 - Approches des coûts de la congestion

Approches	Vitesse de référence	Définition des coûts de la congestion	Mesure des coûts de la congestion
Naïve	Vitesse sur route vide	Valeur du temps « perdu »	C1 = JLAH
Arbitraire	Vitesse « acceptable »	Valeur du temps « perdu »	C2: non indiqué sur la Fig. 1
Technique	Vitesse qui maximise le trafic	Valeur du temps « perdu »	C3: non indiqué sur la Fig. 1
Semi-économique	Vitesse qui maximise le surplus	Produit de la taxe internalisante	C4 = PMBE
Economique	Vitesse qui maximise le surplus	Perte de surplus	C5 = PLGE - GBA

C - Comparaison des types de coûts de la congestion

Les estimations de coûts de la congestion les plus utilisées, et en particulier celles du Livre Vert de la Commission de l'Union Européenne, sont les estimations naïves et semi-économiques. En fait, il y a peu d'estimations originales des coûts de la congestion en Europe. La plupart des chiffres cités ont leur origine dans des estimations proposées par Quinet (1990) pour la France, et par Newbery (1988, 1990) pour le Royaume-Uni. Les estimations de Quinet, qui s'appuient elles-mêmes sur des calculs de Bouladon (1980) déjà anciens, sont produits selon l'approche naïve. Les estimations plus sophistiquées de Newbery se réfèrent à l'approche semi-économique. Elles sont des estimations du produit de la taxe internalisante désirable. Elles sont bien présentées comme telles par Newbery, qui est un économiste trop subtil pour confondre le produit de la taxe avec le coût de la congestion que la taxe élimine. Mais ces chiffres ont été transformés en coûts de congestion par des lecteurs moins attentifs. Le chiffre de 2% mis en avant par la Commission n'est donc pas une estimation significative des coûts de la congestion en Europe. Il est au mieux une estimation de ce qu'une taxe internalisante éliminant les externalités de congestion produirait, C4, ou une estimation de la valeur du temps prétendument « perdu » dans les embouteillages ou ralentissements existants, C1, comme si le trafic devait être parfaitement fluide sur toutes les routes tout le temps.

Comment se comparent ces coûts avec les véritables coûts de congestion C5, ceux qui pourraient en théorie être éliminés par une politique appropriée? On en le sait pas exactement. Ce qui est sûr, et que montre la Figure 1, c'est que C5 est nécessairement plus petit que C1 ou C4. C5 est plus petit que C1 de l'aire JPEGAH, et plus petit que C4 de l'aire LMBA. Le rapport C4/C5 est certainement supérieur à 1.

Quel est-il en réalité? Des recherches complémentaires sont nécessaires pour le dire. Le rapport C4/C5 varie avec le type de route, la vitesse initiale, et l'élasticité de la demande. Quelques estimations provisoires suggèrent que ce rapport est probablement élevé. David Newbery (1997) dans une note non publiée, arrive à des ratios qui vont de 5 (pour une route urbaine, avec une vitesse de 11 km/h) à 10 (pour une voie à grande circulation avec une vitesse de 80 km/h). Un calcul effectué pour une voie à grande vitesse produit des ratios

allant de 2 (avec une vitesse de 20 km/h et une élasticité-prix de la demande de -0,4) à plus de 5 (avec une vitesse de 60 km/h et la même élasticité prix). C'est en partie pour jeter un peu de lumière supplémentaire sur cette importante question qu'une étude sur les coûts de la congestion dans l'agglomération de Paris a été entreprise.

III - L'ESTIMATION DES COÛTS DE LA CONGESTION A PARIS

Cette section propose une estimation des différents types de coûts de la congestion (C1, C4 et C5) dans l'agglomération de Paris pour l'année 1991, une année pour laquelle on dispose de bonnes données sur les vitesses de déplacement des véhicules et sur les quantités de déplacements. Avec près de 11 millions d'habitants et un PIB de plus de 2.000 milliards de Francs (G Francs), Paris ainsi défini est de loin le plus grand centre urbain européen. En termes de PIB, Paris est l'un des plus grands centres du globe (le troisième, après Tokyo et New York, et à égalité avec Osaka et Los Angeles). On peut donc s'attendre à ce que le rapport des coûts de la congestion au PIB soit aussi élevé, ou plus élevé, à Paris que nulle part ailleurs en Europe, à niveaux d'infrastructures routières comparables.

A - Le Modèle utilisé

Le modèle utilisé s'appuie sur diagramme de la Figure 1, avec:

q = la quantité de transport un jour ordinaire (en véhicules-km);

τ = la valeur du temps (en Franc/véhicule/heure);

σ = la vitesse de déplacement des véhicules (en km/h)

σ_0 = la vitesse des véhicules lorsque $q=0$ (en km/h);

σ_X = la vitesse des véhicules lorsque $q=X$ (en km/h);

ε = l'élasticité-prix de la demande de déplacement;

α = la pente de la courbe de demande

β = l'ordonnée à l'origine de la courbe de demande;

χ = le coût d'utilisation d'un véhicule par km (en Francs/km);

δ = le coefficient de la relation quantité-vitesse.

On a:

$$\sigma = \sigma_0 - \delta * q$$

$$D(q) = \beta - \alpha * q$$

$$I(q) = \chi + \tau / \sigma$$

$$\beta = (D / q) * (1 / \varepsilon)$$

$$I(q) = \chi + \tau / (\sigma_0 - \delta * q)$$

$$S(q) = I(q) + I'(q) * q$$

$$S(q) = \chi + \tau / (\sigma_0 - \delta * q) + \tau * \delta / (\sigma_0 - \delta * q)^2$$

L'intersection de I(q) et de D(q) détermine A (L,X). L'intersection de S(q) et de D(q) détermine B (M,Y). L'intersection de I(q) et de BY détermine E (P,Y). L'intersection de LA et de BY détermine G (L,Y).

Lorsque l'on a les coordonnées des points P, L, G, E, G, B, A, il est facile de calculer les coûts de congestion C5, C1 C4:

$$C5 = PLGE - GBA = Y * (L-P) - 0,5 * Y * (M-L)$$

$$C1 = (M-J) * X$$

$$C4 = (M-P) * Y$$

B - Les données

Pour l'agglomération de Paris, on dispose, à partir d'une enquête de transport réalisée par la Direction Régionale de l'Équipement de l'Île de France auprès d'environ 20.000 ménages, des informations nécessaires pour mettre en oeuvre ce modèle. Six données seulement sont d'ailleurs nécessaires.

(1) X, la quantité d'utilisation des routes à Paris pour un jour de semaine; en 1991, X = 104 m. véhicules-km;

(2) σX , la vitesse effective moyenne; en 1991, $\sigma X = 16,3$ km/heure. Ce chiffre peut sembler bas, mais il est trompeur. La vitesse est définie ici comme la distance cartésienne entre l'origine et la destination, divisée par le temps total nécessaire pour aller de l'origine à la destination, y compris le temps d'accès au (et depuis le) véhicule. Cette définition exagère le temps et diminue la distance, si l'on ose dire. La vitesse à laquelle les véhicules se déplacent effectivement sur les routes de la région parisienne est en moyenne beaucoup plus élevée.

(3) σ_0 , la vitesse lorsque les routes sont vides; cette vitesse, calculée de la même façon que la précédente, est $\sigma_0 = 21,4$ km/heure.

(4) τ , la valeur du temps, est estimé à $\tau = 80$ Francs/heure.

(5) ε , l'élasticité prix de la demande n'est pas connu avec une grande précision. Sur la base de l'élasticité de la demande pour les déplacements interurbains, qui est bien connue en France, et d'un survol de la littérature internationale sur le sujet, on a retenu $\varepsilon = -0,8$

(6) χ , le coût de fonctionnement unitaire d'un véhicule, hors valeur du temps, est estimé à $\chi = 1,1$ Franc/km

C - Les calculs

1) δ est calculé à partir de $\sigma = \sigma_0 - \delta * q$. Pour $q = X = 104$, $\sigma_X = 16,3$. On en tire: $\delta = 0,05$.

2) $I(q)$ s'écrit alors:

$$I(q) = 1,1 + 80 / (21,4 - 0,05 * q)$$

3) $S(q)$ devient:

$$S(q) = 1,1 + 80 / (21,4 - 0,05 * q) + 80 * 0,05 / (21,4 - 0,05 * q)^2$$

4) L est la valeur de $I(q)$ pour laquelle $q = 104$: $L = 6$ Francs/véhicule-km.

5) α peut être calculé; en A on a:

$$\alpha = (6/104) * (1 - 0,8) = -0,072$$

6) β (ou M) peut également être calculé; en A, on a :

$$6 = \beta - 0,072 * 104.$$

On en tire: $\beta = 13,5$

7) $D(q)$ s'écrit alors:

$$D(q) = 13,5 - 0,072 * q$$

8) Y est la valeur de q pour $S(q) = D(q)$. Elle est calculée par essai et erreur (avec un tableur, il faut deux minutes pour faire ce calcul): $Y = 89,4$ m. véhicule-km.

9) M est la valeur de $D(q)$ pour laquelle $q = Y = 89,4$:

$$M = 13,5 - 0,072 * 89,4 = 7,06 \text{ Francs/véhicule-km}$$

10) P (l'ordonnée du point E) est la valeur de $I(q)$ pour laquelle $q = Y = 89,4$:

$$P = 1,1 + 80 / (21,4 - 0,05 * 89,4) = 5,82 \text{ Francs/véhicule-km}$$

11) PLGE est le produit de $L - P$ par Y :

$$PLGE = (6,00 - 5,82) * 89,4 = 16,1 \text{ m. Francs/jour}$$

12) GBA est la moitié du produit de $M - L$ par $X - Y$:

$$GBA = 0,5 * (7,06 - 6,00) * (104 - 89,4) = 7,7 \text{ m. francs/jour}$$

13) Le coût de la congestion $C5$ est alors:

$$C5 = 16,1 - 7,7 = 8,4 \text{ m. Francs/jour}$$

et, si l'on considère que la congestion est limitée à 300 jours par an:

$$C5 = 8,4 * 300 = 2,5 \text{ G Francs/an}$$

14) La taxe de congestion γ qui serait nécessaire pour réduire l'utilisation de la voirie de son niveau actuel X au niveau optimal Y:

$$\gamma = M - P = 7,06 - 5,82 = 1,24 \text{ Francs/véhicule-km}$$

15) C4, ou MBEP, le produit de cette taxe de congestion, est:

$$C4 = \text{MBEP} = (M-P) * Y = 1,24 * 89,4 = 110 \text{ m. Francs/jour}$$

soit, sur une base annuelle:

$$C4 = \text{MBEP} = 110,9 * 300 = 33,2 \text{ G Francs/an}$$

16) C1, ou JLAH, le « temps perdu » est:

$$C1 = \text{JLAH} = (L-J) * X = (6-4,80) * 104 = 120 \text{ m. Francs/jour}$$

soit par an::

$$C1 = \text{JLAH} = 120 * 300 = 36 \text{ G Francs/an}$$

Résultats

Les principaux résultats de cet exercice sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3 - Estimations des coûts de la congestion, Paris, 1991

	In G.Francs	in % of PIB
PIB de Paris	2,000	100
C5 = Coût économique de la congestion	2,5	0,12
C4 = Taxe de congestion	33,2	1,66
C1 = Coût du temps « perdu »	36,0	1,80

Notre modèle des coûts de la congestion produit une estimation de 2,5 milliards de Francs pour les coûts de la congestion dans l'agglomération parisienne en 1991, représentant 0,12% du PIB de l'agglomération. Le modèle utilisé sous-estime probablement ces coûts parce qu'il traite l'ensemble de l'agglomération comme une entité homogène du point de vue de la congestion, comme si Paris était une seule et immense route. Il s'agit là d'une simplification, qui peut avoir de l'importance dans un domaine où les non-linéarités sont nombreuses et essentielles. D'un autre côté, on notera que ce ratio de 0,12% du PIB est obtenu pour Paris, ce qui suggérerait un ratio beaucoup plus petit pour l'ensemble de la France, alors que le ratio de 2% PIB communément admis se rapporte à des pays (européens) entiers.

Le même modèle produit pour le montant de la taxe de congestion qui éliminerait ce coût de la congestion une estimation d'environ 33 milliards de Francs. L'idée qu'une seule taxe, identique pour toutes les routes de l'agglomération et pour toutes les heures de la journée, serait nécessaire, est également une simplification discutable. Mais il est intéressant de noter que le montant de cette taxe —le coût de la congestion selon l'approche semi-économique— représente environ 1,7% du PIB de l'agglomération, un chiffre qui se

rapproche du 2% habituellement cité. La différence entre le coût en temps actuellement passé et le coût en temps qui prévaudrait si chaque véhicule était le seul sur les routes, ce que nous avons appelé l'approche naïve des coûts de la congestion, s'élève, selon notre modèle, à 36 milliards de Francs, soit 1,8% du PIB de Paris, un nombre encore plus proche du 2% habituel. Voilà qui semble confirmer que les estimations généralement acceptées des « coûts de la congestion » sont soit des estimations du produit de la taxe internalisante nécessaire, soit des estimations du prétendu « temps perdu ».

Ces calculs produisent une estimation du ratio de la taxe internalisante au coût économique de la congestion d'environ 13, sensiblement plus élevé que ce qui est suggéré par d'autres études. Ce ratio doit être accepté avec beaucoup de prudence. Il dépend bien entendu du cas considéré, des valeurs retenues pour les paramètres du modèle, et aussi des simplifications du modèle, et ne doit être compris que comme une première approximation. Mais les résultats obtenus suggèrent que ce ratio peut-être, et dans beaucoup de cas, est, plutôt élevé.

IV - IMPLICATIONS

L'analyse présentée a d'importantes implications pour la politique des transports.

Tout d'abord, elle montre que les véritables coûts de la congestion en Europe occidentale sont bien moins élevés —peut-être dix fois moins élevés— que ce qui est habituellement et officiellement affirmé. Il est bien exact que la congestion est une externalité, et que, en l'absence de politiques correctives, l'utilisation des routes ne sera pas optimale. Il y a bien une perte de bien-être associée à une politique de non-intervention dans ce domaine. Mais cette perte de satisfaction, le coût de la congestion, reste relativement modeste.

Deuxièmement, l'internalisation désirable ne sera pas, en pratique, complète. On l'a souvent dit, pour atteindre leurs objectifs, les politiques d'internalisation devraient varier dans le temps et dans l'espace, parce que la congestion, et les coûts de la congestion, varient, et beaucoup, dans le temps et dans l'espace. L'idée que les coûts de la congestion dans une ville ou un pays représentent un certain montant —2% comme l'affirme la Commission Economique Européenne, ou beaucoup moins comme on a tenté de le montrer— et que ces coûts devraient être supportés par les automobilistes, au moyen d'une taxe kilométrique ou au moyen d'une augmentation du coût de l'essence ou d'un droit à utiliser les routes urbaines, est inacceptable. Ce qu'il faudrait, ce sont des taxes internalisantes sur mesures, fonction de la congestion là et quand elle se produit. De telles taxes sont pour le moment techniquement impossibles à mettre en oeuvre, même s'il est vrai que le progrès technique les rendra sans doute praticables dans les décennies à venir. En attendant, dans le futur proche, l'internalisation ne sera ou ne serait que partielle. Dans le cas de l'agglomération parisienne, par exemple, et en supposant que notre estimation de 2,5 milliards est correcte, il n'est pas réaliste d'imaginer que des taxes internalisantes puisse réduire ce coût de la congestion de plus de 1,5 ou 2 milliards de Francs.

Troisièmement, il faut bien se demander s'il est raisonnable d'imposer une taxe de 10 Francs pour éliminer 70% ou 80% d'un coût de 1 ou 2 Francs. En termes strictement économiques, la réponse est: oui. Une taxe est un transfert, pas un coût économique, et rien en principe n'empêche une taxe internalisante d'être accompagnée par la réduction d'autres taxes, comme par exemple l'impôt sur les carburants. Mais en termes d'économie politique, il en va tout autrement. Il sera bien difficile, pour ne pas dire impossible, de convaincre les automobilistes qu'il devraient payer 10 francs pour économiser moins de 1 ou 2 Francs en coûts de congestion. Bien peu croiront qu'une diminution des autres impôts routiers sera introduite —et dans la plupart des cas, ils n'auront pas tort. Ils s'opposeront à un impôt qui aura un coût net pour la grande majorité d'entre eux. Confronté à une externalité, le réflexe d'un économiste est bien entendu d'introduire une taxe internalisante pour éliminer cette

externalité —et l'auteur de ces lignes a longtemps plaidé dans ce sens dans le cas de la congestion comme de la pollution. Mais l'examen du ratio du montant de la taxe au montant de l'externalité conduit à remettre en cause ce réflexe. Lorsque ce ratio atteint 15 ou 10 ou même 5, comme cela semble bien être le cas en matière de congestion urbaine, la taxation internalisante cesse d'être un instrument adapté.

Quatrièmement, il faut aussi s'interroger sur les conséquences redistributives d'une taxe sur la congestion. Pour ceux qui continueront d'utiliser la route, l'impôt de congestion s'analyse comme une dépense supplémentaire en argent associée à un gain de temps. Pour ceux qui ont une valeur du temps élevée, la valeur du temps gagné sera plus importante que le surprix payé, et ils seront bénéficiaires. Mais tous les autres automobilistes seront perdants. Ceux qui sont écartés de la route le sont par définition: ils préféreraient utiliser leur voiture avant l'introduction de la taxe. La plupart de ceux qui continueront d'utiliser la route sont aussi perdants, parce que la valeur qu'ils attachent à leur temps est telle que la valeur du temps qu'ils économisent est moins grande que la taxe qu'ils payent. Il est vrai que la valeur du temps dépend des déplacements autant que des individus. Le pauvre qui conduit sa mère malade à l'hôpital a une valeur du temps élevée. Mais le riche a pour presque tous ses déplacements une valeur du temps élevée. Statistiquement, une valeur du temps élevée est associée à un revenu élevé. Les bénéficiaires de la taxe de congestion sont donc principalement les riches. Le péage internalisant est donc foncièrement régressif.

IV - CONCLUSION

Ce papier a essayé de porter un regard neuf sur le problème de la congestion et de sa mesure. Il est remarquable qu'un problème aux implications politiques aussi importantes soit aussi peu étudié, et que les définitions communément acceptées de la congestion et des coûts de la congestion résistent aussi mal à l'analyse. Lorsque les coûts de la congestion sont définis d'une façon économiquement significative —comme ce qu'il en coûte à la société de ne pas utiliser les routes d'une façon optimale— les coûts de la congestion apparaissent relativement modestes, quelque chose comme dix fois plus faibles que les fameux 2% du PIB mis en avant par la Commission Economique Européenne. Telle est la conclusion d'une étude conduite sur le cas de l'agglomération parisienne, la plus importante agglomération européenne. Bien entendu, cette étude ne prétend pas être définitive, et mériterait certainement d'être reprise avec plus de détails, et complétée par d'autres analyses sur d'autres cas. Une conséquence imprévue de l'analyse est que la taxe de congestion, chère au coeur des économistes, bien que désirable en théorie pure, semble peu attrayante en pratique.

Références

- Boiteux, Marcel (1994) (Groupe présidé par). *Transports: pour un meilleur choix des investissements*. Paris. La Documentation Française. 132p.
- Bonafous, Alain (1992) "Transport et 4 types d'externalités" *Économie & Statistiques* n°258-9, Oct Nov 92
- Bonafous, Alain, *Transports: pour une cohérence stratégique*, Commissariat Général du Plan, Paris, Septembre 1993, 189 p.
- 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
- Bouladon, Gabriel (1991), "La mobilité en zone urbaine, : Apprendre l'économie de transport" Document diffusion restreinte, Direction de l'Environnement, CEMT, OCDE, Paris, 1991, 48 p.

- Button, Kenneth J. (1992) *Les défaillances du marché et des gouvernements dans la gestion de l'environnement — Le cas des transports*, OECD, Paris, 1992, 102 p.
- Button, Kenneth J. (1994) "Vue de l'ensemble de l'internalisation des coûts sociaux du transport" in OCDE & CEMT (1994), *Internaliser les coûts sociaux des transports*, Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) OCDE, Paris, 1994, 211p.
- Derycke, Pierre-Henri (1997) *Le péage urbain*, Paris, Economica, 205p.
- Dron, Dominique et Cohen de Lara, M. (1995a) *Pour une politique soutenable des transports - I Synthèse et recommandations*, Ministère de l'Environnement - Cellule Prospective & Stratégie, Juillet 1995, 93 p.
- Dron, Dominique et Cohen de Lara, M. (1995b) *Pour une politique soutenable des transports - II Enjeux et moyens*, Ministère de l'Environnement - Cellule Prospective & Stratégie, Juillet 1995, 217 p.
- Eskeland, Gunnar S. (1996) *Rationing Can Backfire: The "Day Without Car" in Mexico City*, WPS 1554, The World Bank, Washington.
- ECMT/OECD (1995), "Evaluation of the External Costs of Road Transport and the Consequences of Internalising Them - French Transport Case Study", Paris, 1995.
- ECMT (forthcoming 1998) *Projet de rapport de la Task Force sur les coûts sociaux des transports*, unpublished draft, March 1997, 304p.
- European Commission (1995) *Towards Fair and Efficient Pricing in Transport - Policy Options for Internalising the External Costs of Transport in the European Union - Green Paper*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, COM(95)691 final (ISBN 92-77-99209-3), 51p
- Eurostat (1993) *Transport Annual Statistics 1970-1990*, Office des publications des Communautés Européennes, Luxembourg, 245 p.
- INRETS-SETRA (1996), *Evaluation monétaire des impacts des transports sur l'environnement*, INRETS, Avril 1996, 126p.
- INSEE & Ministère de l'Équipement (1995), *Les comptes des transports en 1994*, Économie générale n° 113 - INSEE-Résultats n°409, juillet 1995, INSEE, Paris, 178 p.
- INSEE & Ministère de l'Équipement (1996), *Les Transports en 1995*, Économie générale n° 134 - INSEE Résultats n° 484, Juillet 1996, INSEE Paris, 181 p.
- Maddison, David, et al. *The True Costs of Road Transport*, Earthscan Publications, London, 240p.
- 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.
- McWilliams, Douglas (1996?) *Taxing Road Users in the UK*, Center for Economics and Business Research (CEBR) study prepared for the Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd., London, 30p.
- 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.
- Newbery, David M. (1989), "Cost recovery from optimally designed roads", *Economica*, n°56, pp.165-85.
- Newbery, David M. (1995), *Reforming road taxation*, The Automobile Association, October 1995, 33p.
- Newbery, David M. (1994), "The case for a public road authority", *Journal of Transport Economics and Policy*, XXVIII (3), September, pp.235-53. ; also in Minutes of

- Evidence, Transport Committee Fifth Report Charging for the Use of Motorways, Vol II, 74-87 HC 376-(II)
- Newbery, David M. (1988), "Road user charges in Britain", *The Economic Journal*, n°98, pp.161-76.
- Newbery, David M., G.A. Hughes, W.D.O. Paterson and E. Bennathan (1988), *Road transportation taxation in developing countries: The design of road user charges and taxes for Tunisia*. World Bank Discussion papers 26, Washington D.C.
- OCDE (1988), *Transports et environnement*, rapport de synthèse du Groupe ad hoc de l'OCDE sur les transports et l'environnement, Paris, 1988, 150p.
- OCDE (1990) *L'environnement urbain - Quelles politiques pour les années 90?*, OCDE, Paris.
- OECD & ECMT (1994) *Internalising the Social Costs of Transport*, OECD - European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris, 1994
- OCDE (1995) *La pollution des véhicules à moteur - Stratégies de réduction au-delà de 2010*, OCDE, Paris, 1995, 148p.
- OECD & ECMT (1995) *Urban Travel and Sustainable Development*, OECD - European Conference of Ministers of Transport, Paris, 1995, 238 p.
- Quinet, Émile (1990) *Analyse économique des transports*, Economica, Paris, 1990
- Quinet, Émile (1990) "The Social Costs of Land Transport", *OECD Environment monograph n°32*, OECD, Paris
- 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 (Oct.1994) *18th Report, Transport and the Environment.*, HMSO, London.
- Small, Kenneth A. and Camilla Kazimi, (1995), "On the Costs of Air Pollution from Motor Vehicles", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.29 n°1, January 1995, pp.7-32.
- Small, Kenneth A., (1992), "Using the Revenues from Congestion pricing", *Transportation*, n°19, 1992, pp.359-82.
- Vickrey, William (1963) "Pricing in Urban and suburban Transport" *American Economic Review Papers and Proceedings*, 55 pp. 452-65
- Walters, Alan (1961) "The Theory and Measurement of Private & Social Cost of Highway Congestion", *Econometrica*, vol 29, pp. 676-99.

Evidence, Transport Committee Fifth Report Charging for the Use of Motor Vehicles, HC 376-II, 74-87 HC 376-II)

- Newbery, David M. (1988), "Road user charges in Britain", *The Economic Journal*, pp.161-76.
- Newbery, David M., G.A. Hughes, W.D.O. Paterson and E. Bennathan (1988), *transportation taxation in developing countries: The design of road user charges for Tunisia*. World Bank Discussion papers 26, Washington D.C.
- OCDE (1988), *Transports et environnement*, rapport de synthèse du Groupe de Travail de l'OCDE sur les transports et l'environnement, Paris, 1988, 150p.
- OCDE (1990) *L'environnement urbain - Quelles politiques pour les années 90*, Paris.
- OECD & ECMT (1994) *Internalising the Social Costs of Transport*, OECD Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris, 1994
- OCDE (1995) *La pollution des véhicules à moteur - Stratégies de réduction 2010*, OCDE, Paris, 1995, 148p.
- OECD & ECMT (1995) *Urban Travel and Sustainable Development*, OECD Conference of Ministers of Transport, Paris, 1995, 238 p.
- Quinet, Émile (1990) *Analyse économique des transports*, Economica, Paris, 1990
- Quinet, Émile (1990) "The Social Costs of Land Transport", *OECD Environment Monograph n°32*, OECD, Paris
- Quinet, Émile (1994) "The Social Costs of Transport: Evaluation and Internalisation Policies", in: OECD-ECMT (1994) *Internalising the Social Costs of Transport*, Paris, 1994, pp. 31-75.
- Royal Commission on Environmental Pollution (Oct.1994) *18th Report, Transport and the Environment.*, HMSO, London.
- Small, Kenneth A. and Camilla Kazimi, (1995), "On the Costs of Air Pollution from Motor Vehicles", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.29 n°1, Jan 1995, pp.7-32.
- Small, Kenneth A., (1992), "Using the Revenues from Congestion pricing", *Transportation Economics*, n°19, 1992, pp.359-82.
- Vickrey, William (1963) "Pricing in Urban and suburban Transport" *American Economic Review Papers and Proceedings*, 55 pp. 452-65
- Walters, Alan (1961) "The Theory and Measurement of Private & Social Cost of Congestion", *Econometrica*, vol 29, pp. 676-99.

- Newbery, David M., G.A. Hughes, W.D.O. Paterson and E. Bennathan (1988), *Road transportation taxation in developing countries: The design of road user charges and taxes for Tunisia*. World Bank Discussion papers 26, Washington D.C.
- OCDE (1988), *Transports et environnement*, rapport de synthèse du Groupe ad hoc de l'OCDE sur les transports et l'environnement, Paris, 1988, 150p.
- OCDE (1990) *L'environnement urbain - Quelles politiques pour les années 90?*, OCDE, Paris.
- OECD & ECMT (1994) *Internalising the Social Costs of Transport*, OECD - European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Paris, 1994
- OCDE (1995) *La pollution des véhicules à moteur - Stratégies de réduction au-delà de 2010*, OCDE, Paris, 1995, 148p.
- OECD & ECMT (1995) *Urban Travel and Sustainable Development*, OECD - European Conference of Ministers of Transport, Paris, 1995, 238 p.
- Quinet, Émile (1990) *Analyse économique des transports*, Economica, Paris, 1990
- Quinet, Émile (1990) "The Social Costs of Land Transport", *OECD Environment monograph n°32*, OECD, Paris
- 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 (Oct.1994) *18th Report, Transport and the Environment*, HMSO, London.
- Small, Kenneth A. and Camilla Kazimi, (1995), "On the Costs of Air Pollution from Motor Vehicles", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.29 n°1, January 1995, pp.7-32.
- Small, Kenneth A., (1992), "Using the Revenues from Congestion pricing", *Transportation*, n°19, 1992, pp.359-82.
- Vickrey, William (1963) "Pricing in Urban and suburban Transport" *American Economic Review Papers and Proceedings*, 55 pp. 452-65
- Walters, Alan (1961) "The Theory and Measurement of Private & Social Cost of Highway Congestion", *Econometrica*, vol 29, pp. 676-99.