



**Conseil Économique  
et Social**

Distr.  
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/2007/7/Add.1  
5 janvier 2007

FRANÇAIS  
Original: FRANÇAIS et ANGLAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Soixante-neuvième session  
Genève, 6-8 février 2007  
Point 10(d) de l'ordre du jour

**TENDANCES ET ÉCONOMIE DES TRANSPORTS**

Études entreprises par d'autres organisations  
sur l'économie des transports et le coût des infrastructures.

Tables rondes N<sup>os</sup> 135, 136 et 137

Communication de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OECD)  
et la Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) <sup>\*/</sup>

- Appendice 1: Conclusions de la Table Ronde N° 135 :  
Tarification des Infrastructures de Transport  
et Dimensionnement de la Capacité;
- Appendice 2: Conclusions de la Table Ronde 136 :  
Estimation et Évaluation des Coûts de Transport;
- Appendice 3: Conclusions de la Table Ronde 137:  
Transports, Formes Urbaines et Croissance Économique.

---

<sup>\*/</sup> Le présent document reproduit l'information tel qu'elle a été reçu par le Secrétariat.

## APPENDICE 1

### CONCLUSIONS DE LA TABLE RONDE N° 135 TARIFICATION DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET DIMENSIONNEMENT DE LA CAPACITÉ

#### INTRODUCTION

Une table ronde sur le thème « Tarification des infrastructures de transport et dimensionnement de la capacité » s'est tenue à l'OCDE, à Paris, les 29 et 30 septembre 2005. Elle était présidée par M. Werner Rothengatter (Université de Karlsruhe et Président de l'Association de la Conférence mondiale sur la recherche dans les transports (CMRT)). Les documents de référence utilisés étaient ceux de Mme Georgina Santos (Université d'Oxford), M. Erik Verhoef (Université libre d'Amsterdam et Institut Timbergen), M. Ken Gwilliam (Ministère des transports, Floride) et M. Barry Potter (Directeur, Fonds monétaire international).

Le Livre blanc de la Commission européenne (CE, 2001) a lancé un vaste et long débat en Europe sur la tarification de l'utilisation des infrastructures. Une réflexion analogue, mais de moins grande ampleur, se poursuit aux États-Unis sur la tarification de l'utilisation du réseau routier « en fonction de la valeur », c'est-à-dire sur l'idée d'étendre le réseau routier actuel en aménageant des voies rapides qui seraient payantes, tandis que les autres voies pourraient être utilisées gratuitement (Small, 2001). Ces deux débats mettent l'accent sur la tarification de l'utilisation des infrastructures en vue de contenir la demande de transport, ainsi que sur l'internalisation des coûts externes, qui concernent essentiellement l'impact sur l'environnement et la sécurité, en mettant en correspondance le niveau des taxes et redevances avec ces coûts à la marge. Mais après toutes les discussions consacrées à la question, de nombreux acteurs et analystes des politiques sont déçus du niveau de mise en œuvre. En effet, là où la tarification des infrastructures a été mise en œuvre – le périphérique à péage (« *toll ring* ») de Londres et la redevance autoroutière sur les poids lourds en Allemagne – les règles de tarification appliquées s'écartent nettement des concepts recommandés en planification (Prud'homme et Bocarejo, 2005). La résistance politique à une tarification plus généralisée demeure très forte. L'introduction de systèmes de tarification a souvent été motivée autant par des considérations budgétaires que par le désir d'améliorer l'efficacité du secteur des transports.

L'argument budgétaire en faveur de la tarification des infrastructures est que seules les recettes tirées de cette tarification pourraient assurer des ressources suffisantes pour financer l'infrastructure de transport nécessaire à la réalisation des objectifs de développement économique. Ce raisonnement est associé, parfois de façon implicite, à l'idée selon laquelle ces ressources ne peuvent pas provenir de la fiscalité générale, soit parce qu'il est impossible de hausser les taxes, soit parce que les crédits alloués à la politique des transports ne correspondent pas à ce que devrait être un plan financier optimal.

Dans ce contexte, la table ronde a abordé les questions suivantes, qui avaient été dans une large mesure négligées auparavant :

- Est-il possible de concevoir un quasi-marché des services infrastructurels ? Un tel marché devrait être fondé sur des prix de services infrastructurels qui non seulement soient axés sur les niveaux de demande cible, mais qui guident également les décisions

du côté de l'offre. Cette offre serait déterminée par la décision prise au sujet du dimensionnement du stock d'infrastructures.

- Est-ce que les règles de tarification examinées au cours des débats récents devraient être modifiées ? Il s'agit là essentiellement de savoir dans quelle mesure les coûts externes seraient et devraient être pris en compte dans la définition d'une règle de tarification destinée à favoriser la fourniture de services infrastructurels au moindre coût.
- Est-ce que la tarification et la fourniture de services infrastructurels au moindre coût seraient possibles sur la seule base de la distance ? Dans la négative, comment l'écart entre l'intégralité des coûts et les prix à appliquer pour une utilisation optimale serait-il couvert ?
- La résistance politique à la tarification routière est-elle inévitable ? On a voulu justifier l'instauration de la tarification des infrastructures en la présentant comme une mesure visant à améliorer l'efficacité de la réforme budgétaire. Les usagers des infrastructures, de leur côté, la voient seulement comme une taxe de plus. Aux yeux de certains groupes d'usagers, l'écart constaté entre les arguments invoqués en faveur de la tarification et les systèmes de redevances effectivement mis en œuvre – reposant par exemple sur des grandes catégories de véhicules, dont le lien avec les coûts environnementaux est plutôt vague – a enlevé de sa crédibilité à cette mesure.
- Quels mécanismes sont nécessaires pour faire en sorte que les recettes tirées de la tarification des infrastructures soient effectivement utilisées pour financer les services d'infrastructure et non affectées à d'autres usages ? Cette question est étroitement liée au débat sur l'utilité des fonds d'infrastructure, en particulier à celui qui oppose la Banque mondiale et le Fonds monétaire international en ce qui concerne la façon d'assurer le financement approprié de l'entretien du réseau routier. Tandis que la Banque mondiale y cherchait la solution au sous-financement de l'entretien routier dans certains pays clients, le FMI de son côté craignait que des mécanismes extrabudgétaires de récupération des coûts n'entraînent de plus en plus la conduite d'une politique budgétaire rationnelle. Des doutes ont également été exprimés quant aux moyens d'éviter l'utilisation abusive des fonds d'infrastructure à d'autres fins. La table ronde a montré que les opinions concernant l'issue du processus budgétaire n'étaient pas aussi divergentes que les débats antérieurs avaient pu le laisser croire et elle a fait ressortir une convergence de vues sur la nécessité d'une conception institutionnelle judicieuse de la gestion des fonds routiers pour répondre aux préoccupations du FMI.

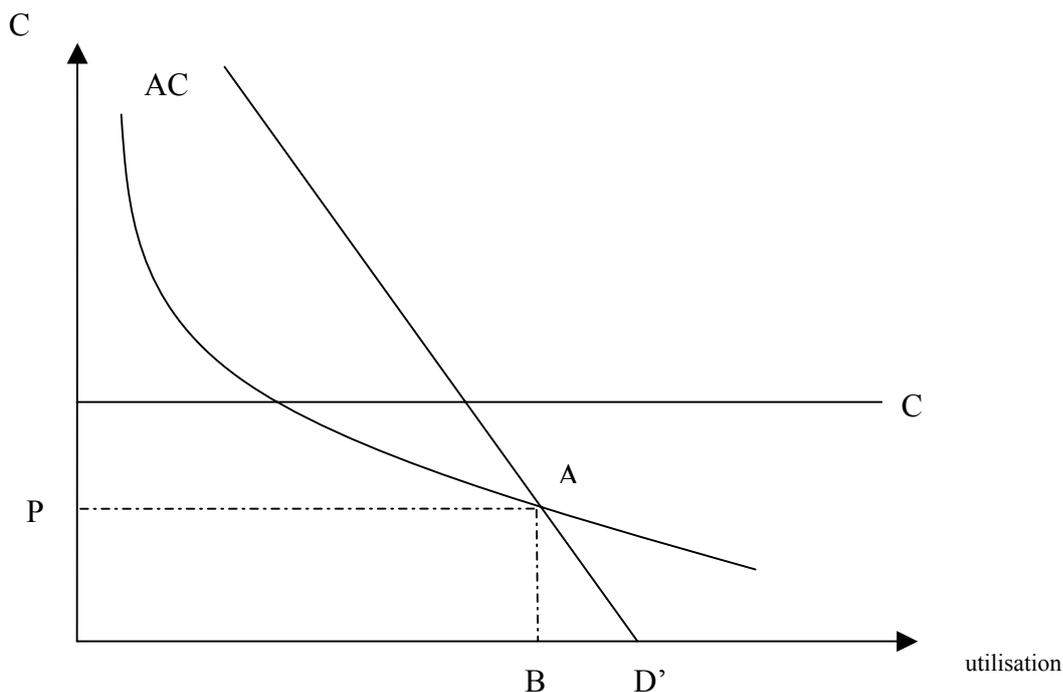
## **PRINCIPES DE TARIFICATION ET RÉCUPÉRATION DES COÛTS**

Il est intéressant de rappeler pourquoi les services d'infrastructure de transport ne sont normalement pas fournis sur des marchés privés et pourquoi également les administrations locales ou nationales jouent un rôle de premier plan dans les décisions d'investissements infrastructurels qui détermineront la capacité globale des différentes installations et réseaux. La principale caractéristique des services d'infrastructure de transport est qu'ils supposent l'existence d'un bien durable – le stock d'équipements de transport – qui ne peut être mis en place que par unités spécifiques importantes. Une fois effectué, ce type d'investissement est par

définition irrécupérable, car il n'est pas possible de transformer le stock d'équipements en un autre bien matériel, pas plus qu'il n'existe de marché de la revente pour ces équipements. Ces caractéristiques impliquent, tout au moins en situation de faible demande, que les coûts par utilisateur de l'infrastructure diminuent à mesure qu'augmentent le nombre d'utilisateurs et le niveau de service demandé par chacun d'eux.

La conclusion à en tirer du point de vue de la tarification peut être précisée par un exemple extrême. Il est possible que dans des régions géographiques à population clairsemée, tous les coûts d'infrastructure soient indépendants des faibles niveaux d'utilisation effectifs. Les coûts de construction initiaux impliquent alors un certain coût d'opportunité annuel pour le financement (la construction d'un élément d'infrastructure empiétant sur le service de la dette ou un autre service public), et les coûts d'administration et d'entretien sont déterminés par les coûts annuels fixes d'une unité minimum d'administration et d'entretien. Des niveaux d'utilisation différents, par exemple, d'un réseau routier par la population locale, sont sans incidence sur les activités courantes de l'unité en question. Dans ce cas, la perception d'une redevance d'utilisation par kilomètre d'utilisation du réseau n'améliorerait pas la prestation des services infrastructurels, mais aurait l'effet contraire, comme l'illustre la figure 1.

**Figure 1. Coûts fixes seulement : prix optimaux = 0**



La courbe de coût moyen (AC) indique la diminution des coûts annuels par unité de service, en fonction de la demande totale de services. Comme tous les coûts annuels sont fixes (C), ils diminuent de façon continue à mesure qu'augmente le niveau d'utilisation. La droite DD' indique la demande de services infrastructurels, qui est fonction des redevances perçues par unité d'utilisation. La zone située en-dessous de la courbe de demande indique les avantages découlant de l'utilisation de l'élément d'infrastructure concerné. Tout prélèvement se traduirait par une perte d'avantages, en raison de la réduction de l'utilisation de la route qui est associée à un prix nul, sans entraîner de réduction des coûts (qui sont tous fixes en raison de niveaux d'utilisation

faibles). Si un prestataire devait fournir le service à des prix par unité de service permettant de seulement couvrir les coûts, le prix serait  $P$ . À ce niveau de prix, les usagers perdraient les avantages équivalant au triangle (ABD'), sans réduction de coûts correspondante. La redevance (par kilomètre d'utilisation) optimale dans un tel cas serait de zéro. Si cela peut expliquer pourquoi il n'existe normalement pas de marchés privés de services infrastructurels, l'argument présenté ci-dessus n'implique pas pour autant qu'un prestataire ne puisse ou ne doive pas récupérer les coûts (fixes) liés à la fourniture du service. La formule optimale pour ce faire consiste à prélever une redevance forfaitaire d'accès pour tous les usagers de l'infrastructure de transport concernée, c'est-à-dire une redevance qui ne soit pas liée à l'utilisation individuelle<sup>1/</sup>. La décision relative au dimensionnement serait anodine. Les administrateurs du réseau routier investiraient dans une infrastructure de taille minimum (par exemple, à deux voies) et de la qualité souhaitable.

Une raison plus importante justifiant la participation des pouvoirs publics à la fourniture de l'infrastructure est le fait que si l'infrastructure était fournie par des entreprises du secteur privé non réglementées, il y aurait sous-utilisation des ressources investies dans le stock d'infrastructures de transport. En fait, même si tous les coûts d'infrastructure étaient des coûts fixes, un fournisseur non réglementé augmenterait le prix à un niveau tel que les effets de l'augmentation sur les recettes et la diminution induite de la demande s'annulent. Le prix serait beaucoup plus élevé que le prix  $P$  du graphique 1. Autrement dit, un fournisseur (monopolistique) chercherait à transformer les avantages des consommateurs en rente, ce qui réduirait du même coup les avantages pour la société dans son ensemble<sup>2/</sup>.

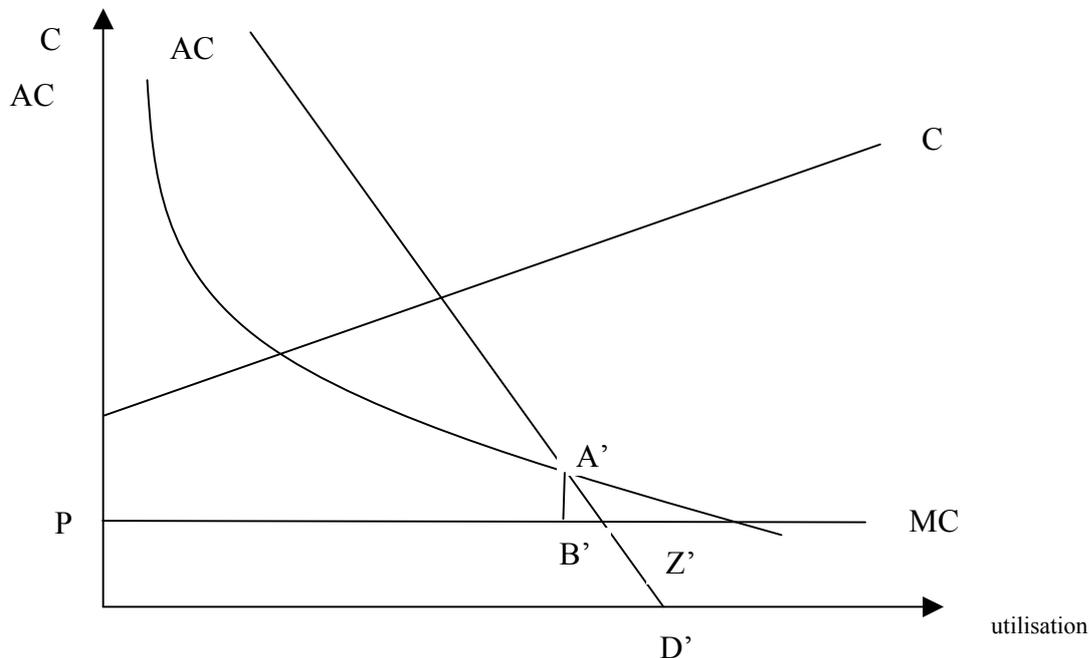
Cet argument demeure valide si les coûts d'administration et d'entretien augmentent en même temps que le nombre d'utilisateurs ou l'utilisation de l'infrastructure par utilisateur, si ces augmentations sont constantes. Une relation linéaire entre les coûts et l'utilisation des infrastructures -- qui correspond à des coûts marginaux constants -- continue de se traduire par une diminution des coûts moyens en raison des coûts de construction et d'entretien, qui sont fixes, comme le montre la figure 2. La pente des rayons à partir de l'origine du système de coordonnées sur la fonction de coût, qui indique les coûts moyens, diminue à mesure qu'augmente l'utilisation.

---

<sup>1/</sup> S'il existe une très grande diversité de types de véhicule utilisés par les usagers, un problème de distribution risque de se poser. Sur la façon d'y répondre en différenciant les redevances fixes, voir Kopp (à paraître).

<sup>2/</sup> Selon les possibilités de discrimination par les prix qui s'offrent à lui, le fournisseur pourrait utiliser les prix différenciés appliqués aux usagers pour transformer l'avantage du consommateur en profits.

**Figure 2. Coûts marginaux constants :  
les prix optimaux ne couvrent pas l'intégralité des coûts**



Si les coûts marginaux sont positifs, une utilisation additionnelle de l'infrastructure induira directement une augmentation des coûts. Si celle-ci n'est pas répercutée sur les usagers, ces derniers auront tendance à surutiliser l'infrastructure. Si un mécanisme de récupération des coûts tel qu'une redevance d'accès forfaitaire était en place, les usagers dont la demande est très forte entraîneraient des coûts supplémentaires, liés à l'utilisation, qui pourraient en partie être partagés avec les usagers à faible demande, à un niveau dépassant leur contribution aux coûts variables. Pour éviter les incitations à surutiliser l'infrastructure en ce sens, ainsi que les conséquences négatives que cela implique du point de vue de la distribution, le prix unitaire de l'utilisation de l'infrastructure devrait être équivalent aux coûts marginaux (constants).

Les recettes tirées de la tarification ne couvriraient toujours pas l'intégralité des coûts : le fait que les coûts moyens diminuent indique que les coûts supplémentaires occasionnés par une utilisation additionnelle restent inférieurs aux coûts unitaires. Cependant, un prix supérieur aux coûts marginaux serait révélateur d'une sous-utilisation du stock d'investissement (irrécupérable) accumulé. La collectivité des usagers perdrait les avantages décrits par le triangle  $A'B'Z'$ . Pour couvrir l'intégralité des coûts, une redevance d'accès fixe -- par exemple, une taxe sur les véhicules -- est nécessaire pour combler l'écart entre les coûts totaux et les recettes tirées de la tarification au coût marginal. Dans la mesure où la congestion demeure peu importante, une fonction de coût linéaire pour l'utilisation de l'infrastructure n'invalide pas l'argument ci-dessus relatif au dimensionnement : les gestionnaires des infrastructures choisiront la capacité minimum, étant donné que la demande attendue demeurera en deçà des niveaux où l'encombrement occasionnerait des pertes de temps. Comme pour le scénario « coûts fixes seulement », un fournisseur non réglementé tentera d'appliquer des politiques de tarification qui non seulement couvriront les coûts fixes mais maximiseront aussi sa rente de monopole.

## COÛTS EXTERNES DE L'UTILISATION DES INFRASTRUCTURES

### Coûts externes de la détérioration de la route

Comme cela a été mentionné dans l'introduction, les coûts externes, c'est-à-dire les coûts qui sont engendrés par un groupe d'utilisateurs de l'infrastructure et qui sont supportés par les autres usagers ou des non-usagers, ainsi que leur prise en compte dans le calcul des prix, ont occupé une place très importante dans le débat sur la tarification. Les coûts environnementaux qui préoccupent le plus les responsables politiques sont ceux qui sont supportés par les non-usagers. La partie externe des coûts de la détérioration de l'infrastructure routière et de la congestion concerne les autres usagers de la route. Comme nous le verrons, les systèmes de tarification destinés à récupérer les coûts devraient prendre en compte certains de ces coûts, mais pas d'autres, si les prix et les recettes d'équilibre sont censés guider les politiques d'investissement.

Une première catégorie de coûts « externes », la plus proche des coûts d'administration et d'entretien de base, découle de la détérioration de l'infrastructure routière (Newbery 1988). Des externalités similaires peuvent exister pour d'autres types d'infrastructures de transport. Lorsqu'un véhicule endommage le revêtement d'une route, la rugosité accrue de ce revêtement fait augmenter les coûts d'utilisation des véhicules qui circuleront sur cette route par la suite. Cette augmentation des coûts d'utilisation des véhicules constitue une externalité liée à la détérioration de la route. Sur les routes interurbaines très fréquentées, on estime que ces coûts d'utilisation des véhicules sont l'équivalent de 10 à 100 fois les coûts de d'entretien du réseau routier (Newbery, 1988, p. 298). Cette réalité n'a en général pas été prise en compte dans les débats sur l'internalisation des coûts externes dans la tarification routière à ce jour.

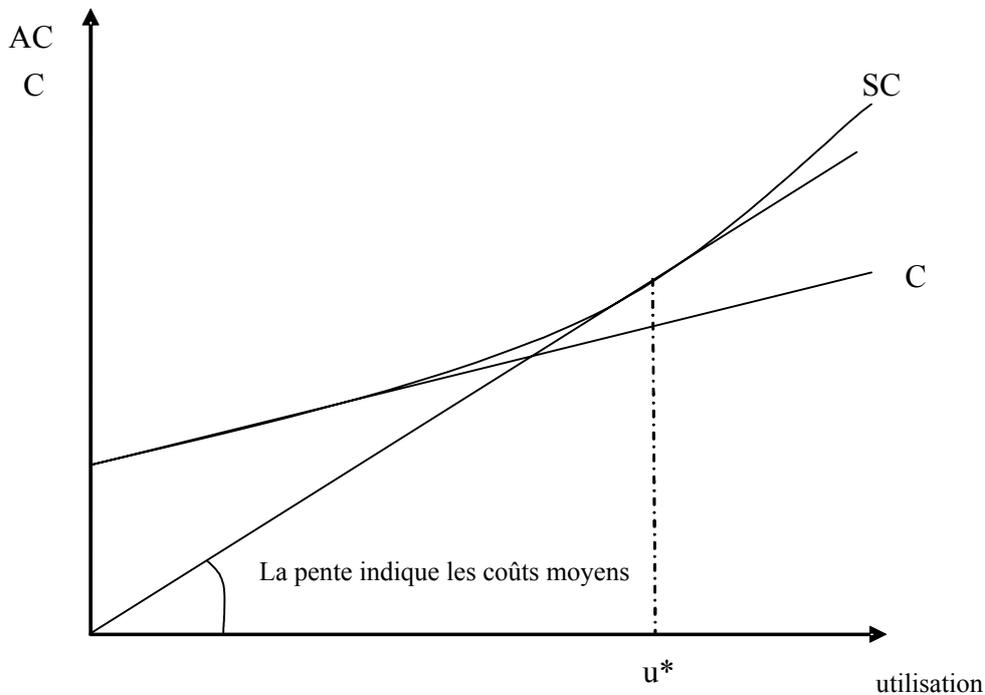
La détérioration causée par les véhicules avance la date des réparations nécessaires. Le type de détérioration le plus important se présente sous la forme d'une rugosité accrue du revêtement, qui peut être mesurée à l'aide de certains instruments, qui détectent les irrégularités de la chaussée. Pour une route bien conçue, la rugosité initiale sera faible et augmentera continuellement avec la circulation. Selon le type de chaussée, la rugosité atteint, au bout de 10 à 20 ans, un niveau qui justifie des travaux importants, par exemple un revêtement d'asphalte, pour restaurer la faible rugosité initiale du revêtement.

Les dommages que causent les véhicules à la route dépendent du type de véhicule et du type de route. Ils peuvent être mesurés par une fraction ou un multiple d'une unité de détérioration standard, par exemple la charge standard équivalente par essieu pour les routes à revêtement en dur.

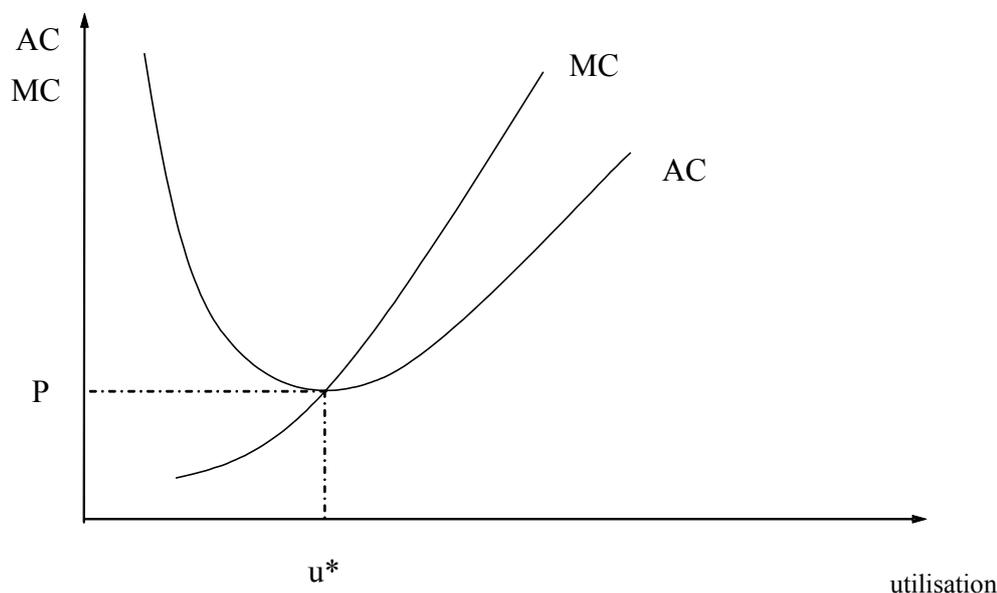
Ce qui est important dans le débat sur le lien entre les décisions en matière de tarification et celles qui concernent les investissements, c'est le fait que si les coûts externes de détérioration de la route sont pris en compte dans la fonction de coût des services d'infrastructure routière, la fonction de coût total est convexe par rapport au point d'origine. Autrement dit, les coûts supplémentaires (internes et externes) des services d'infrastructure de transport augmentent en même temps que la demande. Cela a pour importante conséquence que les coûts totaux d'infrastructure par usager ou par unité de service ne diminuent plus — comme c'était le cas pour le scénario « coûts fixes seulement » ou « coûts fixes et coûts marginaux constants » — de façon continue à mesure que la demande augmente. Du fait que l'accroissement des coûts marginaux est faible pour des niveaux de trafic peu importants, une augmentation implique que

les coût moyens pourraient diminuer pour des niveaux de demande faibles, atteindre un plancher et augmenter sous l'effet d'une forte hausse des coûts externes de détérioration de la route, comme le montre la figure 3.

**Figure 3 : Coûts d'infrastructure et externalité liée à la détérioration de la route**



Autrement dit, même si la fonction de coût, qui ne comprend que les coûts d'administration et d'entretien, devait être linéaire, les coûts externes de la détérioration de l'infrastructure routière -- l'augmentation des coûts d'utilisation des véhicules, due par exemple à la rugosité accrue du revêtement de route -- pourraient faire augmenter la fonction de coût total de façon exponentielle, c'est-à-dire plus que proportionnelle. Le minimum de la fonction de coût moyen est associé à l'égalité des coûts moyens et additionnels occasionnés par la dernière unité de service supplémentaire, indiquée par  $u^*$  dans la figure 3. La figure 4 montre la courbe de coût marginal, MC, qui indique les coûts d'entretien et d'administration additionnels ainsi que la détérioration des véhicules, qui sont causés par la rugosité accrue du revêtement attribuable à une unité de service routier supplémentaire, ainsi que la courbe de coût moyen AC, qui décrit les coûts totaux par unité de service. Elle illustre que, pour une utilisation faible, les coûts moyens sont plus élevés que les coûts marginaux. Autrement dit, pour les niveaux d'utilisation qui se situent en dessous de  $u^*$ , l'augmentation réduit le montant de ressources nécessaire par unité de service. L'efficacité du secteur infrastructurel s'accroît donc, dans la mesure où les ressources liées aux investissements antérieurs et utilisées à des fins d'entretien permettent d'accroître les services de transport.

**Figure 4. Coûts moyens et dimensionnement optimal**

Une tarification au coût marginal pour  $u^*$  couvrirait juste les coûts moyens. À un tel niveau d'utilisation, une tarification ne prenant en compte que les coûts additionnels internes et externes couvre l'intégralité des coûts de l'infrastructure, même si les infrastructures de transport ont en général des coûts de construction fixes relativement considérables. Pour une demande au moins aussi importante que l'utilisation aux coûts moyens minimums ( $u^*$ ), les redevances par unité de service couvrent l'intégralité des coûts.

C'est seulement le hasard qui fera que la demande au coût moyen minimum corresponde exactement au niveau de coût minimum.

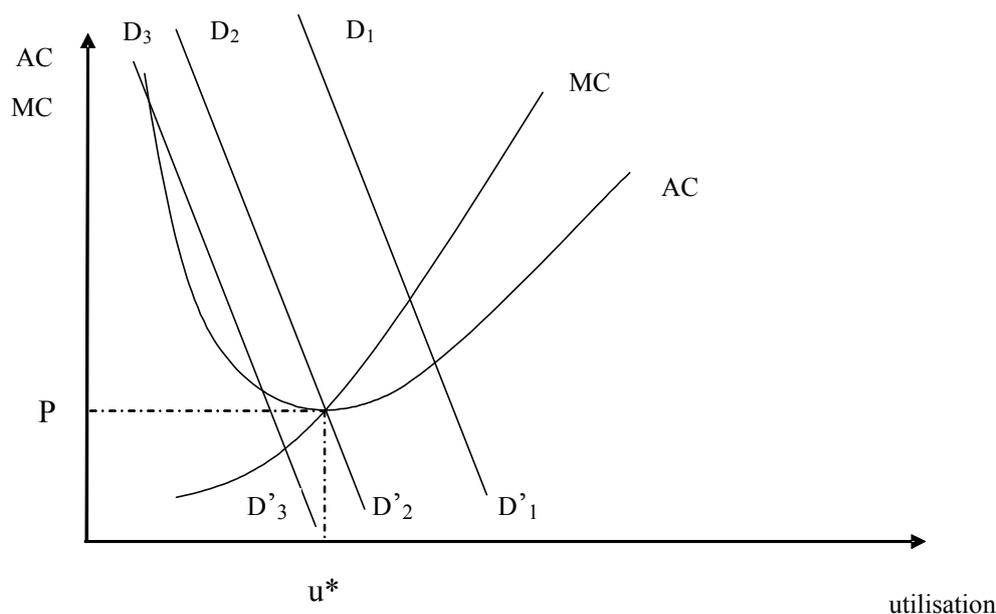
Du point de vue de la décision quant au dimensionnement de l'infrastructure, trois conséquences peuvent être envisagées :

1. Le niveau de la demande est inférieur au niveau d'utilisation correspondant au coût minimum. Dans ce cas, l'existence d'un coût moyen minimum n'a aucune importance aux yeux des gestionnaires d'infrastructure. Un accroissement de l'utilisation fera diminuer les coûts moyens et, par conséquent, les arguments présentés ci-dessus pour les situations où seuls les coûts fixes et les coûts additionnels proportionnels sont pris en compte conservent leur validité. Le prix ne devrait pas couvrir l'intégralité des coûts, car cela entraînerait alors une sous-utilisation de l'infrastructure concernée. Une redevance fixe (par exemple, une redevance d'accès, une vignette ou une taxe sur les véhicules) devrait être perçue pour combler l'écart entre les coûts totaux et les recettes correspondant au coût moyen minimum. Sachant que la demande est faible et qu'elle le demeurera, les gestionnaires d'infrastructure opteront pour un dimensionnement minimum.
2. La demande correspond exactement au niveau d'utilisation. Un prix qui couvre juste les coûts additionnels attribuables à une unité de demande supplémentaire couvrira

l'intégralité des coûts. Le dimensionnement de l'infrastructure correspond aux coûts moyens minimums.

3. La demande correspondant au prix fondé sur le coût moyen minimum est supérieure au degré d'utilisation optimal. Dans ce cas, un prix établi d'après le coût marginal produira des recettes supérieures aux coûts totaux de l'infrastructure. Dans le même temps, les usagers de l'infrastructure subiront une détérioration accélérée de leurs véhicules, causée par le degré d'usure de l'infrastructure. À mesure que l'utilisation augmente, il devient plus économique pour la société dans son ensemble d'ajouter des voies ou d'aménager une autre route qui permettra de réduire les coûts par unité de service, malgré la nécessité de financer un second bloc de coûts fixes, car cela permet d'éviter les coûts externes élevés de la détérioration des véhicules<sup>3</sup>. Avec un accroissement de l'infrastructure (nombre de voies routières et ferroviaires), la demande par élément d'infrastructure pourrait demeurer en deçà du niveau d'utilisation optimale  $u^*$ . Le prix par unité de service devrait toujours être équivalent aux coûts moyens minimums, et les éventuels déficits, couverts par une redevance fixe.

**Figure 5 : Dimensionnement optimal et demande d'équilibre**



<sup>3/</sup> Le fait qu'en l'absence de tarification, et que parce que les coûts externes n'étaient pas rigoureusement pris en compte, la demande est souvent apparue aux yeux des planificateurs comme étant trop élevée par rapport à l'optimum social, a certainement contribué à limiter le débat à la gestion de la demande dans certains contextes, comme les zones urbaines à forte densité ou les régions écologiquement sensibles. (Voir CEMT, 2003b).

## Coûts de congestion

Les coûts de congestion ont occupé dans l'élaboration des règles de tarification, ainsi que dans le débat sur les politiques concrètes à mener, une place plus importante que les surcoûts occasionnés aux propriétaires de véhicules par une surutilisation de l'infrastructure. L'aspect quantitatif des coûts de congestion est mesuré en unités de temps, à savoir le retard imputable à l'utilisation simultanée d'une infrastructure par un certain nombre d'utilisateurs, qui nuit à la fluidité de la circulation (définie par des normes de sécurité établies). L'évaluation des retards fait l'objet d'un débat incessant (voir le rapport de la Table ronde n°127). Cette Table ronde a examiné la place faite aux coûts de congestion dans les règles de tarification des infrastructures et dans les décisions quant au dimensionnement des infrastructures.

Les coûts de congestion sont « externes » car les décisions individuelles d'utiliser une route ou toute autre infrastructure de transport encombrée entraînent des retards pour les autres usagers. C'est ainsi que s'est développée l'idée selon laquelle la congestion doit être considérée comme les autres coûts externes. Il faut encadrer le comportement engendrant des coûts externes en taxant ses effets néfastes.

Les travaux théoriques qui s'inscrivent dans cette optique n'accordent guère d'attention à la fonction informative du prix de l'infrastructure pour les décisions décentralisées en matière d'investissements infrastructurels, mais sont plutôt centrés précisément sur la gestion de la demande (par exemple, Proost *et al.*, 2003b).

Les premiers travaux consacrés à la tarification optimale et à l'autofinancement des infrastructures, prenant en compte les coûts de congestion, postulaient des hypothèses assez spécifiques sur la relation entre les coûts de congestion et l'accroissement de la capacité des infrastructures de transport. Indépendamment de la tarification non linéaire ou binôme, on supposait qu'il existait des « rendements d'échelle constants dans le modèle de congestion » (Small, 2005), autrement dit, que les temps de déplacement ne variaient pas lorsque l'utilisation de l'infrastructure et la capacité routière augmentaient toutes deux de façon continue et dans la même proportion. Pareille conclusion implique des rendements constants dans la construction routière. Le fait que la plus grande partie des infrastructures de transport ne puissent être accrues que par grandes étapes distinctes ne se voit guère accorder de place dans ces considérations (voir la discussion, dans Verhoef, à paraître).

On trouve un autre élément fondamental du débat sur la tarification, qui revêt davantage d'intérêt pour le lien entre tarification et dimensionnement des infrastructures, dans les travaux expliquant dans quelle mesure la production de biens publics peut être décentralisée (voir par exemple Starrett, 1988, chapitre 4). Les biens publics sont des installations qui peuvent avoir plusieurs utilisateurs, sans que ceux-ci se gênent les uns les autres. Les biens infrastructurels appartiennent à cette catégorie particulière, dont la consommation a pour caractéristique la « non-rivalité », du fait de l'indivisibilité physique du bien. Cela implique que lorsque la demande est faible, davantage d'utilisateurs peuvent bénéficier des services sans empiéter sur la consommation de ces services par les autres. Le terme congestion désigne ici l'effet d'éviction eu égard à ces biens publics. S'agissant de finances publiques, ce qui fait l'intérêt de l'effet d'éviction, ou de la congestion, c'est de permettre l'existence d'une offre de marché décentralisée de ce type de biens publics. La collectivité d'utilisateurs est parfois appelée un

« club », pour exprimer l'idée que l'offre devrait être organisée comme si le groupe d'utilisateurs décidait collectivement comment cela devrait se faire.

Sur le fond, cet argument est identique à celui de la section précédente sur les coûts externes de la détérioration de l'infrastructure routière. Le terme « indivisibilité » implique que les infrastructures sont associées à des coûts fixes élevés. Les coûts additionnels d'administration et d'entretien qui peuvent être attribués à un utilisateur supplémentaire sont bas et souvent considérés comme constants. Autrement dit, compte non tenu des coûts externes, les coûts moyens diminuent. Si l'on ajoute les coûts de congestion, les coûts sociaux deviendront, à un certain niveau d'utilisation, plus élevés que les coûts d'infrastructure de base et augmenteront de façon plus que proportionnelle, comme le montre la figure 3. En ce cas, on aura un niveau de coût moyen minimum, qui indique comment l'unité de service doit être tarifée et quelle taille l'infrastructure devrait avoir. Le niveau des coûts de congestion est positif au point des coûts sociaux minimums. Autrement dit, la tarification de l'infrastructure ne vise pas à supprimer entièrement la congestion. Au lieu de cela, au-delà du niveau d'utilisation  $u^*$ , les usagers privilégient l'expansion de la capacité infrastructurelle par rapport à la réduction de l'utilisation des infrastructures par une tarification accrue. En prenant en compte la détérioration de la route et la congestion, on accentuera encore la croissance exponentielle des coûts sociaux des services infrastructurels.

### **Autres coûts externes**

Dans les récents débats sur la tarification, notamment dans le cadre de l'Union européenne, d'autres coûts externes, par exemple les dommages que les transports causent à l'environnement et les risques d'accident, ont été pris en compte dans les calculs aux fins de la tarification. Cette démarche est dans une certaine mesure liée à l'importance accordée à la gestion de la demande dans la tarification ; les dommages environnementaux dus à la pollution sont considérés comme analogues aux coûts de congestion. Il convient de tarifier les dommages environnementaux liés à l'utilisation de l'infrastructure de transport, afin de restreindre les comportements des acteurs qui imposent des coûts aux autres. La prise en compte de tous types de coûts externes dans le calcul des prix d'utilisation de l'infrastructure pourrait comporter des avantages sur le plan budgétaire, mais pourrait aussi avoir d'importants inconvénients pour la création d'un quasi-marché de services infrastructurels, liant une « redevance de service » aux décisions du côté de l'offre :

En général, les mesures destinées à corriger les coûts externes devraient être prises aussi près que possible de leurs causes. S'agissant de la pollution atmosphérique, les polluants devraient être taxés par principe. Ce serait le moyen le plus direct et le plus puissant d'inciter les usagers à éviter de polluer en modifiant leur comportement en matière de transport ou les technologies qu'ils utilisent. De telles mesures visant expressément à corriger les coûts externes risquent toutefois d'être coûteuses à mettre en œuvre, et il faut alors se tourner vers des instruments indirects, moins spécifiques.

Cependant, lorsque les redevances d'infrastructure sont destinées à être utilisées pour investir dans les infrastructures et/ou pour en assurer l'entretien, la tentative d'internaliser les coûts externes en appliquant une tarification par unité de service aboutit à des mécanismes de récupération des coûts au fonctionnement inadéquat : si par exemple les coûts environnementaux

sont pris en compte dans la base de calcul, moins les normes environnementales du parc de véhicules seront rigoureuses, plus le financement des infrastructures sera généreux.

Dans le processus décisionnel, les gestionnaires du réseau routier, le secteur de la construction, etc., pourraient donc avoir une raison de s'opposer aux mesures législatives destinées à réduire les dommages environnementaux causés par les transports. Si l'on exclut les coûts environnementaux et autres coûts du système de tarification des infrastructures, il faudra prendre d'autres mesures spécifiques pour les réduire. La nécessité de prendre des mesures correctives spécifiques à l'égard de certains coûts externes a été examinée sur la base du document de référence de Santos (à paraître), qui s'intéresse également aux coûts et avantages de l'affectation des taxes correctives. Les mesures visant à corriger les coûts externes – par exemple les taxes sur les carburants destinées à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> – infléchiront la courbe de la demande, dans les figures présentées ci-dessus, vers la gauche. Les arguments exposés précédemment quant à la tarification optimale et au dimensionnement conservent toute leur validité si on entend par « demande » celle qui subsiste une fois prises les mesures correctives appropriées (autres que les redevances d'utilisation des infrastructures).

### **LES FONDS D'INFRASTRUCTURE COMME MÉCANISMES DE RÉCUPÉRATION DES COÛTS**

Si l'on peut faire valoir qu'un quasi-marché de services infrastructurels est concevable et possible, il ne faut pas en conclure pour autant qu'il soit nécessairement souhaitable. Dans l'un des volets de la Table ronde, les participants ont tenté de préciser si des mécanismes extrabudgétaires de récupération des coûts étaient nécessaires, et quels seraient leurs avantages par rapport à un système budgétaire classique de financement des investissements infrastructurels et de l'entretien des infrastructures.

Au cours du débat, les participants sont revenus sur le débat qui a cours entre le Fonds monétaire international et la Banque mondiale quant à l'utilité des fonds routiers (essentiellement dans les pays en développement). Le FMI est d'avis que la création de fonds d'infrastructure constitue une menace pour le processus budgétaire ordinaire, limitant les possibilités de programmation budgétaire rationnelle, particulièrement lorsque les recettes fiscales fluctuent. Autre préoccupation, les fonds d'infrastructure pourraient être utilisés de façon abusive, et le seraient, à d'autres fins que le financement des infrastructures ou pour des projets extravagants. En fait, l'application des concepts de taxation optimale (ou d'une interprétation de ces concepts) aboutirait au même résultat que le scénario du quasi-marché ébauché ci-dessus (par exemple, Diamond, 2003a) : la fourniture des biens publics devraient être financée par des redevances fixes et des taxes linéaires sur les échanges nets de biens et de services. La question est de savoir si l'issue du processus politique chapeautant la fourniture d'infrastructures de transport équivaldra au résultat d'une planification prenant exclusivement en compte les intérêts des utilisateurs de l'infrastructure (Potter, à paraître).

L'expérience de la Banque mondiale contraste fortement avec les craintes du FMI (Gwilliam, à paraître). L'entretien insuffisant du réseau routier est considéré comme le problème prioritaire dans de nombreux pays clients. En Afrique, on estime qu'au cours des deux décennies 70 et 80, un parc routier d'une valeur de 45 milliards USD a été perdu en raison d'un entretien insuffisant. Cette perte aurait pu être évitée si l'on avait consacré 12 milliards de dollars

seulement à l'entretien préventif (Brushett, 2002). Rares sont les comparaisons systématiques des dépenses prévues et effectives pour les investissements dans les transports et l'entretien. La Banque mondiale a procédé à une évaluation de cette information, qui révèle que dans tous les pays de l'échantillon, les dépenses effectives se situaient nettement en dessous des niveaux prévus, la proportion la plus élevée étant de 58 % et la plus basse, de 15 %.

Si les problèmes de financement des investissements dans les infrastructures de transport et d'entretien peuvent être moins aigus dans les pays où l'administration budgétaire est bien développée, on constate un effort quasi universel pour multiplier les partenariats public-privé dans les infrastructures de transport afin de mobiliser le financement nécessaire aux projets prévus. Cela tendrait à montrer que l'on estime que le processus budgétaire privilégie d'autres portefeuilles par rapport à la politique des transports. Si tel est le cas, des mécanismes extrabudgétaires de récupération des coûts, élaborés selon le concept d'autofinancement présenté plus haut amélioreraient la contribution du secteur des transports au développement économique général.

En partie en réponse à la crainte que les fonds d'infrastructure puissent être utilisés de façon abusive, pour en tirer des profits cachés ou une rente bureaucratique, on a imaginé les « fonds routiers de deuxième génération ». Ce concept donne un exemple de la façon dont on peut contenir les risques de réaffectation des fonds à d'autres usages et s'assurer qu'ils sont utilisés dans l'intérêt des utilisateurs d'infrastructures. Les fonds d'infrastructure doivent être organisés selon les principes suivants :

- i) Les redevances doivent être prélevées en sus et de façon entièrement indépendante du niveau des taxes perçues auprès des usagers de la route au titre des recettes générales.
- ii) Le produit des redevances doit être directement versé au Fonds, indépendamment des crédits provenant du budget général.
- iii) Le fonds d'infrastructure doit être géré par un Conseil représentant les utilisateurs d'infrastructures, qui déterminera simultanément le niveau des redevances et le type de service privilégié.
- iv) Le Conseil doit établir des procédures internes efficaces d'affectation, qui guideront les décisions d'affectation courantes.

Autrement dit, les « fonds d'infrastructure de deuxième génération » devraient avoir le statut d'une agence autonome, qui contrôle le financement de l'entretien et si possible des investissements. Ils devraient essentiellement être dirigés par les usagers, qui auraient ainsi intérêt à insister sur une gestion efficace du point de vue commercial et professionnel.

Toutefois, les fonds d'infrastructure continuent de faire l'objet d'un débat très animé. Cela tient essentiellement au fait que la réflexion sur les questions institutionnelles et sur la bonne gestion des fonds n'est pas menée de pair avec un débat sur la source des fonds. Dans de nombreux pays, en particulier ceux où l'administration budgétaire est faiblement développée, les tenants des fonds d'infrastructure proposent de les alimenter par des taxes sur les carburants. Étant donné que ce type de prélèvement peut avoir des finalités très diverses, dont certaines sont

dans une large mesure étrangères à une politique nationale d'infrastructure, il enfreindrait le principe à l'origine des fonds de deuxième génération. Comme les taxes sur les carburants contribuent à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, alimenter les fonds infrastructurels par ce type de taxes aurait finalement pour fâcheux effet d'associer qualité d'infrastructure et dommages environnementaux. Le niveau souvent élevé des taxes sur les carburants soulèverait également des doutes quant à la crédibilité d'une politique à l'égard des fonds d'infrastructure qui confirmerait les inquiétudes concernant la recherche de rente bureaucratique ou de monopole.

La création de fonds d'infrastructure doit être indissociables de l'application de règles efficaces pour leur dotation. Cela est également de nature à accroître l'acceptabilité d'un quasi-marché des services infrastructurels ; toutes les recettes tirées de la tarification seront réinjectées du côté de l'offre. Les choix en matière de dimensionnement visent à offrir le service aux coûts moyens minimums, y compris les coûts externes de la détérioration de la route et de la congestion. Les redevances par unité de service seront fondées sur les coûts supplémentaires découlant de faibles augmentations du niveau d'utilisation. Selon un tel modèle, les usagers peuvent plus facilement assimiler la redevance à un paiement pour les services infrastructurels présents ou futurs. C'est un système qui permet d'éviter l'impression qui se dégage des débats publics actuels selon laquelle les redevances d'infrastructure sont des hausses de taxes qui ne veulent pas dire leur nom.

## CONCLUSIONS

Le débat actuel sur la tarification des infrastructures est dominé par des considérations relatives à la gestion de la demande, autrement dit la question de savoir comment le transport peut être maîtrisé ou le partage modal modifié de façon à mieux prendre en compte, par exemple, les coûts environnementaux ou les coûts d'accidents associés au transport. Dans ce débat, les « prix » apparaissent comme une sorte de taxe. La Table ronde avait pour objectif de pousser le débat un peu plus loin et de trouver des réponses aux questions suivantes :

- Est-il possible de définir un système de tarification qui non seulement envoie des signaux de coûts aux usagers du système de transport mais également informe les gestionnaires d'infrastructures sur le type d'investissement à faire et le dimensionnement à prévoir ?
- Est-ce que les règles de tarification examinées sous l'angle restrictif de la gestion de la demande restent en place si elles ont pour vocation plus large de guider les investissements infrastructurels ?
- Est-ce qu'un système de tarification et de récupération des coûts devrait entièrement reposer sur une tarification par unité de service (qui prend souvent la forme d'une redevance kilométrique) ?
- Est-ce que les redevances de services infrastructurels devraient être considérées comme des taxes ?

- Comment peut-on mettre au point un mécanisme de récupération des coûts qui soit dans l'intérêt des utilisateurs ? Comment peut-on limiter au minimum les risques d'utilisation abusive d'un mécanisme tel qu'un fonds d'infrastructure ?

La Table ronde est parvenue aux conclusions suivantes :

La tarification des services infrastructurels peut renseigner sur le lieu et l'ampleur des investissements infrastructurels nécessaires. Pour ce faire, elle doit suivre des règles strictes.

La tarification par unité de service infrastructurel doit être établie d'après les coûts additionnels occasionnés par la dernière unité de service supplémentaire pour l'administration routière, l'entretien et les coûts externes qui sont directement liés à la prestation des services, à savoir les coûts d'utilisation des véhicules qui découlent des externalités de détérioration de la route et de congestion. La prise en compte d'autres coûts externes à la marge, comme les coûts environnementaux et les coûts d'accidents, peut entraîner une sous-utilisation des infrastructures. Pour corriger ces coûts externes des transports, il convient d'opter pour d'autres instruments que la tarification des infrastructures par unité de service.

Lorsque les coûts externes de la détérioration de la route et les coûts de congestion ne sont pas élevés, autrement dit dans des situations d'utilisation relativement faible, les recettes tirées d'une tarification assise sur les coûts additionnels correspondant à la dernière unité de service ne couvriront pas l'intégralité des coûts. Une redevance fixe devra alors compléter la redevance unitaire pour mettre en place un mécanisme de récupération de l'intégralité des coûts des services infrastructurels.

Un mécanisme de récupération des coûts distinct du processus budgétaire pourrait aider à corriger la position défavorable que la politique des transports semble parfois occuper dans le processus budgétaire. Il permettrait également d'éviter que le contribuable et le public en général n'assimilent l'instauration d'un système de tarification des infrastructures à une nouvelle hausse de taxes.

Du point de vue organisationnel, la conception d'un mécanisme de récupération des coûts tel qu'un fonds d'infrastructure doit reposer sur la certitude que les ressources mises à la disposition du fonds sont celles qui ont été identifiées d'après les concepts de tarification optimale et d'investissement déjà mentionnés. Il faut veiller à ce que les usagers de l'infrastructure puissent exercer un droit de contrôle sur la gestion du fonds.

## RÉFÉRENCES

- Brushett, S. (2005). Gestion et financement des infrastructures de transport routier en Afrique. Document d'analyse n° 4, Gestion et financement de la route – Série GFR. Banque mondiale, Washington.
- CEMT (2003). *La réforme des taxes et des redevances dans les transports*. Paris.
- Commission des Communautés européennes (2001). Livre blanc : La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix. Bruxelles.
- Diamond, P. (2003). *Taxation, Incomplete Markets, and Social Security*. Cambridge, Mass.
- Gwilliam, K. (à paraître). The role of road funds in improving maintenance. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Tarifification des infrastructures de transport et dimensionnement de la capacité*. Paris.
- Kopp, A. (à paraître). Fairness, efficiency and the simultaneity of pricing and infrastructure capacity choice. *European Transport* 26.
- Newbery, D. M. G. (1988). Road damage externalities and road user charges. *Econometrica* 56: 295-316.
- Potter, B. (à paraître). Budgeting for road maintenance. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Tarifification des infrastructures de transport et dimensionnement de la capacité*. Paris.
- Proost, S., K. Van Dender, C. Courcelle, B. L. De Borger, et J. Peirson (2002). How large is the gap between present and efficient prices in Europe? *Transport Policy* 9: 41-57.
- Prudhomme, R., et J. P. Bocarejo (2005). The London congestion charge: a tentative economic appraisal. *Transport Policy* 12: 279-87.
- Santos, G. (à paraître). Road user charges and infrastructure. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Tarifification des infrastructures de transport et dimensionnement de la capacité*. Paris, *Rapport de la Table ronde n°136*. Paris.
- Small, K. et Y. Jan (2001). The value of "value pricing": second-best pricing and product differentiation. *Journal of Urban Economics* 49: 310-336.
- Starrett, D. A. (1988). *Foundations of Public Economics*. Cambridge, Mass.
- Verhoef, E. (à paraître). Self-financing of infrastructure services. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Tarifification des infrastructures de transport et dimensionnement de la capacité*. Paris, *Rapport de la Table ronde n°136*. Paris.

## APPENDICE 2

### CONCLUSIONS DE LA TABLE RONDE 136 : ESTIMATION ET ÉVALUATION DES COÛTS DE TRANSPORT

#### INTRODUCTION

La Table ronde 136 “Estimation et évaluation des coûts de transport ” s’est tenue à Paris les 1<sup>er</sup> et 2 décembre 2005. Les discussions de cette Table ronde se sont appuyées sur quatre documents de référence introduisant les questions de fond liées à ce thème.

Antonio Estache (Banque mondiale) et Lourdes Trujillo (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) ont soumis un rapport sur l’importance de l’estimation des coûts de transport pour évaluer les politiques de transport et sur les principales méthodes d’estimation (Estache et Trujillo, à paraître). Piet Rietveld *et al.* ont présenté un rapport sur l’estimation des coûts des différents modes de transport dans le but de fixer des limites réglementaires aux redevances d’utilisation des infrastructures. Carlos Barros a exposé une approche économétrique de l’analyse de l’efficacité des aéroports en l’appliquant aux aéroports portugais. Enfin, Philippe Gagnepain (Universidad Carlos III, Madrid) et Marc Ivaldi (Université de Toulouse) ont étendu cette approche économétrique à l’estimation des fonctions de coûts en tenant compte de l’effet incitatif des régimes réglementaires sur l’effort de réduction des coûts des sociétés de transport urbain et des compagnies aériennes.

La Table ronde était présidée par Tae Oum (University of British Columbia), éminent spécialiste des études de coûts et des politiques de transport, en particulier dans le secteur de l’aéronautique. D’autres experts de premier plan d’Europe, du Japon et des Etats-Unis, ayant des compétences techniques ainsi qu’une vision économique du sujet, ont participé à la Table ronde. Les documents de référence et la liste des participants ont été distribués aux membres du Comité.

Cette Table ronde sur l’estimation et l’évaluation des coûts de transport avait pour objet d’étudier un certain nombre d’objectifs des politiques de transport actuelles :

- Malgré l’engagement quasi-universel de garantir l’efficacité dans le secteur des transports, les données empiriques nécessaires pour évaluer la productivité globale de ce secteur, aussi bien dans le domaine des services d’infrastructure que de l’exploitation des modes de transport individuels, sont souvent insuffisantes. Les données pertinentes ne sont pas disponibles ou manquent de crédibilité en raison de leur qualité médiocre.
- Les efforts visant à prescrire des règles tarifaires aux prestataires de services de transport du secteur public et du secteur privé ont donné un nouvel élan à la réalisation d’études de coûts. Les études impliquent de disposer d’informations sur les ressources nécessaires pour fournir des services d’infrastructure techniquement efficaces, c’est-à-dire engendrant le moindre coût par unité de service supplémentaire d’une qualité donnée. Ces coûts peuvent différer des coûts observés actuellement, car l’absence de concurrence peut susciter des rentes administratives ou de projets ostentatoires.
- De façon plus générale, étant donné que tous les systèmes de transport et toutes les infrastructures ne peuvent être soumis à la concurrence du marché (Knieps, 2005), les

régulateurs sont fortement tributaires des informations sur les coûts et les fonctions de coûts pour pouvoir déterminer le fond et la forme de la réglementation. La concurrence par comparaison (Bouf et Lévêque, 2005) récompense les efforts des entreprises de transport et d'infrastructures qui se rapprochent des meilleures pratiques technologiques, ce qui implique une identification empirique des cas de meilleures pratiques.

- Etant donné que même les entreprises dont les coûts sont les plus bas dans la pratique peuvent ne pas utiliser les modèles ou les inventions disponibles, les coûts observés peuvent être sensiblement supérieurs à un niveau de coûts possible. Il est alors essentiel de disposer des informations techniques les plus récentes pour prendre des décisions en matière de tarification et de réglementation, y compris pour encourager l'adoption de nouvelles technologies. Comme les coûts des facteurs de production et des catégories de main-d'œuvre diffèrent souvent selon les régions, il faut compléter la collecte de l'information technique par une analyse économique ou économétrique pour déterminer les moindres coûts des services de transport ou d'infrastructure. La Table ronde avait donc également pour objectif de favoriser la communication entre des experts ayant une vision professionnelle différente de l'évaluation des coûts et des efficacités dans le secteur des transports.

Après à la présentation du programme de discussion par le Président et sur la base des documents de référence, la Table ronde a abordé les sujets suivants :

- Suite à la présentation d'Antonio Estache et Lourdes Trujillo (à paraître), les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'estimation des coûts de transport ont été étudiés. La pertinence des différentes méthodes et leur lien avec les objectifs des politiques de transport dépendent de l'objet des analyses de coûts et du coût de leur application.
- Afin d'illustrer les difficultés liées aux objectifs des études de coûts, y compris de l'estimation des coûts sociaux, ainsi que les problèmes pratiques liés au manque de données et de ressources, la Table ronde a étudié une proposition de mécanisme de facturation destiné à couvrir les coûts de maintenance de tous les modes de transport terrestre aux Pays-Bas (Rietveld *et al.*, à paraître).
- A titre d'exemple d'application d'une analyse formelle de comparaison de coûts, les participants ont discuté de l'analyse comparative de l'efficacité des aéroports portugais, présentée par Barros (à paraître).
- Ce type d'analyse a été élargi pour y inclure des variables rendant compte de la réglementation en vigueur, comme illustré dans le rapport de Gagnepain et Ivaldi (à paraître). Ses mérites ont été étudiés à travers l'exemple de son application aux systèmes de transport public dans les villes françaises et de la libéralisation des compagnies aériennes européennes.

## **INFORMATION SUR LES COÛTS ET OBJECTIFS DE LA POLITIQUE DES TRANSPORTS**

L'objectif premier des responsables de la politique des transports est probablement de mettre en œuvre un secteur des transports efficient ou qui contribue autant que faire se peut au développement économique général. En d'autres termes, la politique des transports a ou doit avoir pour objectif de permettre la mobilité des biens et des personnes en sacrifiant un minimum d'autres biens et services ou en consommant un minimum de facteurs de production.

De manière plus spécifique, des coûts de transport supérieurs au minimum possible réduisent la compétitivité des économies nationales en majorant le prix des biens importés, en réduisant le produit net des biens exportés, et en diminuant les revenus réels par le biais d'une augmentation des prix des produits nationaux (cf. Clarke, Dollar et Micco, 2004).

Au niveau régional, des coûts de transport élevés engendrent des distorsions dans la répartition de la main-d'œuvre et annulent une partie des effets d'agglomération bénéfiques des villes et des zones métropolitaines. Ces effets d'agglomération sont considérés comme essentiels pour l'accumulation des connaissances et la croissance économique à long terme (Black et Henderson, 1999).

Au niveau local, des coûts de transport élevés pénalisent le fonctionnement des marchés des biens et des facteurs de production. Les disparités géographiques des marchés de la main-d'œuvre, résultant des coûts élevés du transport intra-urbain, sont un exemple de ce type de dysfonctionnement des marchés qui a récemment suscité l'intérêt des chercheurs dans ce domaine (Patacchini et Zenou, 2005).

En règle générale, une réduction des coûts de production fait progresser le revenu réel de la population. Les pressions sur les coûts sont habituellement exercées par les forces du marché. Cependant, des pans entiers du secteur des transports échappent aux forces du marché qui incitent entreprises et ménages à s'adapter à l'offre de moyens de production et à adopter des technologies à moindre coût (Rapport de la Table ronde 129). Dans ce contexte, la politique des transports doit inclure des mesures pour indiquer aux producteurs et aux consommateurs les pénuries relatives et pour aider à la mise en œuvre de solutions à moindre coût pour la fourniture de services d'infrastructure et de transport. Ces incitations ne sont possibles que si les coûts des services d'infrastructure et de transport peuvent être évalués et contrôlés.

Pour pouvoir mettre en œuvre des mesures réglementaires ou tarifaires efficaces, les responsables de la politique des transports ont absolument besoin de données à jour et fiables sur les coûts. Étant donné que ces données sont recueillies pour contrôler plus efficacement les entreprises qui les fournissent, leur collecte peut se heurter à une certaine résistance. Dans ce cas, le contrôle de leur qualité peut occasionner des coûts élevés. De plus, des données sur les infrastructures et les services de transport peuvent se révéler assez peu significatives au regard des objectifs d'efficacité globaux. Si les prestataires jouissent d'un pouvoir monopolistique parce qu'ils disposent d'une infrastructure essentielle, certains coûts peuvent refléter des rentes de monopole. Ils peuvent résulter d'un surcroît de personnel ou de salaires plus élevés que ceux payés pour des emplois similaires dans le secteur privé. Dans d'autres cas, les prestataires de services peuvent facilement obtenir des subventions publiques pour couvrir les déficits. Les

niveaux de coûts signalés peuvent ainsi refléter, par exemple, un taux élevé de syndicalisation de la main-d'œuvre, qui permet de négocier des salaires élevés et des effectifs importants (cf. Laffont et Tirole, 1986). Dans un premier temps, la mesure des coûts observables sur le marché permet d'identifier les infrastructures ou les entreprises de transport qui mettent en œuvre les meilleures pratiques. Connaître ce type d'entreprises permet de réduire les inefficacités relatives du marché en fournissant des informations et/ou des incitations réglementaires en vue d'imiter des technologies et des comportements synonymes de meilleures pratiques

Même dans cette optique plus modeste, il n'est pas évident de déterminer comment les coûts doivent être mesurés et quelles sont les méthodes comptables les plus utiles. Les objectifs de réglementation sont grandement facilités par la création d'entités séparées de comptabilisation des coûts, d'une part, pour les segments des activités de transport ou des services d'infrastructure qui sont ou peuvent être exposés à des pressions du marché pour faire baisser les coûts (Knieps, 2005) et, d'autre part, pour ceux qui bénéficient des avantages d'un monopole naturel ou d'une installation essentielle (Estache et Trujillo, à paraître). Une telle séparation réduirait les opportunités de diffusion de pressions réglementaires en attribuant arbitrairement des éléments de coûts à certaines activités.

Les débats sur les performances relatives des entreprises de transport ou des infrastructures pâtissent de ce qu'il n'existe pas une méthode unique pour mesurer les performances. Si des mesures de performance partielle sont utilisées, un certain nombre d'indicateurs peuvent naturellement donner des signaux conflictuels sur la performance.

Tableau 1. **Indicateurs de performance partielle**

Opérateur	Main-d'œuvre (L)	Capital (K)	Production (Y)	Y/L	Y/K
A	200	2	2000	10	1000
B	400	1	2000	5	2000

Estache/Trujillo, à paraître.

Si l'on compare la productivité de la main-d'œuvre (colonne 5), l'opérateur A enregistre la meilleure performance. Par contre, si l'on choisit la productivité du capital comme indice de classement, c'est l'opérateur B qui est le plus performant. L'ambiguïté de la mesure de la performance partielle ne peut être résolue que si l'on mesure la production par « agrégat » de facteurs de production. Malheureusement, l'agrégat de référence pour la mesure de la performance peut être défini de plusieurs façons. La mesure de la performance *totale* d'une entreprise ou d'une structure nécessite d'avoir recours à des indices pour pouvoir exprimer la productivité totale des facteurs (Coelli *et al.* 1998, ch. 4). La formule de l'indice de Tornquist est utilisée dans la plupart des applications empiriques pour le calcul des indices de niveaux de production et de facteurs de production (voir Annexe). Pour cet indice, comme pour la plupart des autres applications intégrant l'influence des facteurs de production individuels sur les niveaux de production, on postule qu'il existe une relation fonctionnelle selon laquelle un certain pourcentage d'augmentation des facteurs de production individuels entraîne un taux d'augmentation constante de la production.

Mesurer l'efficacité d'une structure ou d'une entreprise comporte trois dimensions que les méthodes formelles d'estimation des coûts tentent de dissocier (voir Annexe).

- La technologie à moindre coût est-elle utilisée ? Plus précisément, y a-t-il d'autres technologies qui nécessitent un nombre plus restreint d'un ou plusieurs facteurs de production par unité de production ? Les réponses à ces questions permettent de déterminer si l'entreprise est *efficace sur le plan technique*.
- Le prestataire intègre-t-il de façon adéquate le prix des facteurs de production nécessaires ? En d'autres termes, utilise-t-il la bonne combinaison de facteurs de production ? On peut parler d'*efficacité allocative* si aucune économie de coût ne pourrait être réalisée en changeant la part des différents facteurs de production dans les coûts totaux.
- On peut parler d'*efficacité d'échelle* si les coûts par unité de service ne peuvent être réduits en changeant la taille de l'entreprise ou de l'installation.

La Table ronde a étudié dans quelle mesure les méthodes d'évaluation standard de la fonction de production et de la fonction de coût négligeraient les données techniques. Un programme de recherche sur les fonctions de production technique dans le domaine économique (cf. le compte rendu de Wibe, 1984, et de Chenery, 1992) est actuellement suspendu. Il a eu très peu d'impact sur l'estimation et l'évaluation des coûts malgré des applications remarquables dans le secteur des transports. Vernon Smith (1957) a appliqué l'approche de la fonction de production technique au secteur des poids lourds, De Salvo (1969) au secteur des chemins de fer et Hildenbrand (1981) à la flotte de pétroliers norvégiens. L'intérêt, pour les régulateurs, d'une intégration des données techniques dans les modèles de simulation économique a récemment été démontrée dans le secteur des télécommunications (Gasmi *et al.*, 2002).

### **Estimation des coûts dans la pratique**

Même s'il est, en principe, aisé de savoir quelles informations sur les coûts sont nécessaires et comment les estimations de coûts doivent être réalisées, les applications destinées à résoudre les problèmes concrets d'élaboration de la politique apparaissent souvent différentes. Les raisons de ces différences sont nombreuses.

- Tout d'abord, la pénurie de données sur les coûts semble être un problème que l'on rencontre particulièrement dans le secteur des transports.
- Comme nous l'avons indiqué précédemment, la qualité des données peut laisser à désirer lorsque les intérêts stratégiques ou économiques de ceux qui les fournissent en dépendent.
- Les coûts de la collecte des données ou de leur suivi sont tels que les avantages de la prise en compte de ces données dans le processus d'élaboration de la politique ne justifient pas ces dépenses.
- Enfin, l'application des méthodes d'estimation et d'évaluation des coûts peut se révéler difficile à traduire dans le processus d'élaboration de la politique et on leur substitue des méthodes imparfaites.

Toutefois, l'imprécision des informations quantitatives obtenues par le biais de mesures ad hoc approximatives peut être importante. La Table ronde a abordé ce type de problèmes, à partir du document de référence de Rietveld *et al.* sur l'introduction de redevances d'utilisation des infrastructures routières, ferroviaires et de navigation fluviale dans le but de couvrir les coûts de maintenance des infrastructures aux Pays-Bas.

Le point de départ de cette proposition est le concept de tarification au coût marginal social. Faire payer aux usagers le surcoût dû à l'augmentation de l'usage des infrastructures est la règle de tarification qui devrait favoriser une utilisation optimale des infrastructures. Un prix supérieur au coût marginal entraînerait une sous-utilisation de l'infrastructure et un prix inférieur une surutilisation, avec une congestion importante. Il est admis qu'en principe il convient de faire payer aux usagers non seulement le surcoût d'utilisation de l'infrastructure, mais également les coûts externes liés aux dommages environnementaux, à l'accroissement des risques d'accidents, à l'augmentation des encombrements, etc. Ces méthodes de tarification des services d'infrastructure sont toutefois sans lien avec la récupération des coûts. En règle générale, une politique de tarification autofinancée nécessiterait une tarification au coût marginal par unité de service majorée d'une redevance d'accès fixe pour couvrir la totalité des coûts. De plus, les incitations destinées à contenir les coûts externes du transport ne sont pas nécessairement assurées par des redevances par unité d'infrastructure utilisée. D'autres instruments destinés à les internaliser sont en place (tels que les taxes sur les carburants pour limiter les émissions de CO<sub>2</sub>). Ils devraient être révisés si la tarification des coûts externes devait être intégrée dans des redevances d'utilisation des infrastructures pour couvrir les coûts de maintenance.

Pour tenir compte de ces difficultés, un modèle relativement simple d'allocation des coûts a été proposé. Il part de l'observation selon laquelle tous les coûts de maintenance ne varient pas en fonction de l'usage des infrastructures et qu'il y a donc des coûts de maintenance fixes et variables. Pour le recouvrement des coûts, les coûts d'infrastructure fixes et variables sont attribués aux différents types de véhicules, donnant lieu à des recommandations sur les tarifs à appliquer par unité de distance.

### **Coûts sociaux des transports et fonctions de coût**

Les coûts marginaux de base sont identifiés à l'aide des informations techniques. Pour le transport routier, ils sont calculés d'après les facteurs de charge par essieu, déterminés à partir de la loi de la puissance quatrième de l'AASHO. Des données techniques similaires ont été utilisées pour calculer les coûts marginaux des infrastructures pour le transport par rail ou par voie navigable. Les redevances par véhicule-kilomètre destinées à couvrir les surcoûts par véhicule-kilomètre en termes d'usure, de bruit et d'accroissement des risques d'accidents ne suffiront pas toutefois à couvrir les coûts moyens totaux par véhicule-kilomètre. C'est notamment le cas si les coûts de congestion – c'est-à-dire les coûts externes directement liés à l'usage de l'infrastructure – ne sont pas pris en compte dans le calcul. À l'exclusion d'autres systèmes de tarification non linéaires, les coûts fixes doivent être attribués aux différents types de véhicules et traduits en redevances par véhicule-kilomètre.

Comme le montrent les coûts indiqués dans les documents de référence, même si on limite la récupération des coûts aux coûts de maintenance, une part significative des coûts correspond à

des coûts fixes. Ainsi, 55% des coûts de maintenance des autoroutes néerlandaises sont des coûts fixes.

L'allocation des coûts fixes au prix par véhicule-km suit souvent des règles ad hoc se rapportant aux caractéristiques techniques de véhicules et/ou aux coûts externes supposés associés à certains types de véhicules. La proposition néerlandaise pour la couverture des coûts de maintenance attribue les coûts de maintenance fixes aux différents types de véhicules en fonction de leur taille moyenne. Cette proposition suit les recommandations de la Commission européenne d'imputer les coûts fixes sur la base de facteurs d'équivalence-kilomètre (UE 1999, directive 1999/62/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la taxation des poids lourds pour l'utilisation de certaines infrastructures, Communautés européennes, Bruxelles). Le taux de base calculé de cette manière est complété en différenciant les redevances destinées à couvrir les coûts de maintenance fixes en fonction des coûts externes sociaux, et en particulier de la contribution des différentes catégories de véhicules aux dommages environnementaux.

Les discussions menées lors de la Table ronde ont révélé les problèmes inhérents aux systèmes de couverture partielle des coûts, comme ceux, par exemple, qui limitent la couverture des coûts aux seuls coûts de maintenance. Si deux modes de transport différents ont des coûts totaux identiques mais un pourcentage différent de coûts de construction et de maintenance, fonder les décisions de tarification uniquement sur les coûts de maintenance revient à pénaliser le mode de transport dont les coûts de maintenance sont les plus élevés. Les estimations de coûts présentées dans le cadre d'un système de couverture des coûts de maintenance font apparaître que les redevances par passager-km ou tonne-km seraient beaucoup plus élevées pour le rail que pour la route. Il n'est pas certain que ce résultat soit confirmé par une analyse des coûts totaux (incluant les coûts de construction). Traduire des coûts fixes en redevances unitaires serait en règle générale préjudiciable à une utilisation rationnelle de l'infrastructure. Le résultat pourrait être inférieur à la combinaison (binôme) de droits d'accès fixes et de redevances kilométriques calculées au coût marginal. (cf. Table ronde 135). Sur les infrastructures non surchargées, une tarification visant à récupérer le coût total entraîne généralement des prix trop élevés et une sous-utilisation de l'infrastructure.

De plus, une surutilisation ou une sous-utilisation de l'infrastructure peut facilement être induite par une comptabilisation ad hoc des coûts externes de transport. Les coûts de congestion, qui devraient être intégrés dans les systèmes de tarification, sont particulièrement importants pour la répartition modale. Des méthodes d'estimation imprécises – consistant par exemple à estimer les surcoûts de congestion uniquement en fonction de la taille d'un véhicule, estimation utilisée ensuite pour répartir les coûts de maintenance fixes entre les différents types de véhicules – sont susceptibles d'entraîner une sous-tarification de l'usage des infrastructures surchargées. Ce faisant, on risque de ne pas atteindre les objectifs de réduction de la congestion et, par le biais d'une surtarification des infrastructures non surchargées, d'entraîner une sous-utilisation de celles-ci.

Une collecte de données plus complète, une estimation précise des coûts et des fonctions de coûts et l'introduction de systèmes d'allocation des coûts plus pointus peuvent favoriser la mise en œuvre de capacités d'infrastructure et induire des niveaux d'utilisation qui permettent d'arriver à des coûts plus proches des coûts minima par unité de service d'infrastructure.

Le document de Carlos Barros proposait de mesurer l'efficacité des aéroports portugais par la méthode de la frontière de coût stochastique, présentée en détail dans l'Annexe. Cette méthode vise à identifier les coûts minima pour tous les niveaux de production, en tenant compte du fait qu'il peut y avoir des erreurs de mesure aléatoires ou des variables omises. Ce modèle d'estimation développe l'approche standard présentée dans l'Annexe en tenant compte des « effets d'inefficience », effets qui influencent la distribution du terme d'erreur dans la fonction d'estimation.

Le résultat le plus important de l'exercice est une indication claire de l'avantage que procure la taille dans le domaine aéroportuaire. Compte tenu des inquiétudes du public au sujet de la charge fiscale engendrée par les déficits des aéroports, ce résultat pourrait laisser penser à une surcapacité aéroportuaire. Une analyse plus poussée de l'exploitation des aéroports serait nécessaire pour être en mesure de tirer des conclusions sur les politiques nationales à adopter dans ce domaine. L'estimation standard de la frontière de coût ne prend pas en compte le fait que différents aéroports peuvent desservir différents sous-marchés au sein d'un marché global différencié des services aériens. Ainsi, en raison des effets de réseau, il est préférable pour les transporteurs internationaux d'avoir un hub national unique de grande taille. Il n'est cependant pas certain que l'on puisse reproduire pour d'autres aéroports les effets d'échelle mis en évidence dans l'estimation de coûts. De plus, l'accroissement prévisible de la spécialisation des aéroports (fret, low-cost) pourrait entraîner une baisse des coûts moyens ou bien une productivité accrue des petits aéroports dans l'avenir.

On pourrait être tenté de conclure des résultats de cet exercice qu'une réduction du nombre des aéroports et une augmentation de leur taille moyenne entraîneraient des gains d'efficacité en général. Ce faisant, on négligerait les coûts de congestion qui représentent une composante importante des coûts et infrastructure. Ajouter les coûts de congestion aux coûts d'infrastructure essentiels changerait de façon fondamentale les fonctions de coût des infrastructures telles que les aéroports. Au lieu d'une fonction de coût impliquant une baisse continue des coûts par unité de service, on aurait une courbe des coûts en U qui entraînerait, en raison de l'augmentation des coûts de congestion liés au trafic supplémentaire, une hausse des coûts moyens totaux. Les coûts minima par unité de service aéroportuaire pourraient fournir une indication de la capacité souhaitable des aéroports. Les résultats de l'étude sur les coûts des aéroports portugais confirment la nécessité d'inclure les coûts externes des infrastructures, en particulier les coûts de congestion, pour déterminer les tailles d'aéroport optimales.

### **Estimation des fonctions de coût et systèmes réglementaires**

Gagnepain et Ivaldi (à paraître) développent l'approche classique de la fonction de coût stochastique en y introduisant des données sur les types de réglementation et sur les incitations associées, dans le but de réduire les coûts lors de l'estimation. Les différences d'incitations des systèmes réglementaires s'expliquent par les différences de traitement des informations asymétriques entre entreprises et régulateurs. Leur approche est appliquée à l'étude des transports publics en France et à la déréglementation des compagnies aériennes européennes.

Treize zones urbaines ont été incluses dans l'étude de 59 réseaux, les données ayant été rassemblées sur une période comprise entre 1985 et 1993. Dans ces zones, les collectivités locales sont chargées de réglementer le système de transport urbain, dont les services sont

fournis par un opérateur unique. Deux régimes de réglementation sont observés dans la pratique. Le premier est le système des contrats à coût remboursé (« cost-plus ») où tous les coûts de l'entreprise de transport urbain sont remboursés *ex post*. Etant donné que ce type de contrat n'incite guère à réduire les coûts, l'estimation a été effectuée en partant du principe que dans un tel contexte, les entreprises n'essaient pas de réduire leurs coûts. Le second régime est celui des contrats à forfait (« fixed price »), où l'opérateur est responsable de l'insuffisance des recettes et des dépassements de coûts. Etant donné que 60 pour cent des coûts du transport urbain sont des coûts de main-d'œuvre, l'effort de réduction des coûts portera essentiellement sur la formation des chauffeurs, l'organisation du travail dans le but d'éviter les conflits, etc.

Les résultats de deux tiers de l'échantillon confirment clairement les attentes. En effet, un premier groupe, dont la productivité est la plus élevée, relève du régime des contrats à forfait, ce qui laisse à penser que le régime réglementaire a une influence décisive sur les efforts de réduction des coûts. La grande majorité d'un groupe de 20 opérateurs, situés dans une fourchette moyenne de productivité, relève du régime des contrats à coût remboursé, ce qui confirme l'idée que les entreprises dont les coûts sont remboursés font moins d'efforts pour réduire ces coûts. La productivité d'un troisième groupe, qui enregistre la plus mauvaise performance, vient contredire ce schéma apparemment clair, car il comporte des entreprises relevant des deux régimes. Cela démontre que des facteurs déterminants, autres que le régime réglementaire, peuvent jouer un rôle dans la performance des prestataires de services de transport. On peut interpréter ce résultat, par exemple, comme l'indication que certaines villes sont pénalisées, en matière d'infrastructures et d'institutions, par l'héritage du passé qui ne permet pas au régime des contrats à forfait d'avoir le même impact sur la productivité que pour les opérateurs les plus performants.

Dans le domaine de la libéralisation des compagnies aériennes européennes, différents scénarios sont comparés par rapport aux paquets de mesures de déréglementation de la Commission européenne :

- a) Les entreprises sont efficaces indépendamment de la déréglementation, c'est-à-dire que le modèle d'estimation n'a pas besoin d'inclure un terme d'effort et d'inefficience ;
- b) Les entreprises sont inefficaces, mais elles ne réagissent pas à la déréglementation en réduisant leurs coûts ;
- c) Les entreprises commencent à s'efforcer de réduire leurs coûts après le troisième paquet de mesures de l'Union européenne en 1992 ;
- d) La déréglementation change le comportement des entreprises concernées par les accords bilatéraux (British Airways, KLM, Lufthansa et Sabena après 1985, et d'autres compagnies aériennes en 1993).

L'estimation de coût, qui transpose les différents scénarios en différentes spécifications du terme d'inefficience nette, permet de confronter ces scénarios et de mettre clairement en évidence pour les politiques de réglementation.

- Le scénario (d) est rejeté au profit du scénario (c). Cela incite à penser que le troisième paquet de mesures a été beaucoup plus efficace que les accords bilatéraux en termes d'effort de réduction des coûts réalisé par les compagnies aériennes.

- Le scénario (a) est rejeté au profit du scénario (c). En effet, l'introduction d'un terme d'inefficience et la prise en compte de la possibilité que la déréglementation ait changé la gestion des coûts des compagnies aériennes ont abouti à des estimations supérieures. Comme (a) est un modèle standard d'étude des comportements des entreprises dans les marchés oligopolistiques, l'issue du test conduit à penser que les résultats obtenus selon l'approche classique doivent être lus avec prudence.
- L'approche classique d'estimation des coûts laisse supposer que le secteur européen du transport aérien se caractérise par des rendements d'échelle croissants. Par contre, le scénario (c), qui s'est révélé plus performant, aboutit à un résultat caractérisé par des rendements d'échelle constants.

Dans l'ensemble, les résultats confirment l'impact positif de la déréglementation du secteur du transport aérien, avec l'adoption de technologies réductrices de coûts et une multiplication des efforts pour accroître la productivité de la main-d'œuvre.

Afin de mieux apprécier le potentiel de réduction des coûts, ainsi que son impact sur la structure du marché, il peut se révéler utile d'associer des informations techniques et des estimations de coûts économétriques afin d'établir des modèles de simulation pour les sous-secteurs du transport. Les recherches de ce type se sont jusqu'à présent limitées au marché des services de télécommunications (Gasmi *et al.*, 1999, 2002).

## Conclusions

En l'absence d'informations sur les coûts de fourniture des services de transport et d'infrastructure, il est impossible de déterminer les besoins de ressources des politiques de transport. Pour pouvoir fixer des objectifs de productivité opérationnelle, il est nécessaire de connaître les meilleures pratiques technologiques, ainsi que leurs coûts. Comme il a été indiqué lors de la Table ronde 129, la collecte des données et l'estimation des coûts jouent, par exemple, un rôle essentiel dans la mise en place de nouveaux mécanismes de régulation, comme la concurrence par comparaison. Pour faciliter ces fonctions de planification fondamentales, la Table ronde a abordé les questions suivantes :

- Les planificateurs et les chercheurs ont-ils besoin d'une base de données statistiques plus vaste pour faciliter l'élaboration des politiques de transport ?
- Les méthodes utilisées dans la pratique conviennent-elles pour obtenir les informations nécessaires à l'élaboration des politiques ?
- Quelles sont les limites des méthodes d'évaluation des coûts actuellement disponibles ? Quels critères doivent déterminer le choix des méthodes ?
- Les méthodes actuellement disponibles pour estimer et évaluer les coûts présentent-elles des lacunes ? Faut-il les développer davantage ?

En s'appuyant sur les documents de référence, la Table ronde a formulé les réponses suivantes :

- Les participants de la Table ronde ont unanimement reconnu que les informations statistiques disponibles présentaient des lacunes, en les comparant en particulier aux données disponibles pour d'autres secteurs d'infrastructure. Les ressources actuellement

attribuées dans certains pays à la collecte d'informations font craindre que la situation ne s'améliore pas.

- Les décisions portant sur l'ampleur et les techniques de collecte de données se heurtent à différents problèmes. Étendre la collecte de données nécessite de réaliser une estimation précise des avantages pour la planification des transports et de déterminer si cela justifie les coûts supplémentaires. Le problème de la qualité des données découle de l'asymétrie des informations entre ceux qui utilisent et ceux qui fournissent les données. Dans quelques cas tout au moins, l'anticipation de l'utilisation de ces données, à des fins de réglementation, par exemple, risque d'inciter à fausser les données. Lorsqu'il s'agit d'informations techniques, la nature des données peut aider à contrôler leur qualité.
- Les études de coûts ne prennent pas correctement en compte les coûts externes. Afin d'éviter d'inclure ou d'exclure les données sur les coûts externes sur une base ad hoc, une analyse théorique soigneuse du problème en question devrait précéder l'estimation des coûts. Cela permettrait aussi d'éviter les coûts particulièrement élevés d'une analyse de types de coûts externes, qui pourrait se révéler sans intérêt pour la prise de décision. Ainsi, les externalités liées à la dégradation des routes et les coûts de congestion sont des coûts externes essentiels pour les décisions de tarification routière, tandis que d'autres types de coûts externes ne le sont pas.
- Si l'on ne dispose pas des données nécessaires, il peut se révéler difficile d'éviter le recours à des méthodes ad hoc pour évaluer les coûts dans la pratique. Comme l'ont montré des exemples de mécanismes de récupération des coûts d'infrastructure, l'application de méthodes d'estimation des coûts approximatives peut nuire à la définition des mesures réglementaire et engendrer des incitations injustifiées et des conséquences réglementaires indésirables.
- La Table ronde a discuté des avantages et des inconvénients des indicateurs de coûts partiels, des indices de productivité globale des facteurs et des méthodes d'estimation des fonctions de coût. L'estimation des fonctions de coût permet de dissocier les éléments techniques, le prix des facteurs et les critères d'échelle intervenant dans les coûts. Toutefois, comme le coût de l'analyse augmente lorsqu'on passe d'une évaluation partielle à une évaluation générale des coûts, il faut procéder à une évaluation critique des informations nécessaires pour traiter tel ou tel problème de réglementation ou de planification. Les participants ont signalé que les débats sur les mesures à mettre en œuvre étaient souvent pénalisés par une surinterprétation de simples indicateurs de coût.
- Des progrès manifestes ont été réalisés dans les méthodes d'évaluation des coûts en y intégrant des informations asymétriques et les structures d'incitation correspondantes. L'intégration d'informations techniques pourrait permettre de répondre au problème de la non-observation de technologies à moindre coût sur le marché ainsi qu'à celui, évoqué plus haut, de la qualité des données en raison de l'intérêt personnel des fournisseurs de ces données. Le secteur des télécommunications est un exemple de la faisabilité de cette intégration.

## ANNEXE

### Présentation des instruments d'estimation des coûts

Les indices tentent d'éviter les lacunes des indices partiels du coût. Ils ont pour but d'indiquer le ratio entre les variables d'output et un ensemble d'inputs. L'indice de productivité le plus fréquemment utilisé est l'indice de Tornquist.

L'indice de productivité totale des facteurs de Tornquist est défini dans sa forme logarithmique simple par comparaison avec les entités  $s$  et  $t$  :

où  $y$  représente les outputs, indexés par  $i$ , et  $x$  représente les inputs, indexés par  $j$ <sup>4/</sup>.  $\omega$  et  $\upsilon$  représentent la part de biens  $i$  dans la production réelle totale et la part des inputs  $j$  dans les coûts totaux.

Les indices de productivité totale des facteurs indiquent le rapport coût/efficacité de projets ou d'entreprises mais sans indiquer ses sources. Il est particulièrement intéressant de savoir si les inefficiences sont dues à l'utilisation de technologies autres que celles à moindre coût (efficacité technique) et/ou si les prestataires ne réagissent pas aux signaux de prix appropriés (efficacité allocative). Les inefficiences peuvent aussi résulter d'une erreur dans le dimensionnement de la capacité des entreprises ou des infrastructures. En règle générale, la capacité des infrastructures, et souvent l'exploitation des systèmes de transport, ne peuvent être modifiées que par des changements ponctuels à grande échelle. Les économies d'échelle jouent donc un rôle important dans les coûts moyens du secteur du transport.

Les indivisibilités et les économies de réseau qui conditionnent le choix des capacités dans le domaine des transports impliquent une diminution des coûts moyens pour certains segments opérationnels potentiels. Pour atteindre l'efficacité d'échelle, c'est-à-dire pour déterminer la taille qui permet à une entreprise ou à une infrastructure de fonctionner à des coûts moyens proches du minimum, il faut prévoir la demande et le niveau possible de congestion avec précision.

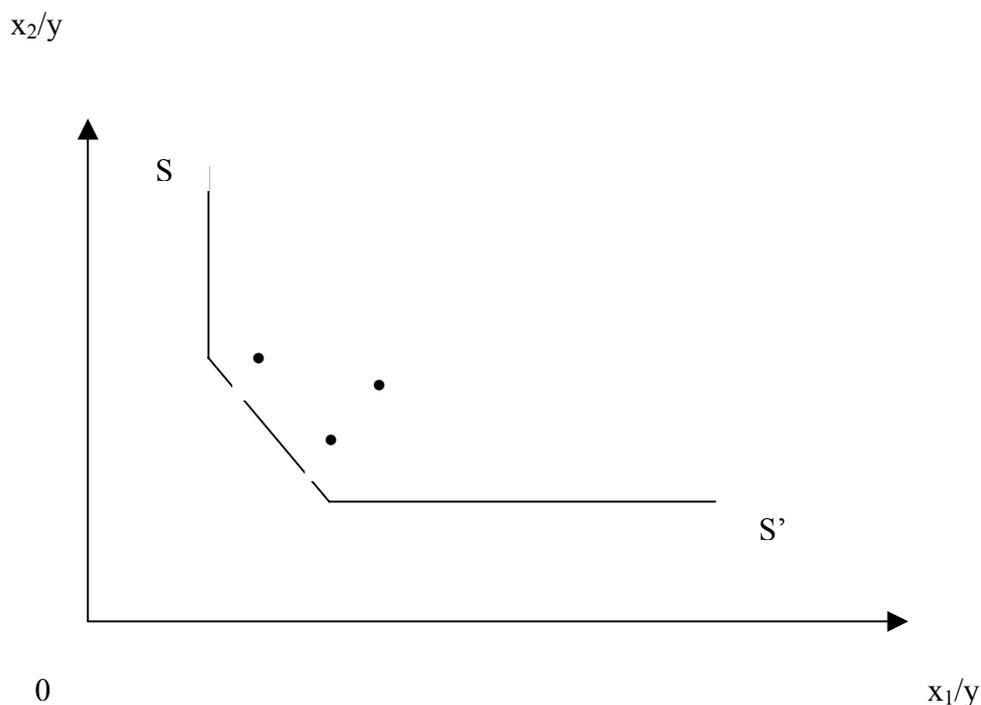
Pour pouvoir se livrer à des évaluations empiriques sur les différents aspects d'efficacité, il faut connaître la relation quantitative entre les inputs et les outputs d'une entreprise ou d'une infrastructure *pleinement efficiente*. Cette fonction de production n'est pas connue dans la pratique. La plupart de la littérature sur l'identification d'une fonction de production empirique s'inspire de l'article fondateur de Farrell (1957), qui suggère d'estimer cette fonction à partir d'échantillons de données en utilisant soit une technologie linéaire fragmentée non paramétrique,

---

<sup>4/</sup> On peut utiliser d'autres indices, qui diffèrent par certaines propriétés mathématiques, pour mesurer la productivité. Le choix de l'indice dépend de l'objectif de l'étude de productivité et des caractéristiques de l'indice. Les discussions sur l'indice idéal se sont révélées peu probantes (Diewert, 1992).

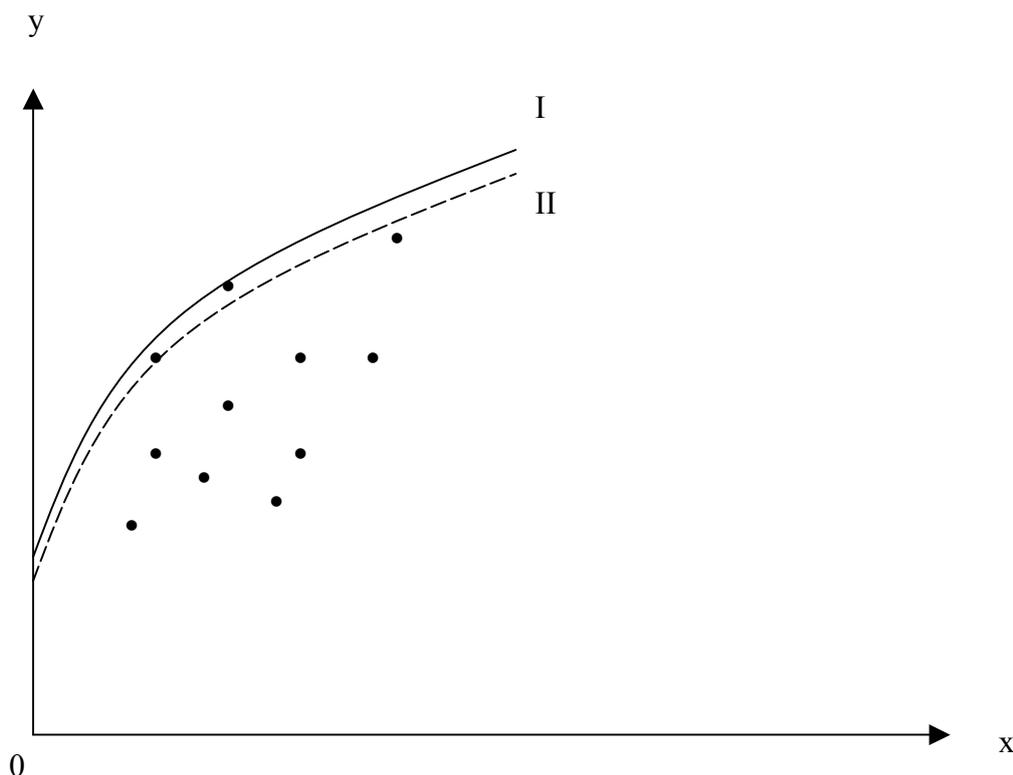
soit une fonction paramétrique. Cette première suggestion a donné naissance à la méthode d'analyse par enveloppement des données ou méthode DEA (Data Envelopment Analysis). Cette méthode cherche à identifier l'ensemble de combinaisons minimales d'inputs nécessaire pour produire une unité de service (isoquant) selon des techniques de programmation linéaire, comme indiqué dans la figure 1 (Charnes *et al.*, 1995).

**Figure 1. Isoquant linéaire convexe fragmenté pour deux inputs et un output**



Toutes les combinaisons d'inputs  $x_1/y$  et  $x_2/y$  situées au nord-est de la courbe enveloppe convexe  $SS'$  sont inefficaces. Une unité du service pourrait être fournie avec un input plus petit (au moins un).

La méthode utilisée pour identifier la relation efficace entre inputs et output, impliquant la dualité des coût minima, est celle de l'enveloppe frontière (Färe *et al.*, 1994). Cette méthode essaie de déterminer les valeurs à moindre coût sur le marché à partir des données d'inputs et d'output. Afin d'illustrer la discussion sur les estimations réelles, la figure 2 suppose qu'il n'y a qu'un input  $x$  et un output  $y$ .

**Figure 2. Estimation d'une fonction de coût frontière**

A l'origine, la méthode utilisée pour déterminer une fonction de production paramétrique s'est inspirée du modèle suivant :

avec  $i = 1, \dots, N$  et  $u_i \geq 0$ , (graph I)

où  $i$  représente les entreprises,  $x_i$  est un vecteur ligne  $(K+1)$  des inputs de l'entreprise  $i$ ,  $y_i$  l'output (scalaire) de l'entreprise,  $\beta$  le  $(K+1)$  des paramètres à estimer et  $u_i$  une variable non négative, indiquant l'inefficience au niveau de l'entreprise. Aigner et Chu (1968) ont proposé dans leur article fondateur de déterminer les paramètres par le biais d'une programmation linéaire ou quadratique, en minimisant la somme des résiduels absolus  $u_i$  ou la somme des résiduels au carré, respectivement. Ce modèle frontière déterministe a été critiqué pour son incapacité à prendre en compte les erreurs de mesure, les omissions de variables ou les réponses humaines imprévisibles et aléatoires (Schmidt, 1976).

En réponse à cette critique, Aigner, Lovell et Schmidt (1977), ainsi que Meeusen et van den Broeck (1977), ont proposé indépendamment la fonction de production frontière aléatoire en ajoutant une erreur aléatoire  $\varepsilon_i$

, avec  $i = 1, \dots, N$  et  $u_i \geq 0$ , (graph II)

Les  $\varepsilon_i$  sont considérés comme des variables aléatoires normales indépendantes et distribuées de façon identique avec une moyenne de zéro et une variance constante. Les variables d'inefficience, qui doivent être non négatives, sont considérées comme étant exponentielles ou

semi-normales. Le modèle frontière aléatoire permet d'estimer les erreurs types et de tester les hypothèses, en utilisant les méthodes de probabilité maximum, ce qui n'était pas possible avec les premiers modèles déterministes.

Selon le document de référence de Gagnepain et Ivaldi (2005), le niveau d'inefficience dépend de l'effort de gestion de l'entreprise  $i$ , représenté par  $e_i$ , pour produire avec efficience, c'est-à-dire l'effort pour réduire les  $u_i$ .

En introduisant le niveau d'effort dans l'équation d'estimation, nous obtenons :

$$, \text{ avec } i = 1, \dots, N \text{ et } u_i \geq 0.$$

L'estimation d'une frontière de coût s'obtient en minimisant les dépenses d'inputs variables pour un niveau d'output donné. La frontière de coût est alors une fonction des prix des inputs, du même niveau de l'output, du niveau d'inefficience et de l'effort pour réduire l'inefficience.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aigner, D. J., and S. F. Chu (1968). On estimating the industry production function. *American Economic Review* 58: 826-839.
- Aigner, D. J., C. A. K. Lovell, and P. Schmidt (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production models. *Journal of Econometrics* 6: 21-37.
- Barros, C. P. (à paraître). Analyse de l'efficience technique des aéroports portugais par la méthode de la frontière de coût stochastique. Centre de recherche sur les transports OCDE/CEMT (ed.), *Estimation et évaluation des coûts de transport. Table ronde 136*. Paris.
- Black, D., and V. Henderson (1999). A theory of urban growth. *Journal of Political Economy* 107: 252-84.
- Bouf, D., et J. Leveque (2005). Concurrence par comparaison pour les services d'infrastructure de transport. Centre de recherche sur les transports OCDE/CEMT (ed.), *L'offre de transports : les limites de la (dé)réglementation. Table ronde 129*. Paris.
- Charnes, A., W. W. Cooper, A. Y. Lewin, and L. M. Seiford (1995). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Boston.
- Chenery, H. B. (1992). From engineering to economics. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review* (183): 369-405.
- Clark, X., D. Dollar, and A. Micco (2004). Port efficiency, maritime transport costs and bilateral trade. *Journal of Development Economics* 75: 417-450.
- Coelli, T., D. S. P. Rao, and G. E. Battese (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Dordrecht.
- De Salvo, J. S. (1969). A process function for rail linehaul operations. *Journal of Transport, Economics and Policy* (3-27).

- Diewert, W. E. (1992). Fisher ideal output, input and productivity indexes revisited. *Journal of Productivity Analysis* 3: 211-48.
- Estache, A., et L. Trujillo (non traduit à ce jour, en cours de traduction). Transport cost levels, productivity and efficiency measures: some theory and main policy conclusions. In OECD/ECMT Transport Research Centre (ed.), *Estimation and Evaluation of Transport Costs. Round Table Report 136*. Paris.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A* 120, Part 3: 253-290.
- Färe, R., S. Grosskopf, and C. A. K. Lovell (1994). *Production Frontiers*. Cambridge, Mass .
- Gagnepain, P. et M. Ivaldi (à paraître). Mesurer les inefficacités dans les systèmes de transport : entre technologie et incitations. Centre de recherche sur les transports OCDE/CEMT (ed.), *Estimation et évaluation des coûts de transport. Table ronde 136*. Paris.
- Gasmi, F., M. D. Kennet, J. J. Laffont, and W. W. Sharkey (2002). *Cost Proxy Models and Telecommunicaitons Policy*. Cambridge, Mass.
- Gasmi, F., J. J. Laffont, and W. W. Sharkey (1999). The natural monopoly test reconsidered: an engineering process-based approach to empirical analysis in telecommunications. *International Journal of Industrial Organisation* 20: 435-59.
- Hildenbrand, W. (1981). Short run production functions based on microdata. In R. J. Aumann, J. C. Harsanyi, W. Hildenbrand, M. Maschler, M. A. Perles, J. Rosenmüller, R. Selten, M. Shubik, and G. L. Thompson (ed.), *Essays in Game Theory and Mathematical Economics in Honor of Oskar Morgenstern*. Mannheim.
- Knieps, G. (2005). La délimitation des besoins de réglementation. Centre de recherche sur les transports OCDE/CEMT (ed.), *L'offre de transports : les limites de la (dé)réglementation. Table ronde 129*. Paris.
- Laffont, J.-J., and J. Tirole (1986). Using cost observation to regulate firms. *Journal of Political Economy* 94: 614-41.
- Meeusen, W., and J. Van den Broeck (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review* 18: 435-44.
- Rietveld, P., F. R. Bruinsma et M. K. Koetse (à paraître). Coût d'entretien des infrastructures routières, ferroviaires et fluviale. Analyse comparative et incidence sur les redevances d'utilisation. Centre de recherche sur les transports OCDE/CEMT (ed.), *Estimation et évaluation des coûts de transport. Table ronde 136*. Paris.
- Schmidt, P. (1976). On the statistical estimation of parametric frontier production functions. *Review of Economics and Statistics*: 238-239.
- Smith, V. L. (1957). Engineering data and statistical techniques in the analysis of production and technological change: Fuel requirements in the trucking industry. *Econometrica* 25: 281-301.
- Wibe, S. (1984). Engineering production functions: a survey. *Economica* 51: 401-11.

### APPENDICE 3

## CONCLUSIONS DE LA TABLE RONDE 137: TRANSPORTS, FORMES URBAINES ET CROISSANCE ECONOMIQUE

### INTRODUCTION

La Table ronde 137 a été la première table ronde à se tenir hors d'Europe. Elle a été accueillie par l'*Institute of Transportation Studies* de l'Université de Californie (Berkeley), sous la présidence de M. Marty Wachs (RAND, Los Angeles). Les auteurs des documents de référence étaient David Banister (Université d'Oxford), Elisabeth Deakin (UC Berkeley), Gilles Duranton (Université de Toronto) et Matthew Kahn (Tufts University).

Les technologies des transports et les coûts connexes ont toujours été les principaux déterminants des implantations et des formes urbaines. Dans la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, la plupart des villes étaient tributaires des cours d'eau et se sont développées autour des ports et le long des fleuves et canaux. Vers la fin du siècle, les chemins de fer faisant concurrence aux voies navigables, la croissance et les formes urbaines ont été déterminées par les investissements dans les gares ferroviaires et par les avantages de proximité liés à leurs économies d'échelle.

Le coût élevé du transport intra-urbain hippomobile a favorisé la création de quartiers voués aux activités manufacturières, à proximité des ports ou des gares terminales, et autour desquels se sont développés les quartiers résidentiels. Avant l'apparition des tramways hippomobiles et électriques, le transport de personnes s'effectuait principalement à pied et en calèche, d'où l'impérieuse nécessité de vivre à proximité du centre-ville.

Avec le développement du tramway, les zones résidentielles se sont étendues au voisinage des gares et le long des lignes de tramway. La ville a ainsi évolué vers une structure composée d'un centre productif compact entouré de quartiers résidentiels, dont la géographie était déterminée par les moyens de transport de masse.

C'est seulement au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle que la voiture particulière a commencé à véritablement concurrencer les transports collectifs — malgré l'absence de variation de leurs tarifs en termes nominaux (Barrett, 1983) — grâce à la vitesse, l'intimité et la commodité qu'elle offrait, et son usage étant facilité par l'expansion et la modernisation de la voirie publique.

La concentration de la production dans le centre des villes a été affaiblie par la baisse du coût du camionnage interurbain, laquelle a été particulièrement favorisée par la construction et l'extension des réseaux autoroutiers.

L'évolution a été comparable aux États-Unis et en Europe, bien que plus lente et moins prononcée sur ce dernier continent. Ces différences tiennent essentiellement à la longévité des équipements urbains en général et des infrastructures de transport urbain en particulier. Cet impact durable de l'infrastructure urbaine s'est conjugué avec une urbanisation plus lente résultant i) d'une transition moins rapide de la société agraire à une société industrialisée dans certains pays européens et ii) du fait que les villes européennes sont beaucoup plus anciennes et que leur centre, établi de très longue date, intègrent beaucoup plus étroitement habitations et locaux professionnels. Cependant, l'Europe comme les États-Unis ont connu une suburbanisation massive, qui est à l'origine d'une vive controverse sur la question de savoir si son coût social n'annule pas ses avantages.

S'agissant d'évaluer la transformation de la taille et de la forme des villes, les opinions sont contrastées quant aux moyens par lesquels une politique de transport urbain devrait accompagner, maîtriser ou guider le processus de suburbanisation.

Ceux qui s'inquiètent de l'étalement des zones urbaines ou de la diminution de la densité de population attribuent à ces phénomènes une longue liste d'effets négatifs, ce qui les rend difficiles à évaluer. Les coûts perçus sont liés aux évolutions suivantes : perte d'espaces ouverts, dégradation des structures urbaines historiques, pollution des eaux et de l'air urbains, congestion de la circulation, affaiblissement de la cohésion sociale, développement domiciliaire hétérogène sur des terres dont la vocation était auparavant agricole, séparation des lieux d'habitation et de travail, accroissement des investissements publics rendus nécessaires par l'étalement urbain et, surtout, dépendance croissante à l'égard de la voiture particulière (Nechyba et Walsh, 2004).

Au moins une partie de cette liste négative semble être le résultat d'un accident ou d'une erreur, et non de tentatives de tirer parti d'avantages privés. Les perceptions négatives de l'évolution actuelle de la suburbanisation ont donné lieu à des conclusions énergiques en politique des transports. L'*Urban Task Force* du Royaume-Uni, par exemple, a recommandé que 65 % des dépenses publiques totales consacrées aux transports soient affectés à des projets bénéficiant aux piétons, aux cyclistes et aux usagers des transports publics (*Urban Task Force*, 1999). S'agissant de la forme urbaine, la *Task Force* préconise un urbanisme de qualité, qui favorise une structure urbaine plus compacte et une plus grande cohésion, se prêtent à diverses activités dans un environnement urbain durable, bien intégré aux transports publics et capable de s'adapter au changement. Il n'est pas rare que soient proposées des mesures destinées à modifier les attitudes des usagers du système de transport. La renaissance urbaine nécessitera un changement de culture, qui passe par l'éducation, le débat, l'information et la participation. Il ne s'agit pas seulement de politiques, mais d'aptitudes, de convictions et de valeurs. (ibid, p. 3)

En ce qui concerne les États-Unis, certains analystes attribuent un rendement endogène à un mode de vie associé à un développement urbain dense, l'avènement d'un « nouvel urbanisme ».

Récemment, certains économistes ont voulu formuler une évaluation plus détaillée et plus quantitative des coûts et avantages de l'étalement urbain, ou de la modification des tendances de l'urbanisation, notamment par des mesures de politique des transports. La thèse invoquée insiste sur le recensement et la quantification des avantages de l'évolution en faveur de la suburbanisation et sur un examen critique de la thèse selon laquelle, si les individus perçoivent des avantages privés de l'évolution actuelle de la structure urbaine, les coûts sociaux annulent ces avantages (Kahn, 2006 ; Glaeser et Kahn, 2004). En outre, on consacre de plus en plus de moyens à un programme de recherche destiné à déterminer l'importance de la forme urbaine (et du système des villes) pour la compétitivité globale des économies nationales ainsi que pour leur taux de croissance à long terme (Henderson, 2005). Les effets sur la productivité découlent d'une transformation des structures urbaines qui permette de réaliser un maximum d'économies d'agglomération, par exemple lorsqu'on tire parti de rendements croissants à l'échelle dans la mise à disposition d'installations et de services publics ou dans la production manufacturière. Le lien étroit qui existe entre l'urbanisation et le développement économique national a été reconnu par Lucas (1988) et trouve sa source dans la mise au point des modèles de croissance endogène. Dans la mesure où la croissance endogène repose sur les retombées du savoir et sa mise en

commun entre chercheurs et producteurs, et étant donné l'importance de la communication directe et de la nécessité de la proximité géographique, une bonne part de l'interaction et de la mise en commun du savoir doit s'opérer au niveau de la ville.

La Table ronde avait pour objectif d'examiner ces évolutions récentes dans la perspective d'informer les politiques des transports.

Il n'existe pas de méthode unique pour mesurer l'étalement urbain. Le choix de la méthode variera beaucoup selon que la structure urbaine monocentrique est perçue comme étant la norme ou non. Dans une optique monocentrique, la mesure de la part de l'emploi dans un certain rayon du quartier des affaires est une possibilité (Glaeser et Kahn, 2004).

Une mesure plus complète a été proposée par Ewing, Pendall et Chen (2005). Pour construire un indice de la compacité urbaine, ils associent les paramètres suivants :

- densité résidentielle ;
- composition du quartier en habitations, emplois et services ;
- dynamisme des centres d'activité et des centres-villes ; et
- accessibilité du réseau routier.

Cet indice constitue une mesure plus générale de l'étalement car il permet de cerner le caractère polycentrique des grandes agglomérations. À partir de cet indice, Kahn (à paraître) a présenté des indicateurs des « avantages de l'étalement » pour quatre catégories de compacité urbaine (fort étalement, étalement « normal », faible étalement, très faible étalement).

Une première différence dans les modes de consommation et les avantages connexes concernent la propension à l'accession à la propriété et la consommation foncière. Si l'on tient compte des autres facteurs qui influencent la consommation, les taux d'accession à la propriété sont le plus souvent de 8.5 % plus élevés dans les villes les plus étalées que dans les plus compactes. Dans les villes compactes, les lots résidentiels sont en général de 40 % plus petits que ceux des ménages moyens vivant dans un environnement urbain étalé. Cela n'indique pas comment les ménages chiffrer ces gains, car ceux qui vivent en zone urbaine compacte peuvent avoir des préférences différentes, pour la taille des maisons, de ceux qui vivent dans un habitat à faible densité. Cependant, dans une ville plus compacte, la rente foncière sera plus élevée, avec l'impact défavorable que cela peut avoir sur le revenu réel de l'ensemble de la population.

La Table ronde a examiné les effets de l'étalement urbain sur la répartition, ou ceux de la maîtrise de l'étalement urbain grâce à des politiques de transport ou d'autres mesures en faveur d'une croissance « intelligente » (par exemple, Quigley et Raphael, 2005). Les propriétaires bénéficient de la hausse de la rente foncière qui pourrait découler de l'augmentation des coûts de transport intra-urbain, tant que la géographie de l'emploi et des services ne change pas.

Les groupes à faible revenu, dont les possibilités d'accumulation de richesse sont limitées, souffrent de l'augmentation de la rente foncière. S'agissant des États-Unis, on a constaté que les minorités qui vivent dans des villes étalées effectuent un rattrapage par rapport à la majorité des ménages pour certains aspects de la consommation foncière lorsqu'on compare le différentiel de consommation d'habitations minorité/majorité dans les villes compactes (Kahn, 2001, à paraître).

## TRAJETS DOMICILE-TRAVAIL

Les préoccupations qu'inspire l'étalement urbain sont dans une large mesure liées à l'augmentation prévue ou observée du taux de motorisation et de la pollution atmosphérique qui en découle. Ces préoccupations partent de l'hypothèse selon laquelle les habitants de villes compactes vivront vraisemblablement plus près de leur emploi dans le centre-ville et qu'ils seront plus nombreux à utiliser les transports publics. Elles reposent également sur l'idée voulant que l'étalement urbain aggrave la congestion, laquelle ralentit les déplacements en voiture particulière, d'où d'importantes pertes de temps, avec les coûts élevés qui s'y rattachent. Comme le montrait l'un des documents de référence (Kahn, à paraître, Banister, à paraître), ces hypothèses ne peuvent être confirmées de façon générale. Pour les États-Unis, on a constaté que par rapport aux travailleurs des villes compactes, ceux des villes étalées se déplaçaient effectivement sur des distances plus longues (1.8 mile de plus dans chaque sens) mais que leur temps de trajet domicile-travail était plus court (de 4.3 minutes en moyenne) car ils se déplaçaient plus rapidement. L'effet de cette structure des déplacements domicile-travail sur la pollution atmosphérique est a priori ambigu car à des distances longues correspondra une pollution relativement forte pour une vitesse donnée, mais en revanche peut-être aussi des émissions plus faibles par unité de distance.

Un regard plus attentif sur les structures des déplacements domicile-travail aux États-Unis révèle qu'il peut être trompeur d'examiner l'étalement urbain et la structure de déplacement qui s'y rattache en se fondant sur l'hypothèse générale d'une structure monocentrique étalée (Anas, Arnott et Small, 1998).

En recoupant les données de la *Neighborhood Change Database* des États-Unis et l'information sur les distances par rapport au quartier des affaires extraite des données de recensement, on constate que la part de la population effectuant un court trajet domicile-travail diminue dans un rayon de 0 à 10 miles du quartier des affaires. À partir du 11<sup>ème</sup> mile par rapport au quartier des affaires, cette part cesse de diminuer. Une part croissante de travailleurs dont la résidence est distante du quartier des affaires arrêtent de faire le trajet. Cela traduit peut-être le fait que lorsque la taille de la ville augmente, au début parce que les ménages se relocalisent du centre-ville vers la périphérie, au bout d'un certain temps, les emplois les suivent, ce qui manifeste l'importance accrue des transformations polycentriques de la forme urbaine.

Cette suggestion est solidement confirmée par un examen plus attentif de la situation aux États-Unis et en Europe qui met en rapport les transports urbains, et en particulier la structure des déplacements domicile-travail, avec la taille de l'habitat, la densité de population, l'équilibre emploi-habitation et l'urbanisation diversifiée, ainsi que l'accessibilité et la conception des quartiers. Ces caractéristiques des zones urbaines sont considérées comme les principaux instruments de contrôle dont disposent les urbanistes (Banister, à paraître). Au Royaume-Uni, la *National Travel Survey*, par exemple, a révélé une corrélation évidente entre la taille de l'habitat et la diminution des distances de déplacement. Si l'on examine les différentes agglomérations, Londres apparaît comme un cas particulier dans la mesure où les distances domicile-travail n'ont pas cessé de s'allonger lorsque la distance séparant le lieu de résidence du centre-ville a augmenté au-delà d'un certain seuil. En ce qui concerne Birmingham et Manchester, les distances seuils étaient respectivement de 7 km et 5 km.

La densité de l'habitat ainsi que le ratio emplois-travailleurs dans une région (sub)urbaine ne semblent guère avoir d'effet sur le comportement des usagers des transports en général ni sur les trajets domicile-travail en particulier. La conception des réseaux de transport semble avoir en revanche une forte influence sur la structure des déplacements. L'accessibilité des arrêts de transports publics revêt une grande importance pour limiter l'utilisation de la voiture particulière.

La conception de la voirie urbaine peut avoir des effets ambigus du point de vue de la réduction de la demande d'étalement urbain. Une conception reposant sur l'aménagement de voies de contournement et d'impasses permet d'accroître la surface de terres utilisables, et par conséquent la densité par rapport à un réseau maillé (Grammenos et Tasker Brown), tandis qu'un tel réseau semble avoir l'avantage de favoriser la marche à pied et le cyclisme dans les villes (Boarnet et Crane, 1999b ; Marshall, 2005).

### **EFFETS DE L'ÉTALEMENT URBAIN SUR LA PRODUCTIVITÉ ET LA CROISSANCE**

Malgré une abondante documentation sur les effets d'agglomération, ainsi que sur le concept connexe de « taille optimale de ville », qui correspond à l'équilibre entre les économies et les déséconomies, l'examen des avantages et des inconvénients d'une expansion des zones urbaines ne recourait guère à ce concept normatif de forme urbaine. (Par exemple, voir Prudhomme et Lee, 1999). L'une des raisons pour lesquelles l'activité économique s'agglomère dans les villes est la mise à disposition de biens publics locaux indivisibles dont l'utilisation est associée aux coûts de transport. Plus important encore, l'agglomération résulte des avantages externes des activités de production et de consommation des entreprises et des ménages. Ces facteurs d'agglomération sont dans le même temps les déterminants des taux de croissance à long terme des économies nationales. Par conséquent, la taille et la forme des villes peuvent fortement influencer le processus global de croissance nationale. De plus, la forme urbaine résultant de décisions endogènes relatives au choix de localisation des entreprises et des ménages, la structure d'urbanisation détermine l'efficacité du processus de croissance (Black et Henderson, 1999a). La présente section passe en revue les arguments qui ont été invoqués au sujet du lien entre forme urbaine et productivité dans les débats de la Table ronde.

Les économies d'échelle externes, c'est-à-dire les effets favorables de la production d'une entreprise ou industrie sur la production d'une autre (Romer, 1986) ou les retombées du savoir qui accroissent le rendement de l'investissement privé dans l'éducation, la formation et la recherche (Lucas, 1988) sont les moteurs de l'amélioration de la productivité à long terme. Les auteurs des premiers travaux visant à expliquer comment ces retombées affectaient la forme urbaine se contentaient de partir de l'hypothèse selon laquelle les effets externes favorables s'amointraient en fonction de l'espace occupé (Fujita et Ogawa, 1982). C'est seulement récemment que l'on a réussi à dégager les microfondements de cet amoindrissement (voir la synthèse de Duranton et Puga, 2004 ; 2002).

- Les avantages liés à la taille de la ville découlent premièrement du fait que plus le niveau de production locale est élevé, plus le sera également la quantité de biens intermédiaires fournis localement. Or, plus la variété de biens intermédiaires est grande, meilleure sera la productivité des industries utilisant ces biens. Pour modéliser ce mécanisme dans le contexte urbain, il faut partir de l'hypothèse selon laquelle l'augmentation des coûts de congestion pour les travailleurs qui effectuent le trajet entre

leur domicile et le centre-ville annulera en définitive les avantages liés à une plus grande variété de facteurs de production (Abdel-Rahman et Fujita, 1990).

- Deuxièmement, dans un argument qui remonte à Adam Smith (1776), l'accroissement de l'effectif d'une entreprise, résultant de l'augmentation de l'échelle de production, permet aux travailleurs de se spécialiser dans une série de tâches plus étroites. Le gain de productivité qui en résulte est attribuable aux effets d'apprentissage des travailleurs par la pratique. De plus, le changement de tâches productives engendre des coûts fixes, qui sont économisés dans le cas d'une plus grande spécialisation. Enfin, une plus grande spécialisation sur une série de tâches restreinte permet de réaliser davantage de modifications techniques car les tâches plus simples peuvent être mécanisées plus facilement (Duranton, 1998 ; Becker et Henderson, 2000a ; Becker et Murphy, 1992). Une réduction des coûts de transport induite par une diminution des coûts de congestion ou un accroissement de l'offre de transports publics pourrait élargir le marché de chaque entreprise et permettre une plus grande spécialisation de la main-d'œuvre.
- Un troisième effet favorable sur la productivité pourrait découler du fait que des coûts de transports urbains moins élevés améliorent le fonctionnement du marché du travail, puisque l'augmentation du nombre d'entreprises et de ménages à la recherche d'une relation de travail de qualité supérieure favorise l'adéquation (Helsley et Strange, 1990) et améliore la probabilité de trouver cette relation (Mortensen et Pissarides, 1999 ; Berliant *et al.*, 2000b). Le bassin d'entreprises et de ménages en interaction est limité par les coûts de déplacement domicile-travail ou, à long terme, par les coûts de relocalisation.
- On peut prévoir un effet dynamique sur la productivité dans les villes qui offrent des possibilités d'améliorer les connaissances utiles à la production. Les hypothèses sur les effets favorables de coûts de transport peu élevés sur la création et la diffusion des connaissances techniques et organisationnelles sont fondées sur la perception selon laquelle l'apprentissage n'est pas seulement une activité individuelle mais implique l'interaction avec d'autres, et le plus souvent une interaction directe. Les villes, en rassemblant une population nombreuse, devraient par conséquent faciliter la production et l'utilisation de connaissances techniques et organisationnelles. Plus les coûts de transport intra-urbain seront bas, plus les parties pouvant entrer en interaction seront nombreuses.
- On considère que la diffusion du savoir s'effectue principalement par transfert entre les travailleurs qualifiés et les travailleurs jeunes et moins qualifiés. L'un des mécanismes qui intervient à cet égard, et dont parlent Jovanovic et Rob (1989), est que les travailleurs peu qualifiés relèvent leur niveau de compétences grâce à une interaction directe avec des travailleurs qualifiés. Or, le nombre de contacts entre les uns et les autres augmente avec la taille de la ville (Glaser, 1999). Plus les coûts de transport urbain sont bas, plus le nombre et la qualité de ces contacts entre main-d'œuvre qualifiée et non qualifiée seront élevés.
- On a estimé que la croissance des villes était fondée sur la production du savoir de tous les travailleurs plutôt que sur la transmission de connaissances entre travailleurs

qualifiés et travailleurs moins qualifiés. Les aptitudes des travailleurs à apprendre dépendent du niveau de savoir qu'ils ont déjà atteint et du stock de connaissances globales qui est disponible dans la ville où ils se trouvent. Ce stock procure aux travailleurs des avantages externes dynamiques (Lucas, 1998 ; Eaton et Eckstein, 1997). Aux États-Unis au moins, tout porte à croire que la présence d'une population instruite dans les villes constitue le moteur de la croissance future (Simon et Nardinelli, 2002 ; Glaeser et Saiz, 2004).

Les arguments invoqués au sujet des avantages qui découlent de la taille des villes peuvent porter à croire que l'accompagnement de la croissance d'une ville par la politique des transports produit, sur la productivité et la croissance, les effets mentionnés plus haut. Toutefois, cette conclusion va à l'encontre de certaines analyses selon lesquelles c'est la densité de population, et non la taille des villes, qui serait le principal déterminant de l'efficacité de la production. Ciconne et Hall (1996), dans une étude empirique, font valoir l'importance de la densité de population pour la productivité dans un contexte plus général. Lucas et Rossi-Hansberg (2002) soulignent également que la densité est un moteur de productivité. Ces arguments portent à croire que l'étalement urbain, qui est une réduction de la densité urbaine, pourrait effectivement réduire les économies d'agglomération et par conséquent avoir un effet néfaste sur la productivité globale. S'il est difficile de résoudre la tension entre les arguments qui font valoir l'importance de la taille de la ville et ceux qui privilégient la densité, c'est parce que cette dernière dépend du choix de la zone géographique sur laquelle porte l'étude. Glaeser et Kahn (2004), par exemple, concluent que la densité globale au niveau de l'agglomération a de l'importance pour expliquer les variations du revenu par habitant entre les villes, mais que le degré de centralisation des emplois dans le quartier des affaires ne semble pas entrer en ligne de compte.

Les entreprises qui sont en mesure de séparer leurs locaux administratifs, leurs centres de R-D et leurs installations de production localisent ces deux dernières activités en périphérie des grandes villes (Rossi-Hansberg, Sarte et Owens, 2005). Ces entreprises sont appelées à grandement bénéficier de l'extension de la zone urbaine.

Ce qui complique davantage la relation entre productivité, croissance et forme urbaine, c'est que la forme urbaine monocentrique recule de plus en plus au profit de structures polycentriques. En outre, et parallèlement à cette évolution, les « centres » voient leurs fonctions socioéconomiques évoluer dans le temps. Comme l'a examiné la Table ronde et le soulignait l'un des documents de référence, le processus d'aménagement foncier possède certaines caractéristiques en commun avec la culture sur brûlis (Duranton, à paraître). S'agissant des locaux d'entreprise, les mutations économiques (déclin sectoriel, nouvelles technologies, etc.) entraînent en général l'abandon d'un site vacant ou sous-utilisé. La transformation de la forme et de la structure urbaines implique une certaine « destruction créatrice ». Étant donné que l'immobilier est très durable, la destruction créatrice d'activités de production et d'entreprises implique un relocalisation ou une réutilisation des immeubles d'entreprise, voire l'abandon partiel ou total du site. L'*Environmental Protection Agency* des États-Unis, qui utilise une définition restrictive et centrée sur les sites commerciaux, recense quelque 450 000 friches industrielles sur le territoire américain. Les autorités britanniques évaluent quant à elles à 660 km<sup>2</sup> la superficie de ce genre de sites en Angleterre seulement. Seule une petite partie des friches industrielles est reconvertie.

Les administrations municipales ou les promoteurs doivent choisir entre la reconversion d'une friche industrielle ou un nouveau projet sur site vierge. La première solution se prêtera peut-être à une meilleure utilisation de l'infrastructure actuelle mais entraînera peut être des coûts de démolition et de nettoyage importants, tandis que la seconde exigera une nouvelle infrastructure publique. Du point de vue commercial, le déménagement sur site vierge peut paraître avantageux car les coûts de l'infrastructure nécessaire ne sont pas, ou pas entièrement, répercutés sur les utilisateurs locaux, tandis que ce sont souvent les entreprises qui doivent souvent assumer l'ensemble des coûts de reconversion d'un site industriel. Ce problème s'étend parfois aux décisions concernant l'utilisation des terrains municipaux ou la politique des transports lorsque la redistribution budgétaire implique qu'une partie des coûts infrastructurels soit supportée par des contribuables hors localité.

### **LES COÛTS SOCIAUX DE L'ÉTALEMENT URBAIN**

Parallèlement aux progrès de la recherche sur les avantages économiques de l'évolution actuelle de la forme urbaine, le débat se poursuit sur les coûts sociaux. Il avance sur plusieurs plans. D'abord, il s'agit de déterminer sur quoi devraient être fondés les objectifs d'action en matière d'urbanisme et de transports, ou plus concrètement, s'ils devraient l'être uniquement ou principalement sur des avantages individuels ou un certain ensemble d'avantages individuels. Souvent implicitement, le débat semble s'articuler autour de la question de savoir si les pouvoirs publics devraient fournir des biens « méritoires » c'est-à-dire des biens qui ont pour la collectivité une valeur distincte de la perception individuelle des avantages qu'ils comportent, et qui lui est supérieure. De façon plus générale, ce type d'arguments normatifs est lié à une compréhension organique de l'État (Popper 2003 ; Wilson, 1942). La Table ronde a centré son débat sur la dimension quantitative et les conséquences des coûts sociaux de l'étalement urbain. Il s'agit à cet égard essentiellement de la perte de terres agricoles et d'espaces boisés, des conséquences de l'étalement urbain pour le système de transport et des effets de l'évolution de l'utilisation des sols et du système de transport sur l'environnement et la santé publique (Deakin, à paraître).

#### **La perte de terres agricoles et de surfaces boisées**

Les données du recensement des États-Unis permettent d'évaluer quantitativement la perte d'espace libre sous forme de terres agricoles et de surfaces boisées sous l'effet de l'extension de l'espace urbain. Globalement, cette perte ne semble pas dramatique, si l'on considère que selon le recensement de 2004, la superficie totale de terres agricoles aux États-Unis a diminué d'environ 8 % au cours de la période 1974-2002. La totalité de ce recul n'était pas attribuable à l'extension des villes mais à l'évolution des techniques agricoles, de la compétitivité internationale et aux restrictions visant la fourniture de subventions à la production de certains produits agricoles. Le Ministère américain de l'agriculture estime la diminution annuelle moyenne à 0.25 % entre 1960 et 2002.

Effet peut-être plus sensible pour le secteur de l'agriculture, les terres agricoles de première qualité ont été converties deux à quatre fois plus rapidement que les terres moins productives. On attribue la perte des terres agricoles de première qualité à la concurrence entre intérêts agricoles et urbains pour l'utilisation des sols (USDA, 1999). La perte d'espaces boisés résultant de l'urbanisation est dans certaines régions plus importante que la superficie boisée

affectée à la protection de l'habitat de diverses espèces florales et fauniques, notamment celles qui sont menacées (Ministère américain de l'agriculture, Service des forêts, 2006).

Ces évolutions problématiques ont été atténuées dans une certaine mesure par de nouveaux marchés de droits d'aménagement (Kahn, à paraître) : dans l'ensemble des États-Unis, les municipalités achètent des espaces libres à leur périphérie pour s'assurer qu'ils ne seront pas aménagés. Ainsi, la ville de Boulder, au Colorado, a affecté les recettes provenant d'une taxe de vente de 0.73 % à l'achat d'espaces libres autour de la ville afin d'éviter qu'elle ne s'étale. Ce genre d'initiatives et l'orientation qu'elles peuvent prendre dépendront de l'influence politique des groupes qui ont intérêt à aménager de nouveaux terrains et de ceux qui préfèrent que leur ville soit protégée par une ceinture verte. Les municipalités ou territoires riches, où les propriétaires de maisons sont nombreux, semblent plus enclins à lancer des initiatives en faveur d'une ceinture verte (Kotchen et Powers, 2006).

### ***Les coûts immédiats de l'étalement urbain pour le système de transport***

Environ 90 % de l'ensemble des trajets-personnes aux États-Unis se font en voiture, et les camions sont utilisés pour plus de 90 % de toutes les expéditions. Entre 1970 et 2000, le nombre de véhicules-miles parcourus a doublé et l'utilisation du camion, triplé. L'intensité croissante du transport routier, qui tient au fait que la demande de ce mode de transport augmente plus rapidement que la population, est associée à l'anticipation d'une augmentation du coût des infrastructures de transports publics par habitant. La demande d'infrastructures physiques devrait également croître par suite de l'augmentation du nombre de véhicules-miles parcourus, laquelle s'explique par la baisse de fréquentation des transports publics et la diminution des déplacements à pied qu'entraîne l'étalement urbain.

La réduction des temps de trajet domicile-travail dans les zones urbaines étalées, qui a été évoquée plus haut, devrait parfois être de nature transitoire, et être suivie d'une période de congestion, avec l'augmentation des coûts qui s'y rattachent, lorsque la suburbanisation dispersée est suivie d'une phase de construction de logements sur des terrains interstitiels. C'est alors que les vitesses relativement élevées des déplacements domicile-travail ne sont plus possibles (Cervero, 1986 ; Landis et Reilly, 2003).

Une urbanisation de faible densité et l'émergence d'une structure polycentrique rendent difficile et coûteuse l'offre de services d'autobus, de métro ou de tramway. Certains estiment que l'utilisation accrue de la voiture particulière qui est induite par ces formes urbaines nécessite davantage de ressources de transport qu'un système de transport dans lequel les transports publics occuperaient une place plus importante, et dans une structure d'habitat différent.

### ***Les coûts environnementaux des conséquences de l'étalement urbain sur les transports***

Personne ne conteste que l'évolution de la forme urbaine, qui réduit la compacité des villes et la densité de l'habitat, fait augmenter le nombre de véhicules-miles parcourus par chaque ménage et réduit la part de l'utilisation des transports publics. Ces deux effets contribuent aux changements que l'on observe actuellement dans la forme urbaine qui vont de pair avec une augmentation des coûts environnementaux pour les transports. Les émissions de gaz à effet de serre produites par les transports sont fonction de la consommation de carburant. Aux États-Unis,

les transports sont actuellement à l'origine de 32 % des émissions totales de carbone. En outre, les émissions attribuables aux transports dans ce pays augmentent de 1 à 2 % par année.

La pollution atmosphérique demeure de façon plus générale une préoccupation de santé publique, ce qui s'explique, dans une certaine mesure, par une réaction inadaptée à une réglementation plus restrictive de la qualité de l'air. Les normes techniques applicables à l'équipement de transport n'ont pas toujours pris pleinement en compte les effets des substances toxiques et des particules fines présentes dans l'air sur la santé.

La relation entre forme urbaine et émissions est compliquée par le fait que les émissions ne sont pas un simple produit de la vitesse. La circulation en accordéon, qui résulte parfois de la congestion dans les villes compactes, est plus polluante que la circulation fluide. Par ailleurs, des vitesses très élevées, qui sont parfois associées à l'étalement urbain et aux autoroutes métropolitaines, produisent également de très hauts niveaux d'émissions.

Si elle ne va pas nécessairement à l'encontre des préoccupations environnementales qu'inspire l'habitat de faible densité, la réglementation des émissions produites par les véhicules a pu néanmoins compenser l'allongement de la distance parcourue par les véhicules résultant de l'évolution de la structure de l'habitat. La région de Los Angeles, par exemple, enregistre les niveaux de pollution atmosphérique les plus élevés aux États-Unis, essentiellement en raison des émissions produites par les véhicules. Elle illustre aussi on ne peut mieux ce qu'est un développement urbain de faible densité, tributaire de l'automobile (Giuliano et Small, 1991). Toutefois, l'ozone ambiant, qui est un indicateur important du smog, a diminué de 55 % entre 1980 et 2002, passant de 0.21 à 0.095 parties par million en moyenne pour les neuf stations de surveillance du pays. Ce recul a été enregistré malgré un accroissement de 29 % de la population et de 70 % de la distance totale parcourue en automobile au cours de la même période (Kahn, à paraître). Du fait des progrès de la technologie des véhicules, la croissance démographique dans les régions de faible densité ne s'est pas nécessairement accompagnée d'une aggravation de la pollution atmosphérique. Kahn a ainsi constaté une corrélation négative entre la croissance démographique du pays et l'aggravation de la pollution de l'air ambiant pour la Californie entre 1997 et 2002.

Les recherches actuelles montrent que la relation entre forme urbaine, conception des infrastructures et comportement des usagers des transports n'est pas encore pleinement appréhendée. Une bonne part des recherches consacrées à la relation entre le secteur des transports et la forme urbaine ont porté sur les effets physiques. Il est plus difficile d'évaluer les coûts et avantages externes des différentes formes urbaines. Seule une évaluation complète des effets externes permettrait de dégager des conclusions définitives sur la question de savoir si l'évolution actuelle de la forme urbaine produit des avantages nets et comment la politique des transports devrait les maximiser.

## CONCLUSION

La Table ronde a examiné les recherches récentes qui éclairent les avantages et les coûts de l'évolution de la forme urbaine. Le développement de la taille et de la structure des villes est déterminé par la conception du système de transport et/ou confronte la politique des transports à la nécessité d'accompagner ou d'endiguer l'évolution actuelle de l'utilisation des sols.

Le débat a mis en évidence deux principaux avantages de l'évolution actuelle de la suburbanisation, qui se traduit par un accroissement de la taille des villes et une diminution de la densité de l'habitat et de la population dans les zones urbaines :

- La diminution de la densité de l'habitat a incontestablement induit une augmentation du nombre de véhicules-miles parcourus. Cependant, au-delà d'une certaine distance seuil par rapport au centre-ville, le temps de déplacement domicile-travail diminue. L'intensité d'infrastructures du transport de voyageurs a augmenté, mais les temps de déplacement, en particulier domicile-travail, ont diminué. L'accroissement des investissements infrastructurels s'est traduit par des économies de temps découlant de la réduction de la congestion. L'effet de cette évolution sur la consommation de carburant est ambigu. La diminution de la congestion peut faire baisser la consommation de carburant si l'augmentation de la vitesse demeure à l'intérieur d'une fourchette intermédiaire.
- Les ménages des villes de faible densité, où la rente foncière est relativement faible, sont plus souvent propriétaires et consomment davantage de terrain résidentiel. Cette situation a particulièrement favorisé les ménages à faible revenu.

Les économies d'agglomération occupent une place centrale dans la thèse selon laquelle un accroissement de la taille des villes entraîne des gains de productivité dans la production de biens et de services. On estime que la diminution des coûts de transport joue un rôle important dans l'extension géographique des mécanismes produisant les économies d'agglomération :

- L'accroissement de la taille des villes peut améliorer la disponibilité de facteurs de production spécialisés, ce qui induit des gains de productivité dans la production de biens finaux.
- Un accroissement de la taille des villes facilité par la baisse des coûts de transport pourrait favoriser une spécialisation plus poussée de la main-d'œuvre, et donc des gains de productivité liés à l'apprentissage par la pratique.
- La baisse des coûts de transport de voyageurs dans les zones métropolitaines peut améliorer le fonctionnement du marché du travail. Une plus grande mobilité de la main-d'œuvre devrait améliorer les probabilités d'appariement entre employeurs et travailleurs, y compris sa qualité.

Les économies d'agglomération dynamiques ont récemment fait l'objet d'une attention particulière. Plus les villes sont grandes, plus sera facile l'interaction entre travailleurs qualifiés et non qualifiés ou agents producteurs de savoir, plus le taux de diffusion du savoir sera élevé et plus le taux de production du savoir le sera également. Les deux déterminent la croissance à long

terme des économies urbaines et nationales. Dans la mesure où la facilité d'interaction entre les individus qui transmettent ou qui produisent conjointement le savoir dépend de la densité, l'étalement urbain pourrait être préjudiciable à la croissance. Cette situation est fortement influencée par la décision que peuvent prendre les entreprises de dissocier leurs sites administratifs, leurs centres de R-D et leurs installations de production. Plus les entreprises peuvent procéder à cette dissociation, plus elles tireront avantage de l'accroissement de la taille des villes.

Des recherches poussées ont permis de mieux comprendre les coûts de l'étalement urbain. De nombreux effets sont toutefois à cet égard propres au contexte. Une part importante des travaux de recherche est centrée sur les conséquences physiques de la conception des villes et des systèmes de transport.

- Un premier coût social de l'évolution actuelle de l'urbanisation est la perte de terres agricoles et de surfaces boisées. Bien que la diminution annuelle en pourcentage des terres agricoles soit relativement faible, le fait que cette perte soit concentrée sur des terres de qualité n'est pas sans susciter des préoccupations.
- Les coûts immédiats, liés au transport, sont jugés élevés et attribuables au fait que les coûts d'infrastructure ne sont pas internalisés par les utilisateurs du système de transport. Un argument analogue est invoqué en ce qui concerne les coûts de congestion. La diminution du temps perdu à cause de la congestion devrait être un phénomène temporaire, qui se dissipera dès lors que les terrains vacants seront occupés.
- Les coûts environnementaux et la pollution atmosphérique engendrés par l'accroissement du nombre de véhicules kilomètres et la réduction de la fréquentation des transports publics figurent toujours parmi les principales préoccupations des critiques de l'accroissement de la taille des villes, et ce malgré les fortes réductions qui ont été observées dans les zones métropolitaines au cours des dernières décennies. Les progrès rapides des technologies automobiles, souvent induits par une réglementation plus restrictive, ont permis de réduire les émissions malgré l'accroissement du nombre de véhicules-miles parcourus qui est associé à l'étalement urbain.

## RÉFÉRENCES

- Abdel-Rahman, H.M. et M. Fujita (1990). Product variety, Marshallian externalities, and city sizes. *Journal of Regional Science* 30: 165-183.
- Anas, A., R. Arnott et K. Small (1998). Urban spatial structure. *Journal of Economic Literature*, 36: 1426-64.
- Banister, D. (à paraître). Cities, urban form and transport. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Transports, formes urbaines et croissance économique. Table ronde 137*. Paris.
- Barrett, P. (1983). *The Automobile and Urban Transit: The Formation of Public Policy in Chicago 1900-1930*. Philadelphie.
- Becker, G.S. et K.M. Murphy (1992). The division of labor, coordination costs, and knowledge. *Quarterly Journal of Economics* 107: 1137-1160.
- Becker, R. et J.V. Henderson (2000). Intra-industry specialization and urban development. Dans J.-M. Huriot et J.-J. Thisse (dir. publ.), *Economies of Cities: Theoretical Perspectives*. Cambridge, Mass.
- Berliant, M., R. R. Reed, et P. Wang (2000). Knowledge exchange, matching, and agglomeration. Federal Reserve Bank of Minneapolis Discussion Paper 135 Minneapolis.
- Black, D. et V. Henderson (1999). A theory of urban growth. *Journal of Political Economy* 107: 252-84.
- Boarnet, M.G. et R. Crane (1999). *Travel by Design: The Influence of Urban Form on Travel*. New York.
- Cervero, R. (1986). *Suburban Gridlock*. New Brunswick, N.J.
- Ciccone, A. et R.E. Hall (1996). Productivity and the density of economic activity. *American Economic Review* 86: 54-70.
- Deakin, E. (à paraître). The social cost of urban sprawl. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Transports, formes urbaines et croissance économique. Table ronde 137*. Paris.
- Duranton, G. (1998). Labor specialization, transport costs, and city size. *Journal of Regional Science* 38: 553-573.
- (à paraître). The insatiable demand for land: Urban change and land (re-) development. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Transports, formes urbaines et croissance économique. Table ronde 137*. Paris.
- Duranton, G. et D. Puga (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. Dans J. V. Henderson, et J.-F. Thisse (dir. publ.), *Cities and Geography. Handbook of Regional and Urban Economics, Vol. 4*. Amsterdam.
- Eaton, J. et Z. Eckstein (1997). Cities and growth: Theory and evidence from France and Japan. *Regional Science and Urban Economics* 27: 443-474.

- Ewing, R., R. Pendall, et D. Chen (2005). Measuring Sprawl and its Impact. [www.smartgrowthamerica.org](http://www.smartgrowthamerica.org).
- Fujita, M. et H. Ogawa (1982). Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations. *Regional Science and Urban Economics* 12: 161-196.
- Giuliano, G. et K.A. Small (1991). Subcenters in the Los Angeles Region. *Regional Science and Urban Economics* 21: 163-82.
- Glaeser, E. et M. Kahn (2004). Sprawl and urban growth. Dans V. L. Henderson, et J.-F. Thisse (dir. publ.), *Cities and Geography. Handbook of Regional and Urban Economics, Vol. 4*. Amsterdam.
- Glaeser, E.L. (1999). Learning in cities. *Journal of Urban Economics* 46: 254-277.
- Glaeser, E.L. et A. Saiz (2004). The rise of the skilled city. *Brookings Wharton Papers on Urban Affairs* 5: 47-94.
- Grammenos, F. et J. Tasker Brown (non daté). Residential street pattern design for healthy, livable communities. New Urban Agenda. [www.greenroofs.ca/nua/ip/ip02.htm](http://www.greenroofs.ca/nua/ip/ip02.htm).
- Helsley, R.W. et W.C. Strange (1990). Matching and agglomeration economies in a system of cities. *Regional Science and Urban Economics* 20: 189-212.
- Henderson, J.V. (2005). Urbanization and growth. Dans P. Aghion, and S. N. Durlauf (dir. publ.), *Handbook of Economic Growth. Vol. 1b*. Amsterdam.
- Jovanovic, B. et R. Rob (1989). The growth and diffusion of knowledge. *Review of Economic Studies* 56: 569-582.
- Kahn, M. (2001). Has sprawl reduced the black/white housing consumption gap? *Housing Policy Debate* 12: 77-86.
- (2006). *Green Cities: Urban Growth and the Environment*. Washington, D.C.
- (à paraître). Quality of life and productivity in sprawled versus compact U.S. cities. Dans Centre conjoint OCDE/CEMT de recherche sur les transports (dir. publ.), *Transports, formes urbaines et croissance économique. Table ronde 137*. Paris.
- Kotchen, M.J. et S. Powers (2006). Explaining the appearance and success of voter referenda for open space conservation. *Journal of Environmental Economics and Management* 52: 373-390.
- Landis, J.D. et M. Reilly (2003). How we will grow: baseline projections of the growth of California's urban footprint through the year 2100. Institute of Urban and Regional Development. University of California at Berkeley Berkeley.
- Lucas, R.E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics* 22: 3-42.
- Lucas, R.E. et E. Rossi-Hansberg (2002). On the internal structure of cities. *Econometrica* 70: 1445-76.
- Marshall, S. (2005). *Streets and Patterns*. Londres.

- Mortensen, D.T. et C.A. Pissarides (1999). New developments in models of search in the labor market. Dans O. Ashenfelter, et D. Card (dir. publ.), *Handbook of Labor Economics*, Vol. 3. Amsterdam.
- Nechyba, T.J. et R.P. Walsh (2004). Urban Sprawl. *Journal of Economic Perspectives* 18: 177-200.
- Popper, K. (2003). *The Open Society and its Enemies. Vol. I. The Spell of Plato*. New York.
- Prudhomme, R. et C.-W. Lee (1999). Size, sprawl, speed and the efficiency of cities. *Urban Studies* 36: 1849-1858.
- Quigley, J.M. et S. Raphael (2005). Regulation and the high cost of housing in California. *American Economic Review* 9: 323-328.
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy* 94: 1002-1037.
- Rossi-Hansberg, E., P.-D. Sarte, et R. Owens III (2005). Firm fragmentation and urban patterns. NBER Working Paper No. 11839. Cambridge, Mass.
- Simon, C.J. et C. Nardinelli (2002). Human capital and the rise of American cities. *Regional Science and Urban Economics* 32: 59-96.
- Smith, A. (1776). Recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations. *Economica*, 2000 pour la traduction française. Paris.
- US Department of Agriculture (1999). Extent of Federal Influence on 'Urban Sprawl' Is Unclear. Washington, DC.
- US Department of Agriculture, F. S. (2006). The Highlands Area of Connecticut, New Jersey, New York and Pennsylvania. Washington, DC.
- Urban Task Force (1999). Towards an Urban Renaissance, The Report of the Urban Task Force. Chaired by Lord Rogers of Riverside. Londres.
- Wilson, F. G. (1942). The revival of organic theory. *American Political Science Review* 36: 454-459.

-----