

L'expérience du péage de Londres¹

Rémy Prud'homme² et Juan Pablo Bocarejo³

Janvier 2005

Résumé/Abstract

Le péage urbain introduit en 2003 dans le centre de Londres a été un succès politique et technique. Mais il a été un échec économique. Les bénéfices du péage (la valeur des gains de temps des automobilistes non écartés et des utilisateurs des autobus, augmentée des bénéfices environnementaux) sont très inférieurs aux coûts d'investissement et de fonctionnement du système d'enregistrement, de collecte, de vérification du péage. Même lorsque l'on fait les calculs avec une valeur du temps très élevée. On peut parler d'un Concorde londonien.

The congestion charge introduced in London in 2003 is a great technical and political success. But it appears to be an economic failure. The benefits generated by the charge (the value of the time saved by the remaining motorists and by bus users, plus environmental benefits) are significantly lower than the investment and operation costs of the charge system. Even when a relatively high value of time is used. The congestion charge can be described as a London Concord.

En Février 2003, le conseil municipal de Londres (Greater London) a mis en œuvre un péage dans la zone centrale de la ville. Depuis cette date, la plupart des véhicules doivent avoir payé une redevance d'environ 7

¹ Ce travail a bénéficié d'un financement du PREDIT du ministère de l'Équipement, qui n'est évidemment pas responsable des opinions et des analyses des auteurs. Une version plus complète a été fournie au PREDIT.

² Professeur émérite, Université Paris XII.

³ Doctorant, Université Paris XII.

euros (5 £¹) pour avoir le droit de circuler dans la zone péagère. L'objectif principal du péage, présenté comme un outil majeur de la politique des transports urbains dans la capitale londonienne, est de « réduire la congestion ».

La zone péagère s'étend sur 22 km², ce qui correspond à un cercle de 2,6 km de rayon. Elle est délimitée par une sorte de mini-périphérique intérieur (l'inner ring road). La zone comprend la City, Westminster, Picadilly Circus, la gare de Waterloo au sud de la Tamise (mais pas la gare de Victoria), c'est-à-dire une bonne partie du centre historique, financier, politique et culturel. En termes de superficie, on peut comparer la zone aux dix premiers arrondissements de Paris. La zone compte moins de 400.000 habitants, mais regroupe près de 1,2 millions d'emplois.

Le montant du péage est d'un peu plus de 7 euros (5£) et concerne les véhicules qui circulent entre 7h00 et 18h30 pendant les seuls jours ouvrables. Les véhicules exemptés sont nombreux : taxis, véhicules à deux roues, autobus, voitures appartenant à des handicapés, véhicules électriques, véhicules des services publics (pompiers, police, etc.). Les résidents payent un péage réduit de 90%. La technique du péage est la suivante. Les utilisateurs doivent au plus tard la veille du jour de l'utilisation signaler leur intention, donner leur numéro d'immatriculation, et payer leur péage. Ils peuvent le faire par téléphone, par internet, dans les stations services, dans des magasins spéciaux. Une batterie de caméras photographie les plaques minéralogiques, et un système électronique vérifie en temps réel que les véhicules qui circulent ont bien acquitté le péage. Les contrevenants sont frappés d'une assez lourde amende de 115 euros (80 £). Les enregistrements de numéros minéralogiques sont détruits pour assurer la protection de la vie privée des utilisateurs.

L'introduction d'un péage urbain dans le centre de Londres a été justement saluée comme un événement important par les spécialistes des transports urbains, et aussi par le public londonien. Elle marque, après plus d'un demi-siècle, la mise en œuvre d'une belle idée théorique. Elle constitue une expérience grandeur nature dont les résultats peuvent avoir une importance considérable sur les politiques de transports urbains dans tous les pays du monde.

¹ Dans ce texte, les données sont présentées en euros ; les données en £ ont été converties sur la base du taux de change moyen en vigueur en 2003 : 1 livre = 1,44 euros.

Une expérience limitée

Soulignons d'abord les limites de l'expérience. Trop souvent les commentateurs se réfèrent à la tarification de la congestion « à Londres », et présentent la politique engagée comme une réponse au problème des transports dans les grandes métropoles. Il s'agit là d'une exagération un peu ridicule.

La zone péagère ne représente qu'une toute petite partie du Greater London et une partie plus petite encore de l'agglomération londonienne. En termes de superficie, il s'agit de 1,5% du Greater London et de 0,3% de l'agglomération. En termes de population, les chiffres sont plus importants : 5,2% et 3% respectivement, mais restent faibles. En termes d'emplois, les chiffres sont plus importants : 26% et 20%. En termes de circulation automobile (en véhicules*km), la zone péagère concerne seulement 1,7% de la circulation dans le Greater London et environ 1% de la circulation dans l'ensemble de l'agglomération. Il y a quelque exagération, et quelque imprudence, à présenter cette expérience très limitée comme une solution radicale et globale aux problèmes des transports dans les grandes agglomérations. L'impact sur la mobilité ou sur l'environnement à attendre d'une politique portant sur un sous-ensemble aussi réduit –même si c'est celui que fréquentent touristes, journalistes et politiciens– ne peut être que mineur.

Les caractéristiques (outre la taille) de la zone péagère de Londres sont également assez particulières. La zone est essentiellement un CBD (central business district) avec beaucoup d'emplois et peu de résidents. La densité de résidents y est bien plus faible qu'à Paris (municipalité). La densité en emplois y est plus élevée. Le ratio résidents/emplois y est donc beaucoup plus faible. En fait, la zone péagère évoque davantage La Défense que Paris (municipalité). Comme à la Défense d'ailleurs, le poids de l'automobile dans les déplacements est particulièrement faible dans la zone péagère, même avant l'introduction du péage : environ 15%. C'est dire qu'une réduction de 15% de ces déplacements automobiles affecte un peu plus de 2% des déplacements –dans une zone qui n'est elle-même qu'une petite fraction du Greater London et *a fortiori* de l'agglomération.

Il faut donc résister à la tentation de voir dans le péage du centre de Londres une solution globale magique et/ou révolutionnaire aux transports dans les villes, qu'il suffirait de mettre en œuvre partout. Il ne s'agit en fait que d'un ajustement mineur. Cette mise en

perspective n'enlève rien à l'intérêt des leçons que l'on peut tirer de cette expérience.

Un succès technique et politique

Le péage londonien est un succès technique. Il l'est doublement. D'une part, le système mis en place fonctionne convenablement. Après quelques mois de rodage, le système fonctionne : à peu près tous ceux qui utilisent la zone, et seulement ceux qui utilisent la zone, s'acquittent du péage.

D'autre part, les objectifs de mobilité prévus ont été atteints. Dans la zone péagère, la circulation automobile a été réduite d'environ 15%. La vitesse de circulation des véhicules a été augmentée d'environ 20%. La vitesse des autobus a augmenté de 7%. L'impact du péage sur l'utilisation des transports en communs est difficile à estimer. La fermeture (suite à un accident) d'une ligne de métro dans la zone a entraîné une diminution de l'usage du métro (d'environ 10%). L'offre de bus a été accrue (de plus de 20%). L'usage des bus a augmenté (de 25%). Mais on ne sait pas quelle est la part de cette augmentation qui est due au péage, celle qui est due à la fermeture du métro, et celle qui est due à l'augmentation de l'offre de bus.

Le péage londonien est également un grand succès politique. Le maire qui l'a introduit, et qui était le premier maire élu du Greater London, Ken Livingstone, a fait preuve de courage et d'habileté. Il a été aidé par les analyses et les études préalables, effectuées par le gouvernement central, qui avaient parfaitement balisé le terrain. Mais il a été le seul candidat à la mairie à faire figurer le péage du centre dans son programme. Et il a su rassembler une assez large coalition allant du « big business » (ouvertement pro-péage) aux environnementalistes, doter l'administration municipale d'une direction des transports forte et compétente (Transport for London), négocier un certain nombre de détails de mise en œuvre, et passer à l'acte. Le péage a été bien accueilli par les Londoniens, ainsi que le montrent divers sondages. Même les opposants politiques n'osent plus le critiquer. En 2004, Ken Livingstone a été réélu, en partie à cause du péage.

Le péage de Londres est-il également un succès économique ? Les bénéfices qu'il apporte à la collectivité sont-ils plus élevés que les coûts qu'il cause à cette même collectivité ? La réponse à cette question, qui est l'objet de cet article, s'appuie sur un modèle simple,

déjà utilisé sur le cas de l'agglomération parisienne (Prud'homme 1999 ; Prud'homme et Yue-Ming 2000).

Un modèle d'analyse de la congestion

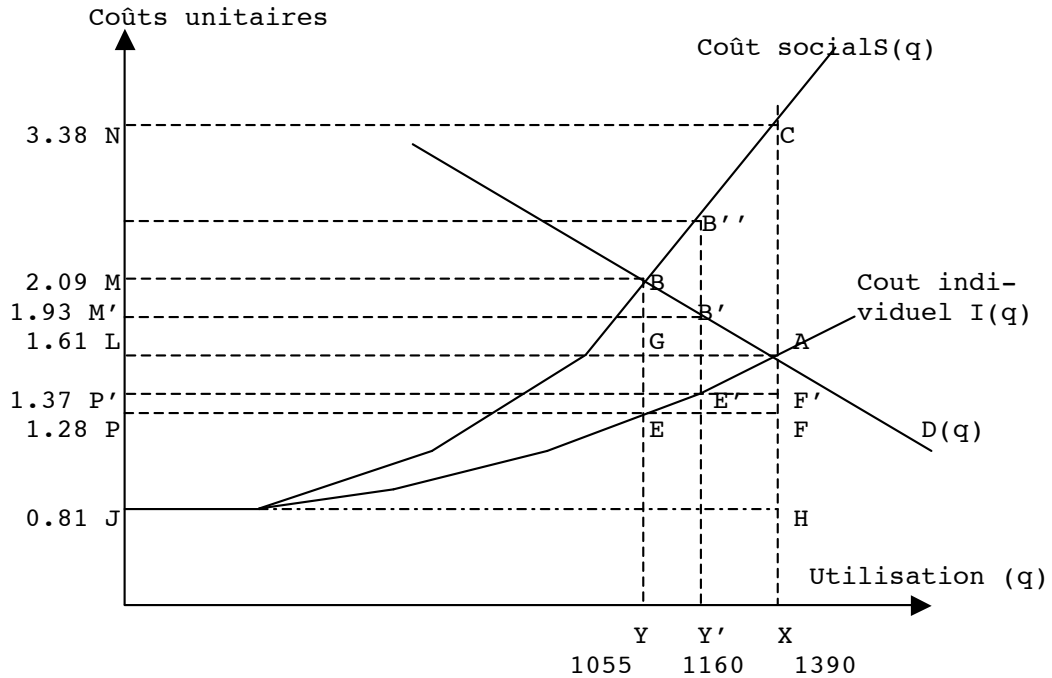
Considérons la Figure 1, un diagramme représentant en abscisse la quantité d'utilisation de la voirie ou de la zone considéré (exprimée en véhicules*km) et en ordonnée le coût unitaire d'utilisation de la voirie (exprimé en euros par véhicule*km).

$D(q)$ est une courbe de demande, qui représente la demande d'utilisation de la voirie en fonction du coût unitaire. La composante principale de ce coût est le coût en temps, le coût du temps nécessaire pour faire un km. Plus le coût est élevé, et plus la demande est faible.

$I(q)$, que l'on pourrait appeler une courbe d'offre, est le coût par km supporté par un automobiliste. Quand il n'y a qu'un seul véhicule dans la zone (lorsque $q=0$), ce coût est J , le coût de fonctionnement du véhicule plus le coût du temps à la vitesse maximale autorisée ou possible. Plus il y a de véhicules dans la zone (plus q est grand), plus la vitesse des véhicules est faible, plus le temps nécessaire pour faire un km est important, et plus le coût unitaire est élevé.

Un équilibre est atteint en A, où se coupent $D(q)$ et $I(q)$, avec X véhicules*km parcourus dans la zone, et un coût unitaire égal à L . A ce point, le conducteur marginal supporte un coût égal au bénéfice qu'il/elle retire de l'utilisation de la zone. Au delà, il/elle supporterait un coût plus grand que l'utilité retirée, et renoncerait à utiliser la route.

Figure 1 – Congestion et péage de congestion



Cet équilibre naturel est malheureusement sous-optimal. Il néglige le fait que chacun des automobilistes ralentit tous les autres, leur infligeant un coût qu'il ne supporte pas : c'est ce qu'on appelle une externalité de congestion. On le voit bien lorsque l'on considère $S(q)$, le coût social causé par un véhicule en fonction de l'utilisation de la voirie. Ce coût social est égal au coût individuel $I(q)$, augmenté du coût du temps perdu par tous les autres véhicules du fait de la présence de notre véhicule sur la route. Ce temps perdu est égal à la dérivée $I'(q)$ du coût individuel multipliée par le nombre q de véhicules. On a donc :

$$S(q) = I(q) + I'(q) \cdot q$$

Le point B, où se croisent $D(q)$ et $S(q)$, avec Y véhicules*km et un coût unitaire M , est la solution optimale pour la société. Au delà de ce point, un véhicule supplémentaire engendre un coût social plus grand que le bénéfice social qu'il cause.

Ce modèle simple met en évidence un certain nombre de points.

(i) Une taxe ou péage EB conduira à l'optimum. Elle transformera le coût individuel $I(q)$ en $I(q)+EB$. Notons que le péage ne doit pas être égal à AC , l'externalité

marginale en X (contrairement à ce qui est parfois affirmé) qui aurait pour effet de réduire l'utilisation de la route en deçà de Y, ce qui serait également sous-optimal.

(ii) (ii) La notion de quantité optimale d'utilisation de la route implique la notion de congestion optimale. L'objectif des politiques ne doit pas être « d'éliminer la congestion », ce qui n'a guère de sens, mais de la réduire à son niveau optimal.

(iii) Ce niveau optimal d'utilisation de la route (et le niveau de congestion optimal associé) dépendent des caractéristiques de la route, qui définissent les fonctions $I(q)$ et $S(q)$, mais aussi de la demande d'utilisation $D(q)$. Cette demande varie selon le jour et l'heure, en sorte que la congestion optimale varie également selon le jour et l'heure.

(iv) Le coût économique de la congestion doit être défini comme ce que la société perd à ne pas être à l'optimum — à être en A au lieu d'être en B, à avoir X plutôt que Y véhicules*km. Le coût de la congestion est donc égal à BCA^1 . Ce coût de la congestion éliminable est le bénéfice de l'introduction d'un péage de congestion. Le coût de la congestion n'est pas égal à la différence entre coûts unitaires en A et coûts unitaires en J (lorsqu'il n'y a qu'un véhicule sur la route) multiplié par le nombre de véhicules, c'est-à-dire à $LAHJ$ (contrairement à ce qui est souvent avancé). Cette vision naïve, qui considère la route vide comme la situation de référence, comme si les routes étaient faites pour rester vide, ne résiste pas à quelques minutes de réflexion. Les coûts de congestion ne sont pas non plus égal à $NCAL$, produit du coût marginal social à l'équilibre naturel CA par la quantité de véhicules X.

(v) Le produit du péage de congestion RBEP est plus élevé, parfois bien plus élevé, que le bénéfice économique BCA engendré par le péage. Pour un économiste, cela n'est pas un problème, parce qu'un impôt n'est pas un coût économique, une consommation de ressources rares, mais un transfert. La perte d'utilité pour les automobilistes qui payent le péage est exactement compensé par le gain

¹ En réalité il est égal à l'intégrale de la courbe $S(q)$ entre Y et X moins l'intégrale de la courbe $D(q)$ entre Y et X, c'est-à-dire à l'aire délimitée par la partie de la courbe $S(q)$ entre B et C et par les segments CA et BA ; mais le triangle BCA en donne une approximation par excès assez convenable. Le coût de la congestion est aussi égal à l'augmentation de surplus du consommateur entraînée par le changement de A à B, c'est-à-dire à $LGEP-BAG$.

d'utilité pour les bénéficiaires des dépenses qui seront faites avec l'argent ainsi collecté (ou la baisse d'impôt que cette collecte permettrait). Que le produit du péage soit affecté aux transports ou à l'éducation ou à la santé n'a aucune importance du point de vue économique.

L'application à l'expérience londonienne

Les données disponibles à Londres avant et après le péage rendent possible la mise en œuvre de ce modèle, ou d'une version légèrement modifiée.

Notons tout d'abord que le péage mis en place à Londres est imparfait puisqu'il ne dépend ni de l'itinéraire ni de l'heure, contrairement à ce que voudrait la théorie. C'est un péage de zone indifférencié. Il est certainement sous-optimal relativement à un système qui imposerait en chaque lieu et à chaque instant le péage véritablement optimal. Le péage imposé est à peu près certainement trop élevé pour certains automobilistes et trop bas pour d'autres. On passera outre à cette difficulté en considérant une sorte d'utilisation moyenne de la voirie de la zone, le véhicule*km, et en supposant qu'on peut y attacher une vitesse, un coût, une utilité, et un péage moyens, afin d'utiliser le modèle ci-dessus. C'est à l'optimalité de ce péage « moyen » et aux coûts associés que l'on s'intéressera —étant bien entendu que l'optimalité dont on va parler est relative et limitée par l'homogénéité supposée de notre unité d'analyse, et l'unicité du péage qui va avec.

Dans le cas de Londres, il n'y a *a priori* aucune raison de penser que le péage appliqué est exactement le péage optimal EB. En vérité, savoir si le péage appliqué est trop ou trop peu élevé est justement l'une des questions que l'on doit se poser. Supposons que le péage effectif est inférieur au péage optimal et qu'il est E'B'. Un tel changement déplace le point d'équilibre de A à B' (plutôt que B), et l'utilisation de la voirie de X à Y' (plutôt que Y).

L'utilisation de la voirie est définie comme le nombre de véhicules*km par jour dans la zone péagère aux heures soumises à péage. Les données relatives au point A (utilisation avant le péage X; vitesse et coût unitaire L), de Y' (utilisation après le péage), au péage E'B', et au point J (vitesse et coût unitaire lorsque l'utilisation est nulle) sont toutes disponibles sur le site de

Transport for London¹. Ces données permettent de calculer les équations des courbes $D(q)$, $I(q)$ et $S(q)$, les coordonnées de tous les points de la Figure 1, et les aires significatives. Le détail de ces calculs est présenté en annexe A. Les principaux résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 1.

Ils permettent de répondre à plusieurs questions intéressantes.

Quelle est (était) l'importance des coûts de congestion – Le tableau 1 nous dit quelle était l'importance des coûts de congestion dans la zone péagère avant l'introduction du péage. En 2002, ces coûts s'élevaient à 396 mille euros par jour péager², soit 75 millions (M) d'euros par an (sans compter la congestion durant les week-ends et les autres jours sans péage³). Ce montant est ce que le péage vise à éliminer, la raison d'être du péage.

Tableau 1 – Circulation dans la zone péagère de Londres

Situation	Avant le péage	Actuelle	Optimale
Circulation (1000 véh*km)	1390	1160	1055
Vitesse (km/h)	14,3	16,3	18,5
Temps pour 1 km (minutes)	4,2	3,6	3,2
Coût individuel I (e/veh*km)	1,61	1,36	1,28
Coût social S (id.)	3,38	2,39	2,06
Coût marginal de congestion (id.)	1,77	0,46	-
Coûts congestion (1000 e/jour)	296	24	-
Bénéfices (id.)	-	272	296
Produit du péage (id.)	-	650	854
Coûts de collecte (id.)	-	689	689
Bénéfices moins coûts	-	-417	-393

Source : calculs des auteurs. *Note* : Les bénéfices pour les utilisateurs des autobus, les bénéfices environnementaux ne sont pas inclus ici.

Est-ce beaucoup ? C'est une part très faible du PIB de Londres (Greater London) : 0,03%, et bien entendu une part plus faible encore du PIB de l'agglomération londonienne. Le PIB de la zone péagère n'est pas connu, mais peut être estimé, si l'on fait l'hypothèse que la productivité du travail dans la zone péagère est égale à

¹ www.tfl.gov.uk ; la comparaison avec la partie transport du site de la mairie de Paris est humiliante pour un Français.

² C'est 4,3 fois moins que le chiffre produit par la méthode naive et fréquemment utilisée qui consiste à multiplier le coût effectif (1,61) et le coût à vide (0,81) et à multiplier par l'usage effectif de la voirie (1390).

³ Dans cette étude, on passe des données par jour aux données par an en appliquant un coefficient 250, qui correspond au nombre annuel de jours avec péage.

la productivité du travail dans Londres (Greater London), une hypothèse très prudente. Le coût de la congestion dans la zone péagère apparaît alors égal à 0,11% du PIB de la zone. Prud'homme (1999, 2000) aboutissait à des chiffres très comparables pour l'agglomération parisienne.

On peut aussi rapporter ces coûts à l'utilité associée à l'usage de l'automobile dans la zone. Cette utilité est égale à ce que les usagers payent, plus le surplus du consommateur dont ils bénéficient, c'est-à-dire à l'aire RAXO de la Figure 1. Ce rapport est égal à 8%. En 2002, les coûts de la congestion du trafic dans la zone péagère représentaient environ 8% de l'utilité de ce trafic.

Le niveau du péage est-il optimal ? – Le Tableau 1 donne des éléments de réponse contradictoires à la question de savoir si le niveau de péage fixé à Londres (5 £ par jour) est optimal ou non. D'un côté, on peut dire que le péage est insuffisant. L'usage optimal de la voirie impliquerait une réduction supplémentaire de circulation d'environ 9%. Ceci serait obtenu par une augmentation du péage de 0,56 à 0,81 euros/véhicule*km, une augmentation de 45%. Le péage devrait donc être augmenté de 5 £ à 7,2 £ par jour.

D'un autre côté, il faut observer que les bénéfices économiques supplémentaires associés à cette forte augmentation seraient plutôt faibles. Cette augmentation réduirait bien les coûts de congestion, mais de seulement 24 mille euros par jour. Le péage actuel capture déjà près de 90% des bénéfices potentiels d'un péage. Doubler le péage pour augmenter les bénéfices de 10% : il n'est pas sûr que le jeu en vaudrait la chandelle.

Notre niveau de péage a été défini comme le produit du péage divisé par le nombre de véhicules*km. Une réduction du niveau non négligeable de fraude s'analyserait comme une augmentation du péage, et nous rapprocherait de l'optimum.

Le produit du péage est-il plus grand que les bénéfices économiques du péage ? Le Tableau 1 permet également de comparer le produit du péage avec le bénéfice économique du péage. Le ratio actuel est de 2,4. Avec un péage optimal, il serait de 2,9. Ce que les usagers payent en péage est deux ou trois fois plus important que ce qu'ils gagnent en réduction de congestion. Des ratios comparables ou plus élevés sont habituels. Encore une fois, de tels ratios n'embarrassent pas les économistes, qui font l'hypothèse que l'utilité qui résultera de

l'utilisation du produit du péage sera égale à la désutilité que ce produit représente pour les payeurs.

Le péage est-il économiquement justifié ? – La théorie économique du péage ignore les coûts de gestion et de collecte. Dans le Tableau 1, elle considère seulement la ligne « bénéfiques », voit un chiffre positif, et conclut que le péage est justifié. C'est ici que le bât blesse. En réalité, faire fonctionner un système comme celui qui a été introduit à Londres est coûteux. Cela implique l'utilisation de ressources économiques rares, et les dépenses faites à cet effet sont un véritable coût économique. On a considéré les investissements engagés pour le système, avant la mise en œuvre. On a pris 5% comme coût d'opportunité du capital, plus 10% comme coût d'amortissement du matériel utilisé, et ajouté le montant ainsi obtenu aux dépenses annuelles de fonctionnement du système. Le résultat est élevé. Il est à peu près égal au produit du péage, et surtout il est beaucoup plus élevé – 2,5 fois plus élevé – que le bénéfice économique du péage. Le bénéfice net du coût apparaît ainsi fortement négatif : le péage n'est pas justifié économiquement.

C'est l'une des grandes leçons de l'expérience londonienne. Parce que les bénéfices de la réduction de la congestion sont moins importants que ce que certains imaginaient, et parce que les coûts sont bien plus élevés que ce que l'on supposait (en vérité les théoriciens les supposaient nuls), ce qui devait être largement positif devient largement négatif.

Les autres bénéfices du péage

La réduction de la congestion (à un niveau proche de l'optimum) est la principale justification économique d'un péage de congestion, et celle qui était mise en avant à Londres. C'est pourquoi il était légitime de porter d'abord l'analyse sur ce terrain. On a vu qu'à Londres le gain –très réel– de réduction de la congestion était malheureusement bien inférieur au coût économique de mise en œuvre du péage. Peut-on essayer de sauver le péage londonien en mettant en avant d'autres bénéfices, en quelque sorte auxiliaires, du système ? On en examinera deux : les bénéfices environnementaux, et les bénéfices pour les usagers des autobus.

Bénéfices environnementaux – Moins de véhicules*km roulant plus vite, cela fait moins de polluants rejetés. Curieusement, ce bénéfice n'est pas évalué par Transport for London, probablement parce qu'aucune amélioration de la qualité de l'air n'a été enregistrée en 2003. Mais cela

s'explique par le fait que les véhicules*km de la zone péagère représentent une fraction très faible (moins de 1%) des véhicules*km de l'agglomération londonienne. La qualité de l'air à « Londres » dépend des rejets polluants émis dans l'ensemble de l'agglomération. Même si la circulation était totalement éliminée de la zone péagère, les rejets totaux ne diminueraient guère que de 1%, et l'amélioration de la qualité de l'air ne se remarquerait guère. La diminution des rejets dans la zone n'en est pas moins certaine, et son bénéfice peut être évalué.

Les véhicules*km dans la zone ont diminué de 230.000 par jour. En prenant les valeurs du Rapport Boiteux pour le coût de la pollution dans les zones urbaines denses (29 euros pour 1000 véhicules*km), cela fait 1,7 M d'euros par an.

Les véhicules qui restent roulent plus vite. L'élasticité de la pollution à la vitesse est au moins égale à -2. Une augmentation de vitesse de 17% correspond à une diminution des rejets polluants de 34%. Cela signifie un bénéfice supplémentaire de 2,8 M d'euros par an.

Un calcul similaire peut être fait pour la diminution des rejets de CO₂. En prenant la (généreuse) valeur officielle française de 7 euros par 1000 véhicules*km, la réduction de trafic de 230.000 véhicules*km représente un bénéfice de 0,4 M. d'euros par an.

Les bénéfices environnementaux associés au péage s'élevent donc à (en ignorant les rejets des autobus supplémentaires) 4,9 M. d'euros par an. Cela n'est pas négligeable, mais ne change pas l'économie générale du système.

Bénéfices pour les utilisateurs d'autobus – La vitesse des autobus a augmenté de 7%, ce qui implique un gain de temps pour les utilisateurs. L'augmentation de la vitesse des autobus est bien moins importante que l'augmentation de la vitesse des automobiles : la raison en est que les autobus ont la fâcheuse habitude de s'arrêter tous les 200 mètres. Les utilisateurs des autobus, au nombre de 356.000, gagnent 1,34 minutes par personne par jour, ce qui fait 31 M d'euros par an. Ce bénéfice est important, et il représente près la moitié du gain dont bénéficient les automobilistes. Mais il ne suffit pas à rendre les bénéfices du péage plus importants que les coûts du péage.

D'autant plus qu'il faut prendre en considération le fait que les autobus sont largement subventionnés à Londres (comme dans toutes les grandes villes du monde développé). La péage a été introduit conjointement avec une forte augmentation de l'offre d'autobus, évaluée à 250 autobus de plus. Les deux mesures sont complémentaires. En l'absence d'augmentation de l'offre d'autobus, le report modal aurait entraîné une détérioration de la qualité du service –un phénomène de congestion. Les 250 autobus supplémentaires ont été achetés à un coût de 100 M. d'euros et fonctionnent à un coût annuel de 38 M. d'euros. En supposant un coût d'opportunité du capital de 10% et un taux d'amortissement du capital de 10%, le coût économique de ces 250 autobus est de 53 M. d'euros. Le taux de subvention n'est pas connu exactement, mais il est au moins de 50%. Le montant de la subvention, cependant, n'est pas un coût économique dans sa totalité. Il permet une augmentation de l'utilité des utilisateurs d'autobus. En faisant l'hypothèse d'une élasticité-prix de la demande d'autobus de -1, on montre que la perte économique liée à la subvention représente le quart de la subvention et le huitième du coût économique (voir Annexe B). La subvention dont bénéficient les autobus entraîne donc un coût économique d'environ 7 M. d'euros par an.

Le Tableau 2 regroupe les coûts et les bénéfices du péage.

Tableau 2 – Bénéfices et coûts du péage londonien

	Par jour (1000 euros)	Par an (millions euros)
Bénéfices		
Réduction des coûts de congestion	272	69
Augmentation vitesse autobus	124	31
Bénéfices environnementaux	20	5
Total, bénéfices estimés	414	104
Coûts		
Coûts de mise en œuvre	689	172
Coût subvention aux autobus	18	5
Total, coûts estimés	707	177
Bénéfices moins coûts	-293	-73
<i>Sources : calculs des auteurs. Note : le passage des données par jour aux données par an se fait au moyen d'un coefficient de 250, qui représente le nombre annuel de jours à péage.</i>		

Il montre que l'inclusion des bénéfices des utilisateurs d'autobus et encore moins celle des bénéfices environnementaux ne modifie pas fondamentalement la conclusion précédente sur la piètre performance économique du péage londonien. Les coûts qu'il engendre sont

nettement plus importants (d'environ 70%) que les bénéfiques qu'il cause.

Valeur du temps

Tous les calculs précédents ont été effectués avec la valeur du temps utilisée par Transport for London, qui est de 15,6 euros par heure. En France, la valeur officielle retenue pour l'agglomération parisienne est de 8,8 euros par jour. Si la valeur française était utilisée, beaucoup des chiffres estimés seraient profondément affectés.

Les coûts de congestion, qui sont proportionnels à la valeur du temps, seraient réduits de 45%, et les bénéfiques dus à la diminution de la congestion seraient réduits dans cette proportion. Il en irait de même pour le gain des utilisateurs d'autobus. Le niveau actuel du péage (5 £) apparaîtrait probablement trop élevé. Les coûts économiques du péage, en revanche, ne seraient pas modifiés. C'est dire que le péage apparaîtrait encore moins intéressant économiquement qu'il n'apparaît avec la valeur du temps anglaise. Les coûts du péage représenteraient plus de trois fois le montant des bénéfiques.

Le choix d'une valeur du temps est toujours une tâche délicate. On a fait observer que la valeur choisie pour la zone péagère de Londres était particulièrement élevée parce que la part des déplacements professionnels (à haute valeur du temps) dans cette zone était particulièrement importante. L'argument n'est pas sans mérite. Il impliquerait sans doute une valeur du temps inférieure pour le gain des usagers des autobus. Surtout, il implique que les bénéfiques d'un péage urbain seraient encore plus faibles dans une zone moins « professionnelle », et dans des villes ou pays moins développés.

Effets redistributifs du péage

Le péage est-il au moins redistributif ? Les données manquent pour répondre avec assurance, mais rien ne semble moins sûr. On peut distinguer à ce propos quatre groupes affectés par le péage : les résidents, les utilisateurs des bus, les 15% d'automobilistes qui ont abandonné l'automobile, et ceux qui payent le péage.

Les résidents, qui ne payent que 10% du montant du péage, et qui se déplacent plus rapidement qu'auparavant, sont certainement des bénéficiaires nets : la plupart d'entre eux sont riches ou très riches.

Les utilisateurs des bus, qui gagnent plus de 30 M. d'euros en se déplaçant un peu plus rapidement, et qui ne payent rien, sont encore plus sûrement des bénéficiaires nets. Il y a parmi eux des riches et des moins riches, peu de pauvres et pas de très pauvres, puisqu'ils s'agit pour l'essentiel de gens qui travaillent dans la zone péagère, où les salaires sont plutôt plus élevés que dans le reste de l'agglomération et *a fortiori* du pays. La question se pose de savoir si ces gains de temps sur des déplacements liés au travail profitent aux salariés ou à leurs entreprises.

Les deux groupes de gagnants sont financés par les automobilistes, qui payent en outre les coûts du système. Le gain net des automobilistes est une fonction directe de leur valeur du temps, elle-même une fonction de leur revenu. Tous payent le même péage, et profitent de la même augmentation de vitesse, mais le bénéfice qu'ils en retirent dépend de leur revenu. Le bénéfice net n'est positif que pour les très riches (ou pour leurs entreprises) : les quelques minutes qu'ils gagnent chaque jour valent bien plus que les 5f qu'ils payent. Pour la plupart des autres, le bénéfice net est négatif. C'est leur surplus de consommateur (ou celui de leur entreprise) qui est diminué. Pour les moins riches d'entre eux, il est même tellement diminué qu'ils préfèrent abandonner leur voiture. Bien entendu, à peu près tous ces automobilistes étaient et restent des riches, plus ou moins riches.

En termes redistributifs, le système fonctionne comme une taxe sur le deuxième quintile, dont le coût de collecte serait exorbitant, et qui financerait les usagers des bus du troisième quintile et les résidents et les automobilistes du premier quintile. Cette analyse suppose que les bénéfices et les coûts puissent être affectés à des individus. S'ils le sont aux entreprises dans lesquelles ces individus travaillent —une hypothèse raisonnable pour une zone qui est surtout une zone d'emploi— il ne reste plus qu'un coût net à répartir entre salariés, capitalistes et consommateurs.

Conclusion

Le péage londonien est un grand succès technique et politique. Mais il apparaît comme un échec économique. Les bénéfices économiques qu'il engendre sont inférieurs aux coûts économiques qu'il cause. Les trois principaux bénéfices sont la réduction de la congestion, le gain de temps des utilisateurs de bus, et la réduction de la pollution. Les deux principaux coûts sont la mise en œuvre du système de péage et les subventions supplémentaires aux

autobus. La surprise, et l'une des leçons principales de l'expérience, c'est le coût très élevé (170 M d'euros par an) du système technique de caméras et de collecte du péage. Par ailleurs, le bénéfice de la réduction de la congestion est relativement faible (70 M d'euros par an). Il est pourtant (presque) aussi élevé que possible, parce que le niveau du péage et de la réduction de trafic sont (presque) optimaux. Cela veut dire que les coûts de congestion dans le centre de Londres n'étaient pas aussi élevés qu'on le pensait et qu'on le disait. Le bénéfice de l'augmentation de vitesse des bus n'est pas négligeable (30 M. d'euros par an) mais il ne suffit pas à combler le trou qui existe entre le bénéfice de la réduction de congestion et le coût du système de réduction. Les deux autres composants, les bénéfices environnementaux et le coût économique des subventions (bien inférieur au montant des subventions), pèsent peu (5 M. d'euros chacun). Au final, le péage coûte, en termes économiques, 70% de plus que ce qu'il rapporte à la société. Et ces chiffres sont obtenus avec la valeur du temps utilisée à Londres, qui est bien plus élevée que celle que nous utilisons à Paris. Avec une valeur du temps plus modeste, qui réduiraient les bénéfices mais pas les coûts, le gouffre serait encore plus profond.

Succès technique et politique, échec économique : on pense au Concorde. Ce hiatus, cependant, fait problème et appellerait des explications. Une première explication est sociologique. La grande majorité des « Londoniens » qui approuvent le péage, et qui en créditent le maire, ne sont en rien affectés par le péage. La plupart d'entre eux ne mettent jamais les pieds dans la zone péagère. Leur opinion est une opinion de deuxième main, qui ne fait que refléter l'opinion des médias.

Une deuxième explication est plus idéologique. L'idéologie dominante est anti-automobile. Une mesure qui « fait payer les automobilistes » –surtout lorsqu'il s'agit des autres– jouit d'un préjugé favorable. Lorsque les automobilistes frappés sont de surcroît des riches, ce préjugé est naturellement renforcé. Que les bénéficiaires soient également des riches, et souvent les plus riches de ces riches, est plus difficile à comprendre, et n'est sans doute guère perçu.

Une troisième explication serait psychologique. Le gain associé à la réduction de congestion est mesuré à la valeur du temps gagné. Cette mesure néglige peut-être la pénibilité qui affecte le temps passé dans un embouteillage, pour lequel la disponibilité à payer est peut-être particulièrement grande. Cette hypothèse

mériterait sans doute d'être étudiée d'une façon approfondie ; si elle était avérée, le taux de rentabilité de beaucoup d'investissements routiers s'en trouverait substantiellement augmenté.

L'analyse du péage du centre de Londres reste incomplète et provisoire, pour deux raisons principales. Tout d'abord, on sait mal quels impacts le péage a entraînés hors de la zone péagère. Une thèse est que la diminution du nombre des voitures qui entrent dans la zone a entraîné la diminution du trafic et donc de la congestion dans le reste de l'agglomération. Une autre thèse est que les véhicules qui n'entrent plus dans la zone stationnent maintenant à l'extérieur de la zone, que le trafic qui traversait la zone la contourne maintenant, et que des déplacements vers le reste de la zone se sont substitués à des déplacements vers la zone péagère, en sorte que la congestion a augmenté dans le reste de l'agglomération. Il y a sûrement du vrai dans ces deux thèses. Mais les données empiriques qui permettraient de les départager (ou plus exactement de connaître la résultante des forces qu'elles identifient) ne sont malheureusement pas disponibles.

Ensuite, la comparaison de 2003 avec 2002 ne mesure que les effets immédiats du péage. Elle ignore par définition les effets à moyen et long terme, qui sont peut-être les plus importants. Le péage va-t-il renforcer l'attractivité de la zone péagère, et y attirer des emplois supplémentaires, parce que les riches s'y déplacent plus rapidement ? Va-t-il dans ce cas inciter certaines entreprises à se localiser dans la zone péagère ? Va-t-il au contraire dégrader l'attractivité de la zone, en en rendant l'accès plus coûteux ? Et dans ce cas, amener certaines entreprises, et notamment des commerces, à quitter le centre ? On peut citer des exemples anecdotiques à l'appui de chacune de ces deux thèses. La vérité est qu'il est sans doute trop tôt pour apprécier un phénomène qui va se dérouler sur plusieurs années. Pourrait-on le faire qu'il serait difficile de porter un jugement sur la signification de ces changements de structures spatiales. La concentration dans le centre est-elle désirable, ou est-ce au contraire le desserrement qu'il faut souhaiter ?

Les trois leçons principales de l'expérience londonienne semblent bien être les suivantes.

La première est qu'un péage, même peu différencié comme celui de Londres, est tout à fait capable de réduire

la circulation automobile à un niveau socialement optimal –comme l'affirme depuis longtemps la théorie économique.

La seconde est que le gain économique de cette réduction, c'est-à-dire le coût de congestion évitable et évité, est relativement faible, contrairement à ce pensent la plupart des citoyens, des politiciens et même des spécialistes. Si cela est vrai dans une agglomération comme Londres, à la fois très grande et très active, et marquée par une forte congestion, cela doit être encore plus vrai dans des agglomérations plus petites et moins encombrées.

La troisième leçon est une surprise. Pour le moment, le coût de la mise en œuvre du péage peut être, et est à Londres, particulièrement élevé, bien plus élevé que le gain économique qu'il permet. Il est difficile de savoir si ce coût élevé est extrapolable à tous les péages urbains. Provient-il du choix technique effectué ? S'explique-t-il par le fait que Londres a essayé les plâtres en la matière, ou mal géré cette dépense ? Peut-on penser que ce coût diminuerait rapidement si les péages urbains se multipliaient ? Ou au contraire que les opérations de contrôle et de collecte qu'impliquent un péage sont nécessairement complexes et coûteuses ? A long terme, les progrès de la technologie devraient l'emporter, même si l'expérience de la tarification sur les autoroutes allemandes en 2004-2005 incite à la prudence. Ce qui est certain, c'est que les économistes ont eu tort de négliger –pire, d'ignorer– les coûts de transaction des péages.

Au total, le péage urbain n'est certainement pas la panacée que certains ont naïvement imaginée. L'idée est théoriquement excellente. Mais elle est pratiquement difficile et coûteuse à mettre en œuvre. Idée d'avenir ou fausse bonne idée ? Si l'on s'appuie sur l'expérience londonienne, on dira: fausse bonne idée. Si l'on a une grande confiance dans les progrès de la science et de la technologie pour résoudre les difficultés maintenant mieux identifiées, on répondra : idée d'avenir.

References

Banister, D. 2003. "Critical Pragmatism and Congestion Charging in London". *International Social Science Journal*. 176. Pp. 249-64.

Glaister, S. et al. 2003. *Transport Pricing and Investment in England*. London. Imperial college (Department of civil Engineering).

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. 2000. "La congestion et ses coûts". *Annales des Ponts et Chaussées*. 94. Pp. 13-19.

Prud'homme, R. & Yue-Ming, S. 2000. "Le coût économique de la congestion du périphérique parisien: une approche désagrégée". *Les Cahiers Scientifiques du Transport*. 37. Pp. 59-73.

Smeed, R. J. (report of a Commission chaired by). 1964. *Road Pricing: The Economic and Technical Possibilities*. London. Her Majesty's Stationary Service.

Walters, A. 1961. "The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion". *Econometrica*. 29. Pp. 676-99.

Annexe A – Les équations des courbes de demande et de coût

Cette annexe détaille la façon dont les équations des courbes de la Figure 1 ont été établies.

La courbe du coût individuel $I(q)$ est constituée d'une partie fixe, qui représente l'amortissement et les coûts de carburant, et d'une partie variable qui représente la valeur du temps nécessaire pour parcourir 1 km. La partie fixe est estimée (Glaister 2003) à 0,15 (euros/km). La partie variable est égale au temps passé (t , en heures), qui est une fonction de la vitesse (s , en km/h), qui dépend elle-même de l'utilisation de la route (q , en milliers de véhicules*km), multiplié par la valeur du temps (v , en euros/heure) :

$$I(q) = 0,15 + t*v = 0,15 + [1/s(q)]*v$$

La valeur du temps v est estimée, dans le rapport ROCOL, à 15,6 euros/heure. Comme il y a en moyenne 1,34 personnes par véhicule, la valeur du temps par véhicule est estimée à 20,9 euros/heure.

La vitesse s est une fonction linéaire et décroissante de l'utilisation de la route q :

$$s = \alpha - \beta * q$$

α , la vitesse maximale, sur route vide, lorsque $q=0$, est estimée par TfL à 31,6 km/h. On connaît la vitesse en 2000, lorsque q était égal à 1.390 (mille véhicules*km), qui était de 14,3 km/h, ce qui permet de calculer β , qui est égal à 0,01245. On a donc :

$$I(q) = 0,15 + 20,9/(31,6-0,1245*q)$$

Un puriste pourra soulever ici une objection. L'utilisation de la voirie q , mesurée en véhicules*km, est un indicateur de *flux*. L'équation linéaire et décroissante utilisée devrait en principe expliquer la vitesse par un indicateur de *densité*. N'y a-t-il pas confusion entre flux et densité ? En toute rigueur, oui. Mais s'agissant d'une zone assez petite comme la zone péagère de Londres, on peut postuler une bonne proportionnalité entre le nombre de véhicules dans la zone (qui est le véritable explicateur de la vitesse) et le nombre de véhicules*km parcourus dans la zone. Le nombre de km parcourus par chaque véhicule dans la zone peut être considéré comme constant. Ce que la congestion –et *a fortiori* le péage– modifient, c'est le nombre des véhicules qui utilisent la zone, pas le nombre de km que chacun parcourt. Le flux est donc ici une bonne approximation de la densité.

La courbe de coût social $S(q)$ se déduit de $I(q)$. elle est égale à $I(q)$, plus la dérivée $I'(q)$ multipliée par q :

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

$$S(q) = 0,15 + 20,9/(31,6-0,1245*q) + 0,26/(31,6-0,1245*q)^2$$

Le pas suivant est la détermination de la courbe de demande inverse $D(q)$. On connaît un point de cette courbe, le point A qui correspond à l'équilibre naturel, puisque l'on connaît la quantité d'utilisation ($q=1.390$) et la vitesse ($v=14,3$ km/h) qui lui correspondent. Les coordonnées de A sont donc 1.390 et 1,61.

On peut calculer les coordonnées du point B', le point d'équilibre en 2003 après le péage. On sait qu'il correspond à une utilisation réduite à $q=1.160$ (mille véhicules*km). Le prix payé par les automobilistes en ce point est le coût unitaire individuel $I(1.160)$ augmenté du péage. La première composante, donnée par l'équation $I(q)$ établie ci-dessus, est 1,37 (euros/véhicule*km). Le montant annuel total du péage est de 115 millions de livres ou 165,6 millions d'euros, ce qui fait 649.000 euros par jour à péage, et 0,56 euros par véhicule*km. Le

coût unitaire supporté par les usagers est donc de 1,93. Ce chiffre dénote, soit dit en passant, une élasticité-prix de $-0,83$ de la demande d'utilisation de la zone. Les coordonnées de B' sont donc 1.160 et 1,93.

A et B' étant sur la courbe de demande, assimilée à une droite, il est facile de calculer l'équation de cette droite :

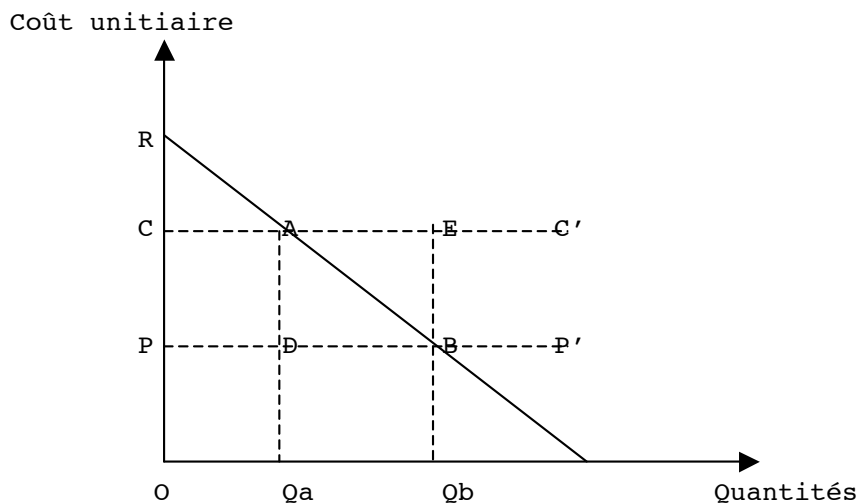
$$D(q) = 3,54 - 0,00139*q$$

L'équation de ces trois courbes permet de calculer les coordonnées de tous les points de la Figure 1, et la surface des aires intéressantes.

Annexe B : Le coût économique d'une subvention aux autobus

La figure A1 représente l'offre et la demande d'autobus. L'axe des x représente les quantités, c'est-à-dire le nombre de voyageurs (ou le nombre de voyageurs*km dans le cas d'une tarification au kilométrage). L'axe des y représente le coût unitaire, en euros par voyageur (ou par voyageurs*km). La droite AB représente la demande de déplacement en autobus. Le coût unitaire CC' est une droite horizontale. Le prix payé par l'utilisateur est PP'. C est beaucoup plus grand que P parce que l'offre est subventionnée. PC est le montant de la subvention unitaire.

Figure B1 – Transports par autobus avec subvention



In the absence of subsidy, the equilibrium would be in

En l'absence de subvention, l'équilibre s'établirait en A, avec Q_a unité de déplacements consommées à un prix C. Avec la subvention PC, la quantité consommée devient Q_b . Le coût économique de l'offre est CEQ_bO . Le montant de la subvention est CEBP.

Le surplus du consommateur qui était CRA avant la subvention est maintenant PRB. Il a augmenté de PCAB. Cette augmentation de bien-être est le gain engendré par la subvention.

Mais le coût économique a lui aussi augmenté —de AEQ_bQ_a , puisqu'il est passé de $OCAQ_a$ à $OCED_b$.

La variation de bien-être ΔW engendrée par la subvention est donc :

$$\Delta W = PCAB - AEQ_bQ_a$$

Cette formule peut être simplifiée avec quelques hypothèses raisonnables. Supposons que l'élasticité-prix de la demande est -1 , et que la subvention représente 50% des coûts. On voit que dans ce cas, $CADP = AEQ_bQ_a$, et que :

$$\Delta W = -AEB = - 1/4 PCEB = - 1/8 CEQ_bO$$

L'augmentation de bien-être engendrée par la subvention est moins importante que l'augmentation de coût également engendrée par cette subvention. La subvention entraîne un coût net. Ce coût net représente le quart de la subvention, et le huitième du coût économique total de la fourniture du service —avec les hypothèses d'élasticité de la demande et de taux de subvention utilisées.