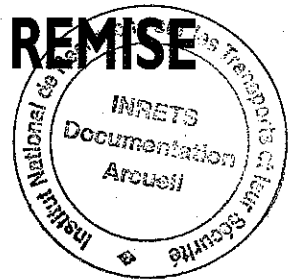


2028

# L'ÉTRANGLEMENT DE LA PETITE REMISE

par RICHARD DARBÉRA

LATTS - CNRS - École nationale des Ponts & Chaussées



*La question de savoir s'il y a assez de taxis à Paris est l'occasion d'un débat récurrent. Les comparaisons avec d'autres métropoles sont un élément souvent mis en avant, mais ces comparaisons sont toujours très superficielles. Elles négligent en particulier l'importance du secteur de la petite remise dans les autres capitales, et le rôle qu'elle joue dans la mobilité des pauvres et dans l'intégration des quartiers déséquilibrés. Les voitures de petite remise sont des voitures qui offrent le même service que les taxis, à cela près qu'elles ne peuvent répondre qu'à des commandes passées par téléphone. En région parisienne, la petite remise est quasi inexistante. Alors qu'à Londres et à New York elle s'est rapidement développée avec la généralisation de l'usage du téléphone à partir des années 1970, et parfois avec le soutien de l'administration, à Paris elle a fait l'objet d'une politique systématique d'extinction au profit du monopole des taxis. Notre recherche montre les conséquences négatives de cette politique sur la mobilité des Franciliens, et en particulier sur celle des plus pauvres.*

## INTRODUCTION

En 2002, le préfet de police, le maire et les usagers (1) se sont accordés pour estimer qu'il n'y avait pas assez de taxis dans les rues de Paris. C'est en partie pour cette raison qu'après plus de dix ans d'immobilisme, la préfecture de police a entrepris d'augmenter progressivement le nombre des taxis parisiens en distribuant gratuitement de nouvelles autorisations. Cette décision a d'abord rencontré une forte opposition des taxis [Le Monde du 14/9/02] qui savaient que l'augmentation du nombre des autorisations ferait mécaniquement baisser la valeur marchande de l'autorisation qu'ils ont achetée ou qui leur a été donnée. Sous

leur pression, le préfet a fortement ralenti le rythme du rattrapage.

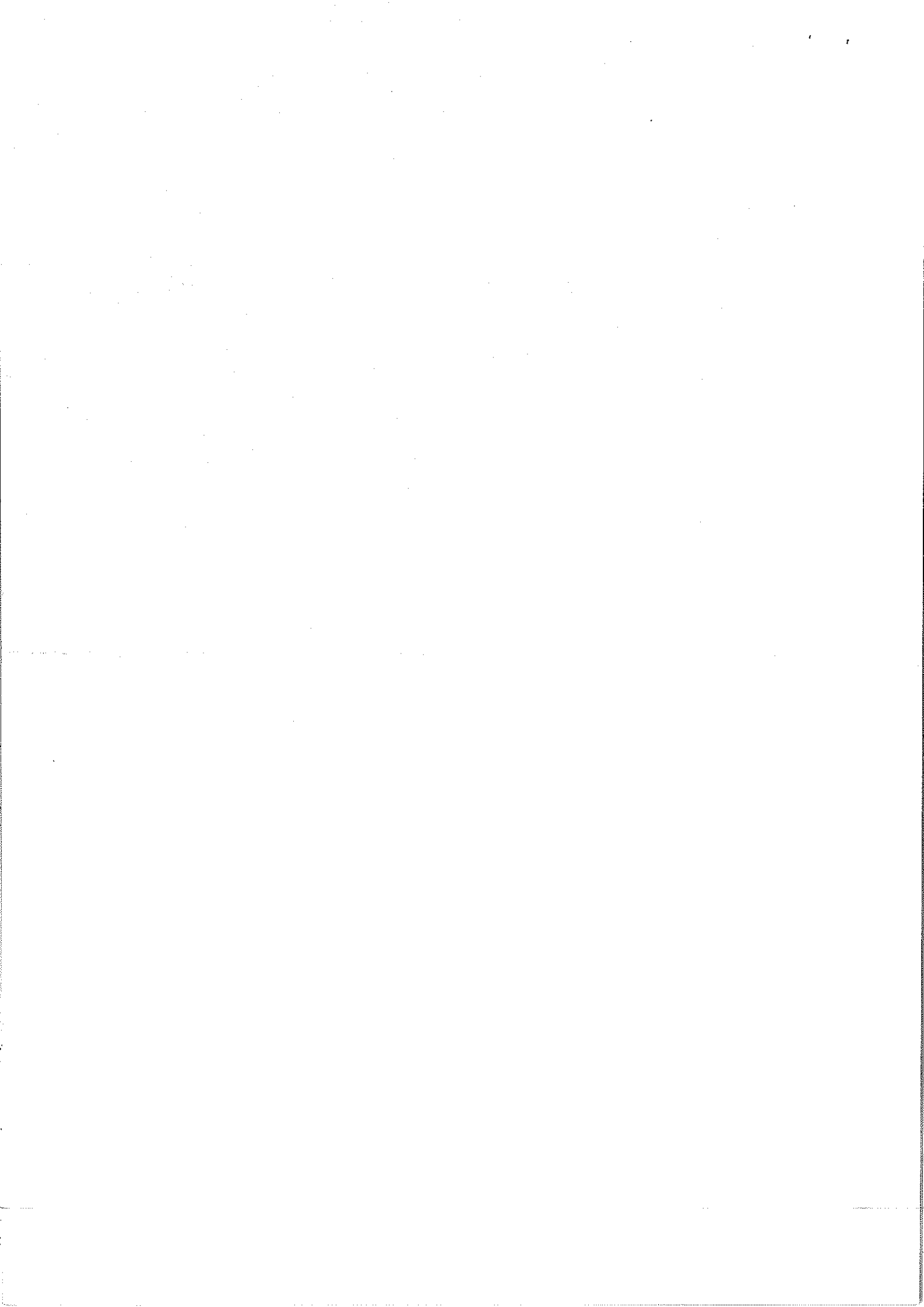
La chambre syndicale des artisans du taxi préférait que l'on augmente le tarif des courses pour inciter les taxis à venir travailler là où la demande est forte. Cette position avait la faveur de la mairie, mais se heurtait au ministère de l'Économie, qui ne voulait pas voir augmenter un élément de l'indice des prix [Le Monde du 5/12/03].

En juillet 2004, le nouveau ministre de l'Économie a donné son accord et en début d'année, après une ultime menace de grève (2), les taxis parisiens ont obtenu une augmentation d'une partie de leurs tarifs pour permettre de « rééquilibrer l'offre et la demande ». En pratique, des heures dites « pleines » et « creuses » ont été instaurées. L'augmentation porte principalement sur le tarif horaire en heure pleine. Une manière d'inciter les chauffeurs à venir travailler en ville à ces heures, et d'inciter les clients à utiliser les taxis en dehors de ces horaires très chargés. « C'est un moyen de répartir la demande », a indiqué la Fédération des artisans taxis (3).

(1) ... Et les touristes ! Voir les frustrations exprimées dans The Economist City Guide ([www.economist.com](http://www.economist.com)) ou dans The Guardian [2002].

(2) « Les tarifs 2005 des taxis parisiens ne sont toujours pas entrés en vigueur. La chambre syndicale des artisans du taxi (CSAT) a menacé hier de déclencher une grève s'ils ne sont pas modifiés d'ici au 10 avril prochain et accompagnés de mesures compensatoires » [20 mn du jeudi 31 mars 2005].

(3) Cité dans le journal 20 mn du 7 avril 2005.



Tout au long de ces négociations, le débat a tourné principalement autour de deux questions: les taxis parisiens sont-ils assez chers? Sont-ils assez nombreux? Le Conseil de développement économique durable de Paris (Codev) avait tenté de répondre à ces questions à partir des rares études disponibles, généralement confidentielles. Reprenant prudemment à son compte des comparaisons qui avaient été faites avec d'autres métropoles, il avait estimé que le nombre de taxis autorisés « donne à Paris un ratio par habitant dans la moyenne ». Il estimait aussi que les tarifs se situaient dans la moyenne européenne, c'est-à-dire plutôt inférieurs à ceux de Londres et d'Amsterdam, mais supérieurs à ceux de Bruxelles et de Barcelone [Codev, 2003].

Il nous paraît utile d'examiner de façon plus précise ce que recouvrent les chiffres utilisés dans ces comparaisons internationales en mettant en regard de la situation parisienne celle de deux villes comparables en taille et en niveau de revenu: Londres et New York.

Une dimension était absente de ce débat tel qu'il a été rapporté dans la presse et dans les déclarations publiques. C'est celle du rôle des taxis dans la mobilité des Franciliens et en particulier dans celle des ménages pauvres et non motorisés. C'est aussi celle du rôle des taxis dans l'intégration des habitants des quartiers déshérités. Là encore, la comparaison de Paris avec Londres et New York est riche d'enseignements.

## LES TAXIS PARISIENS SONT-ILS ASSEZ CHERS?

Les taxis parisiens sont-ils chers? La réponse à cette question n'est pas aussi simple que le laissent croire les articles de presse et certains rapports officiels qui se contentent de comparer les tarifications kilométriques en

vigueur dans différentes capitales en y ajoutant parfois un temps d'attente.

Dans la plupart des métropoles des pays développés, la tarification des taxis est administrée, c'est-à-dire fixée par la puissance publique. Le tarif d'une course en taxi est généralement la somme de trois composantes. La première composante est une prise en charge forfaitaire. La deuxième composante est une tarification kilométrique à laquelle s'ajoute ou se substitue une troisième composante: une tarification horaire quand le véhicule est à l'arrêt ou quand il circule à faible vitesse. Pour une comparaison rigoureuse, il ne suffit donc pas d'additionner des kilomètres et un temps d'attente, mais il faut tenir compte de conditions de circulation représentatives. C'est ce que nous avons fait dans le petit encadré page suivante en comparant la tarification des taxis londoniens à celle des taxis parisiens. Il en ressort que pour une course typique de 5 km en heure pleine, les taxis de Londres ne sont pas deux fois plus chers que leurs homologues de Paris, comme il est généralement admis, mais seulement 1 % plus chers, pour des courses plus courtes la différence est plus faible, voire négative. En 2003, avant la réforme des tarifs des taxis parisiens, les taxis londoniens n'étaient que 20 % plus chers.

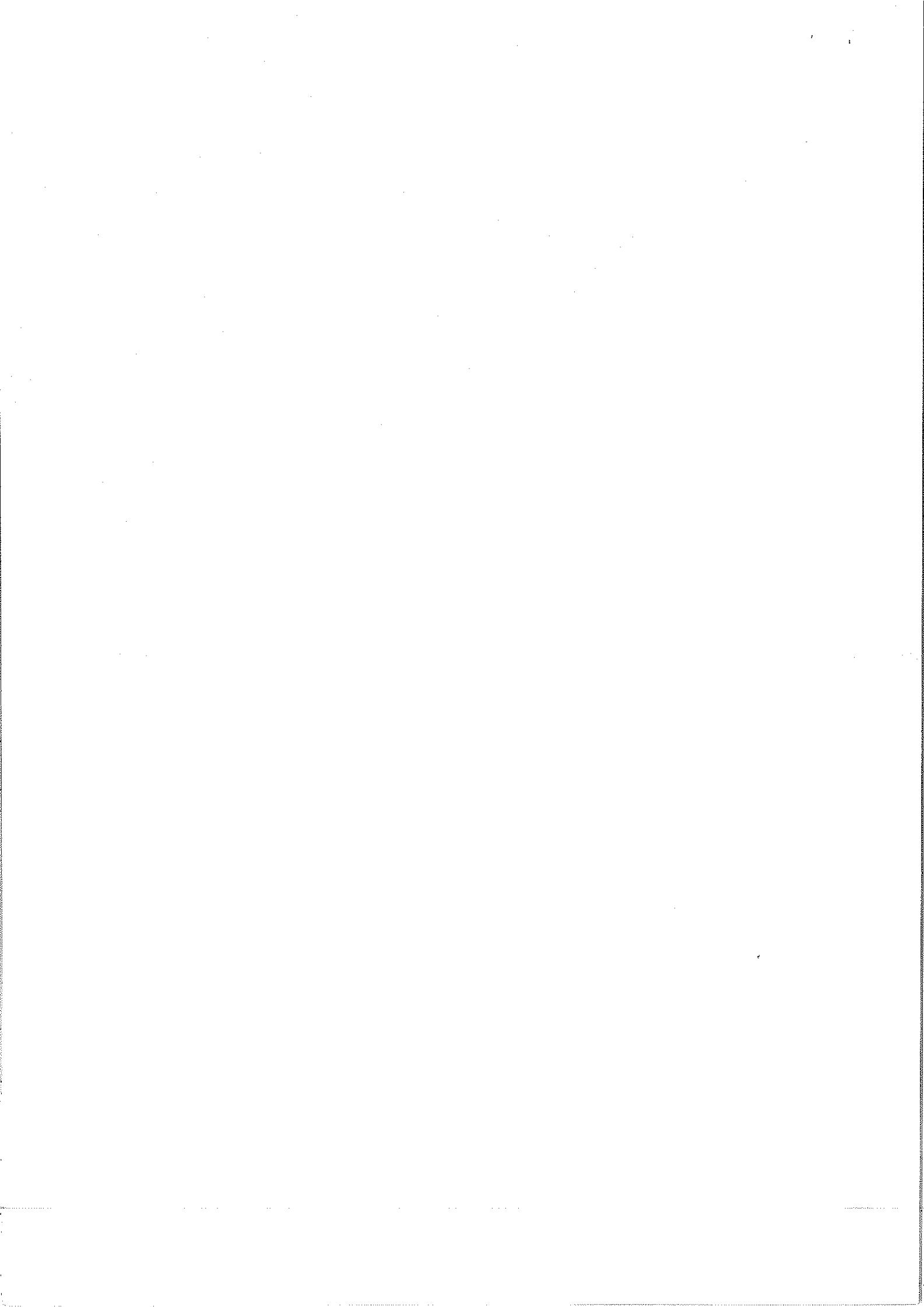
S'ils sont plus chers, c'est que contrairement aux taxis parisiens [STIF, 2003, p. 35], les *cabbies* de Londres ne bénéficient pas d'une détaxe sur leurs achats de carburant. Ils payent même le gazole le plus taxé d'Europe. Enfin, ils ont l'obligation d'acheter un véhicule spécial, très caractéristique (les fameux *black cabs*), qui leur revient deux à trois fois plus cher qu'une berline classique.

Un bon critère pour juger de l'adéquation du niveau moyen des tarifs est le prix de la licence, qu'on appelle en France « autorisation de stationnement ». En effet, à Paris comme à New York, le nombre de taxis est

contingenté, c'est-à-dire strictement limité. Pour obtenir une licence gratuite donnant le droit d'exploiter un taxi parisien, on doit donc s'inscrire sur une liste d'attente. Mais l'attente est très longue. Il y a actuellement 16.000 inscrits pour des licences qui dans les quarante dernières années ont été délivrées au rythme moyen de 19 par an. La plupart des taxis ont donc acheté leur licence à des personnes qui quittaient la profession. Le prix de la licence sur le marché varie actuellement entre 125.000 et 150.000 euros. Ce prix est essentiellement déterminé par la demande, il reflète exactement la rente que le candidat taxi espère tirer de son activité. C'est seulement parce que le métier est très profitable que des candidats sont prêts à payer si cher pour l'exercer.

Tous les commerces dont le nombre est contingenté (les pharmacies, les bureaux de tabac, etc.) génèrent une rente, c'est-à-dire un revenu qui s'ajoute à la valeur du travail fourni par le simple fait de la rareté du service. Pour les pharmaciens, cette rente est capitalisée dans le prix des « murs » de la pharmacie. Pour les taxis, elle est capitalisée dans la valeur marchande de la licence. Pour que le prix de la licence baisse, il suffit de baisser les tarifs. On a estimé [Darbéra, 2005, p. 113] que le prix actuel des licences résulte d'un surprix moyen de 26 % payé par l'usager, au-delà du tarif qui annulerait la rente. À Londres, il n'y a pas de rente car le nombre de taxis n'est pas contingenté.

L'augmentation des tarifs accordée en début d'année aura mécaniquement pour effet de faire encore monter la valeur de la licence sur le marché. On notera que le même « rééquilibrage » aurait été obtenu si on avait baissé le tarif en heure creuse. Cette mesure aurait mécaniquement fait baisser la valeur de la licence et l'aurait ainsi rendue plus accessible aux candidats à la profession. Nous reviendrons plus loin sur les problèmes éthiques, économiques ou



## ENCADRE - LES TAXIS PARISIENS SONT-ILS CHERS? UNE COMPARAISON ENTRE PARIS ET LONDRES

À première vue, une comparaison rapide des tarifs montre que ceux de Paris sont parmi les moins chers d'Europe. D'après le tableau ci-dessous, qui est celui que l'on rencontre le plus communément dans les comparaisons internationales, une course de 5 km à Londres coûte deux fois plus cher qu'à Paris.

### LES TARIFS EN EUROPE

	Prise en charge	Tarif de base/km	Prix d'une course de 5 km	Paris = 1
Lisbonne	1,60 €	0,30 €	3,10 €	0,6
Madrid	1,26 €	0,60 €	4,26 €	0,8
Paris	2,00 €	0,71 €	5,55 €	1,0
Vienne	1,89 €	0,94 €	6,59 €	1,3
Stockholm	3,22 €	0,76 €	7,02 €	1,4
Bruxelles	2,35 €	0,99 €	7,30 €	1,4
Berlin	2,05 €	1,12 €	7,65 €	1,5
Copenhague	2,95 €	1,03 €	8,10 €	1,6
Helsinki	3,70 €	0,96 €	8,50 €	1,7
Oslo	3,32 €	1,04 €	8,52 €	1,7
Londres	2,30 €	1,62 €	11,00 €	2,0
Luxembourg	2,48 €	1,74 €	11,18 €	2,2
Genève	4,16 €	1,52 €	11,76 €	2,3
Amsterdam	4,40 €	1,66 €	12,70 €	2,5

Sources: <http://www.taxi-paris.net/page36.html>

La prise en compte de la complexité des systèmes de tarification donnerait un classement totalement différent. C'est ce que nous voulons montrer en comparant Paris et Londres.

Cette comparaison portera sur une course urbaine de jour dans la semaine. Mais la conclusion ne serait pas très différente si l'on avait fait porter la comparaison sur une course de nuit ou sur une course en banlieue par exemple.

Le principe de la tarification à Londres est le suivant. Pour une course du lundi au vendredi entre 6 heures et 20 heures un tarif minimum de £ 2,20 est perçu pour toute course d'une longueur inférieure à 438 m ou d'une durée inférieure à 94,2 secondes. Au-delà de cette distance ou de cette durée, un tarif additionnel de £ 0,20 est perçu au début de chaque tranche d'une longueur de 219 m ou d'une durée de 47,1 secondes. Convertis en euros par heure ou par km, ces tarifs deviennent 3,23 € pour la prise en charge et les 438 premiers mètres (ou 94,2 premières secondes). Au-delà s'ajoute un tarif kilométrique de 1,34 € ou un tarif horaire de 22,46 €.

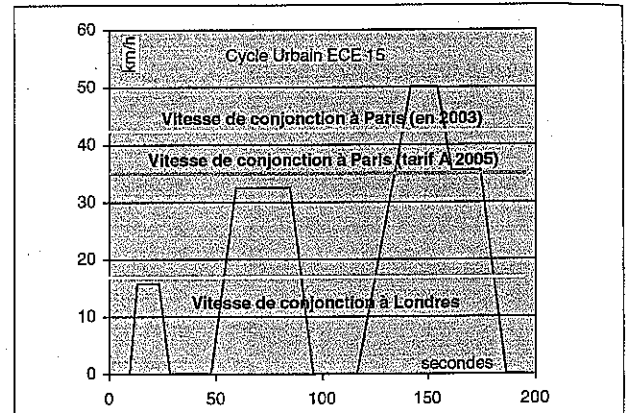
Le principe de la tarification à Paris est différent. Pour une course dans Paris du lundi au samedi en heure creuse (entre 10 heures et 17 heures) c'est le tarif A qui est appliqué. Il comprend une prise en charge de 2,00 €, à laquelle s'ajoute dès le début de la course un tarif kilométrique de 0,71 € ou un tarif horaire de 24,73 €. En heure pleine (avant 10 heures et après 17 heures) c'est le tarif B qui est appliqué. Le tarif de prise en charge est le même, mais le tarif kilométrique est 1,06 € et le tarif horaire est 27,73 €. Dans les deux cas, un tarif minimum de 5,20 € est perçu.

À Paris comme à Londres, la tarification horaire se substitue à la tarification kilométrique dès que celle-ci lui est inférieure, c'est-à-dire dès que la vitesse du véhicule est inférieure à un certain seuil. Ce seuil, appelé « vitesse de jonction », est tout simplement le rapport du tarif par heure divisé par le tarif par km. Pour Paris on obtient 34,8 km/h en heure creuse, 24,75 km/h en heure pleine, pour Londres 16,73 km/h.

La différence de vitesse de jonction n'est pas négligeable. Une comparaison utile ne peut donc se faire que pour des conditions de circulation données. Dans le cadre de ses normes anti-pollution, l'Union européenne a déterminé un cycle représentatif

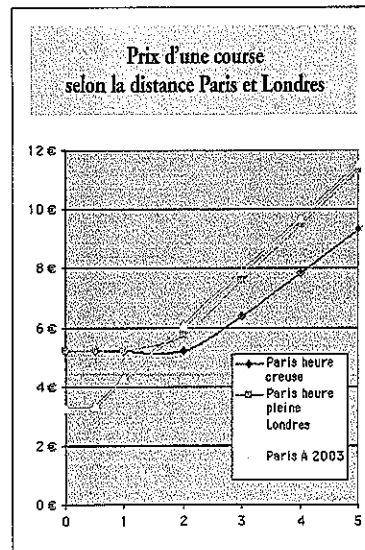
des conditions de circulation dans les villes européennes. C'est le cycle que nous avons choisi pour notre calcul. Il s'agit d'un cycle de 195 secondes qui comprend des phases d'arrêt, des phases d'accélération et des phases de vitesse en palier variées. Ce cycle est représenté dans le diagramme ci-dessous. Il correspond à une vitesse moyenne de 18,7 km/h. Nous avons également porté dans le graphe les vitesses de jonction pour Paris et pour Londres.

Variation dans le temps de la vitesse de circulation urbaine selon le cycle urbain ECE15 et vitesses de jonction des taxis à Paris et à Londres



Sources: <http://europa.eu.int/comm/environment/pollutants/inusecars3.pdf>

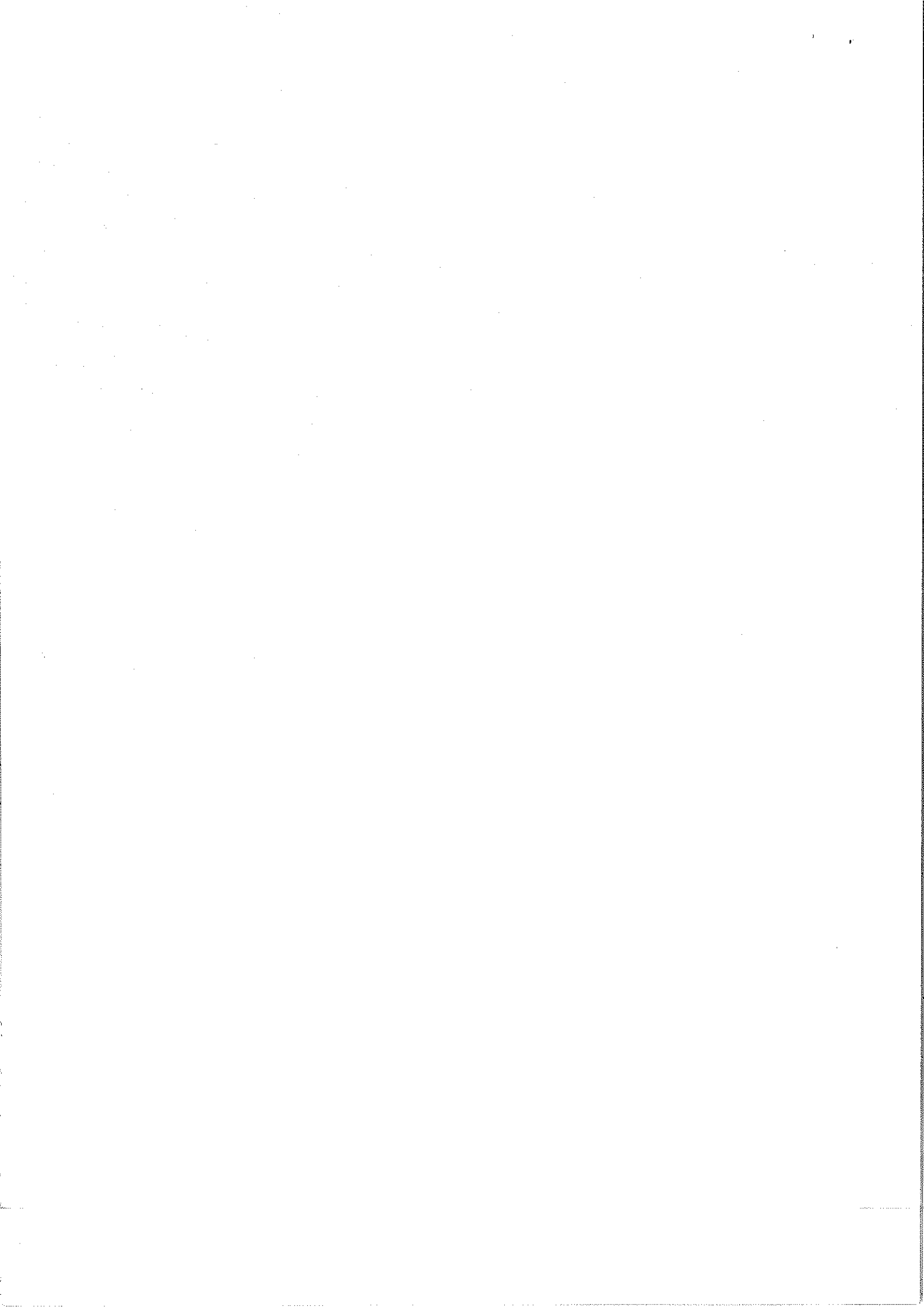
Le diagramme montre que la vitesse de circulation selon le cycle européen est près de la moitié du temps plus élevée de la vitesse de jonction des taxis londoniens. Cela veut dire que le tarif kilométrique est prévalent pour près de la moitié du temps à Londres. En revanche, la circulation ne dépasse que rarement la vitesse de jonction



des taxis parisiens. Cela veut dire que les taxis parisiens fonctionnent essentiellement au tarif horaire. Or nous avons vu que les tarifs horaires à Paris sont plus élevés qu'à Londres. Certes, le tarif A kilométrique parisien est près de deux fois plus bas que son homologue londonien, mais il n'est appliqué que pendant 20 % du temps de la course, le reste du temps, c'est le tarif horaire qui est appliqué.

Il en résulte qu'une course en taxi de 5 km à Paris en heure creuse (tarif A) n'est pas deux fois moins chère qu'à Londres, mais seulement 20 % moins chère. Quant au tarif B (heure pleine) il n'est que de 1 % inférieur. Pour les courses très courtes, ce sont les taxis londoniens qui sont moins chers. C'est ce que montre le graphique ci-contre.

On notera enfin qu'il suffit d'avoir trois bagages ou de voyager à quatre personnes pour que tous les tarifs parisiens soient supérieurs aux tarifs londoniens qui ne pratiquent pas ces suppléments.



sociaux d'une politique de régulation qui conduirait à faire baisser la rente des taxis.

Mais les tarifs administrés ne sont pas nécessairement représentatifs des tarifs effectivement pratiqués. Parce que l'offre de transport des taxis parisiens est très insuffisante, en particulier en heure de pointe, certains clients et certaines entreprises sont prêts à payer plus cher pour pouvoir être servis en priorité. Pour capter cette rente supplémentaire, les deux principaux centres de réservation téléphonique parisiens vendent des abonnements dont le prix monte avec le niveau de priorité. Il n'existe malheureusement pas de données publiées sur les nombres de courses concernées et leur prix de revient moyen. Il n'est donc pas possible d'estimer la rente que les centraux téléphoniques extraient de leur position d'oligopole sur le marché des réservations par téléphone.

## LES TAXIS PARISIENS SONT-ILS ASSEZ NOMBREUX?

Y a-t-il trop de taxis à Paris? Là encore, les comparaisons généralement disponibles donnent une image très faussée de la réalité si on s'intéresse à l'offre de transport à la demande. En effet, s'il est vrai que le nombre des taxis est du même ordre de grandeur pour des populations comparables, il existe une différence fondamentale dans l'offre de transport à la demande entre Paris d'une part et Londres et New York d'autre part. Cette différence essentielle tient au nombre des voitures de petite remise. Les voitures de petite remise (*for-hire vehicles* à New York et *minicabs* à Londres) sont des voitures qui remplissent exactement les mêmes fonctions que les radio-taxis parisiens, à cela près qu'elles n'ont pas le droit de stationner sur la voie publique dans l'attente de clients, ni de s'arrêter pour des clients qui les hêlent dans la rue. Leurs tarifs sont libres et leur

nombre n'est pas contingenté. Il y en a 42.000 à New York, près de 50.000 à Londres et... seulement 94 dans toute la région Ile de France!

Ce chiffre très bas pour l'Ile-de-France ne tient pas au manque d'esprit d'entreprise de nos concitoyens, mais au fait qu'en France les demandes d'autorisation pour des voitures de remise doivent passer devant la même commission que les demandes pour les taxis. Dans ces commissions, le poids des représentants des taxis est prépondérant, et les préfets qui président ces commissions ont reçu l'instruction de décourager le développement de la petite remise. Dans sa circulaire (4) aux préfets et au préfet de police de Paris, le ministre de l'Intérieur précise: « Par circulaire citée en référence, je vous avais demandé de ne pas étendre à l'excès le nombre des exploitants de voitures de petite remise de façon à maintenir les *fragiles équilibres* [souligné par nous] avec les exploitants de taxi. /.../ Dans ces conditions, je précise que les dispositions de l'article 2 de la loi n° 77.6 du 3 janvier 1977, et du décret n° 77.1308 du 29 novembre 1977 doivent s'entendre dans une acception très restrictive quant à votre faculté de délivrer des autorisations d'exploitation de voitures de petite remise ». Cette politique a été couronnée de succès puisqu'en quatre ans, entre 1997 et 2001 le nombre de voitures de petite remise en Ile-de-France a été divisé par trois. À Londres et à New York, en revanche, les services chargés de la régulation des taxis ont favorisé le développement de la petite remise en dépit des protestations du lobby des taxis [Darbéra, 2005, p. 119] (5).

Ainsi, contrairement à une idée reçue, là où les Parisiens n'ont que 15.000 taxis pour répondre à leur demande de déplacements, les New-Yorkais ont 55.000 taxis et voitures de petite remise et les Londoniens en ont 70.000. Cette offre change radicalement l'usage qui est fait des transports à la demande.

## QUI UTILISE LES TAXIS?

Le tableau ci-après résume les principaux effets de la régulation sur l'offre de transport à la demande à Paris, Londres et à New York. Mesurée en nombre de voitures par habitant, elle est trois fois plus faible à Paris, six fois plus faible en région parisienne, et elle se concentre sur le marché des aéroports et celui des déplacements professionnels. L'offre à Londres et à New York n'est pas seulement plus importante, elle est aussi beaucoup plus diversifiée et plus orientée vers la demande des habitants et principalement de ceux de conditions plus modestes.

Les tarifs élevés des taxis parisiens, et les formules d'abonnement qui sont une manière d'exploiter leur rareté, en font un mode de transport largement réservé aux entreprises (de 50 à 70 % des courses selon les sources, sont remboursés par les employeurs) (6). Les taxis new-yorkais, qui sont moins chers que les taxis parisiens (alors que le pouvoir d'achat y est plus élevé), n'y consacrent que 15 % de leurs courses. À New York, ce segment de la demande est presque entièrement servi par les *black cars*, des voitures de remise dont c'est la spécialité. De même la part des

(4) Circulaire NOR/INT/DI/00/00220/C du 22 septembre 2000.

(5) On notera aussi qu'en France, contrairement à leurs homologues anglaises ou américaines, les petites remises n'ont pas le droit de « porter de signe distinctif de caractère commercial concernant leur activité de petite remise visible de l'extérieur » [Ministère de l'Intérieur, circulaire NOR/INT/DI/00/00220/C du 22 septembre 2000].

(6) D'après le STIF [2003, p. 32], les dépenses de fonctionnement des taxis d'Ile-de-France sont financées par les ménages à hauteur de 30 % seulement, le reste étant financé par des entreprises lors du remboursement des courses pour motif professionnel de leurs salariés.

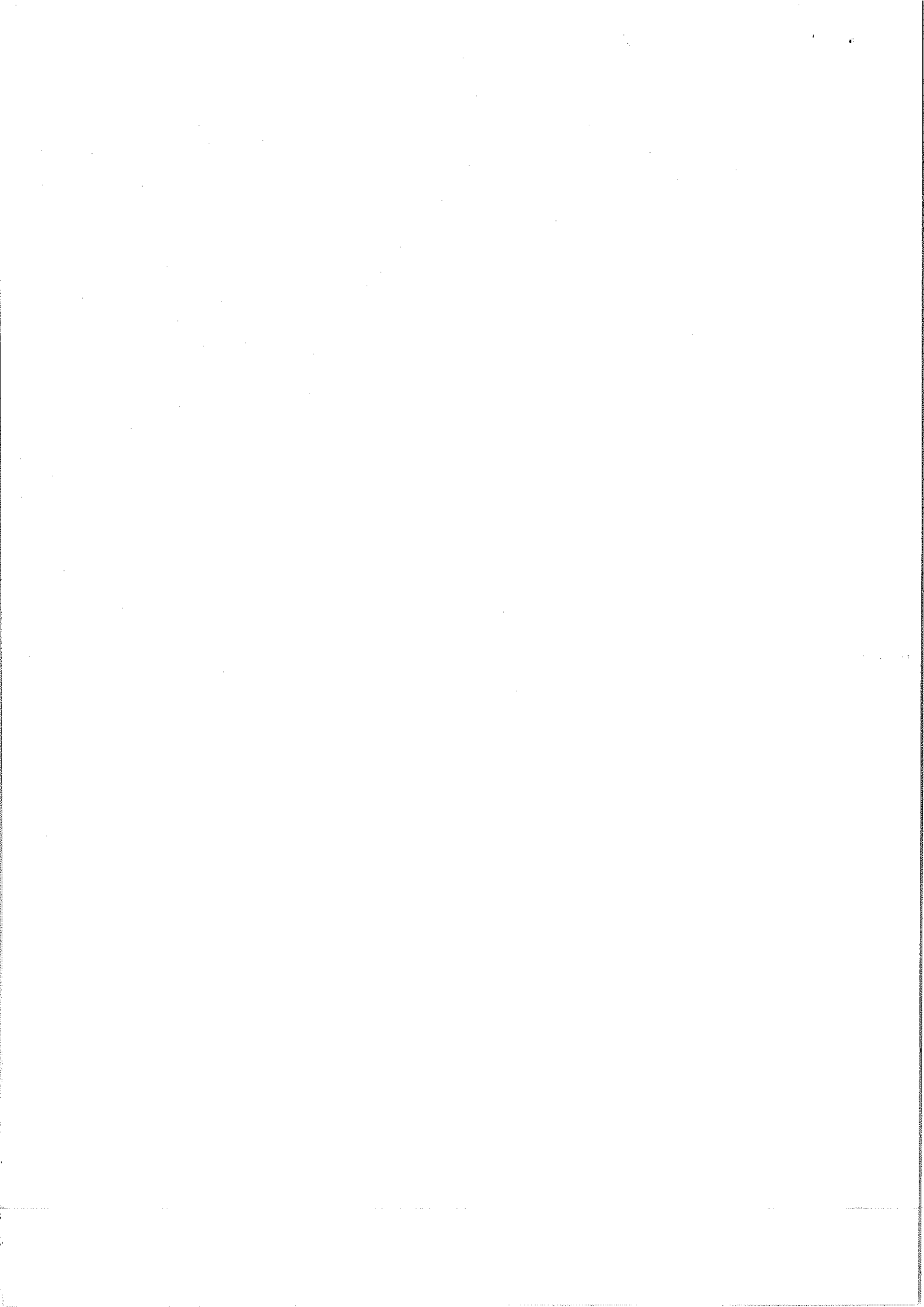


TABLEAU 1 - Effets de la régulation sur l'offre de transport à la demande

	New York	Londres	Paris	Ile-de-France
Nombre de taxis	12.500	24.000	15.000	17.023
% de courses commandées par téléphone	Zéro par définition (a)	n.d.	32 %	n.d.
% de courses depuis les aéroports	2,70 %	n.d.	35 % ou 25 % (b)	n.d.
% de courses remboursées par les employeurs	15 %	n.d.	70 %, 50 % ou 55 % (b)	70 %
Nombre de voitures de remise	40.000	Entre 40 et 60.000	0	94
Nombre de centraux téléphoniques pour voitures de remise	550	2000	0	?
Population de la zone concernée (millions)	8	7,2	5,2	11
Nombre de taxis et voitures de remise pour 1000 hts	7,2	9,8	2,9	1,5
Nombre de courses par an (millions)	270	164	39	n.d.

Sources: Darbéra [2005, p. 120]

Notes: (a) En 1982 la Taxi & Limousine Commission de New York a interdit aux taxis l'usage du radio téléphone pour le réserver aux voitures de remise (*black cars*, *car services* et limousines); (b) les chiffres divergent selon les sources

courses depuis les aéroports est beaucoup plus importante pour les taxis parisiens que pour les taxis de New York (voir le tableau ci-dessus).

Les effets sur la mobilité sont aussi contrastés. Ainsi, en Ile-de-France, les déplacements en taxis ne représentent que 0,5 % des déplacements motorisés (7). La part des taxis et *minicabs* dans la mobilité des Londoniens est plus de quatre fois plus importante: 2,2 % des déplacements motorisés [TfL 2001, table 4a]. L'explication de la plus forte utilisation des taxis à Londres n'est pas à chercher dans une sous-utilisation des transports collectifs. En effet, dans le Grand Londres, 44 % des déplacements motorisés sont effectués en transports collectifs [TfL 2003, table 3.6]. En Ile-de-France, ils ne sont que 29 % [DREIF, 2004, p. 26].

À Londres et à New York, les voitures de remise ne sont pas contingentées et leurs tarifs sont libres. La concurrence dans le secteur est donc très vive. Il en résulte des tarifs très diversifiés (de la limousine de luxe au taxi de quartier). De plus, puisqu'il

n'y a pas de rente ni d'autorisation à acheter ou à rembourser, ces tarifs sont souvent nettement plus bas que les tarifs administrés des taxis.

Des tarifs plus bas favorisent logiquement la mobilité des ménages les plus pauvres. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons exploité les enquêtes ménages de Londres et de Paris.

L'enquête nationale des déplacements (NTS) que nous avons utilisée pour Londres est une enquête continue qui interroge chaque année 3.800 ménages et leur fait remplir un journal détaillé de leurs déplacements pendant une semaine. Elle est d'accès libre et ses résultats sont disponibles sur Internet (8). Les ménages y sont classés en cinq quintiles selon leur revenu par unité de consommation (9). Il est donc possible, par exemple, de comparer la mobilité des 20 % de ménages les plus pauvres à celle des 20 % les plus riches. Nous avons exploité les trois dernières enquêtes qui s'étendent de 1996 à 2003 et portent sur un échantillon de 2.510 déplacements en taxi (*black cabs*) et voitures de

petite remise (*minicabs*). La figure ci-dessous présente le nombre annuel de déplacements en taxi et *minicabs* par personne, selon la classe de revenu du ménage par unité de consommation. Elle montre que les membres des ménages les plus riches font en moyenne dans l'année 18 déplacements en taxi ou en *minicab*, ceux des ménages les plus pauvres en font 13.

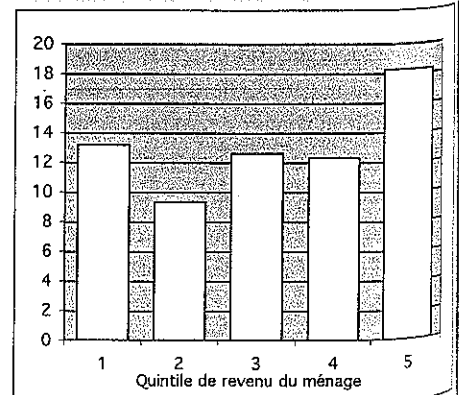
Pour obtenir des données comparables sur Paris nous avons utilisé l'Enquête Globale de Transport (EGT) de la région parisienne. Cette enquête porte sur les déplacements journaliers de chaque membre d'environ 10.000 ménages représentatifs. L'EGT fournit pour 85 % d'entre eux un niveau de revenu déclaré. Sur cette base, nous avons estimé les revenus moyens par quintile des ménages classés selon leur revenu par unité de consommation.

(7) Calcul de l'auteur à partir de l'EGT 1991 et 2001.

(8) [http://www.statistics.gov.uk/ssd/surveys/national\\_travel\\_survey.asp](http://www.statistics.gov.uk/ssd/surveys/national_travel_survey.asp)

(9) Le recours aux « unités de consommation » est une manière de prendre en compte la taille et la composition du ménage pour mieux rendre compte du niveau de vie.

FIGURE 1 - Nombre annuel de déplacements en taxi et en voiture de remise, par personne à Londres selon la classe de revenu du ménage



Source: National Travel Survey (NTS 1996-2003) - Department for Transport (DfT), U.K. - Calculs de l'auteur

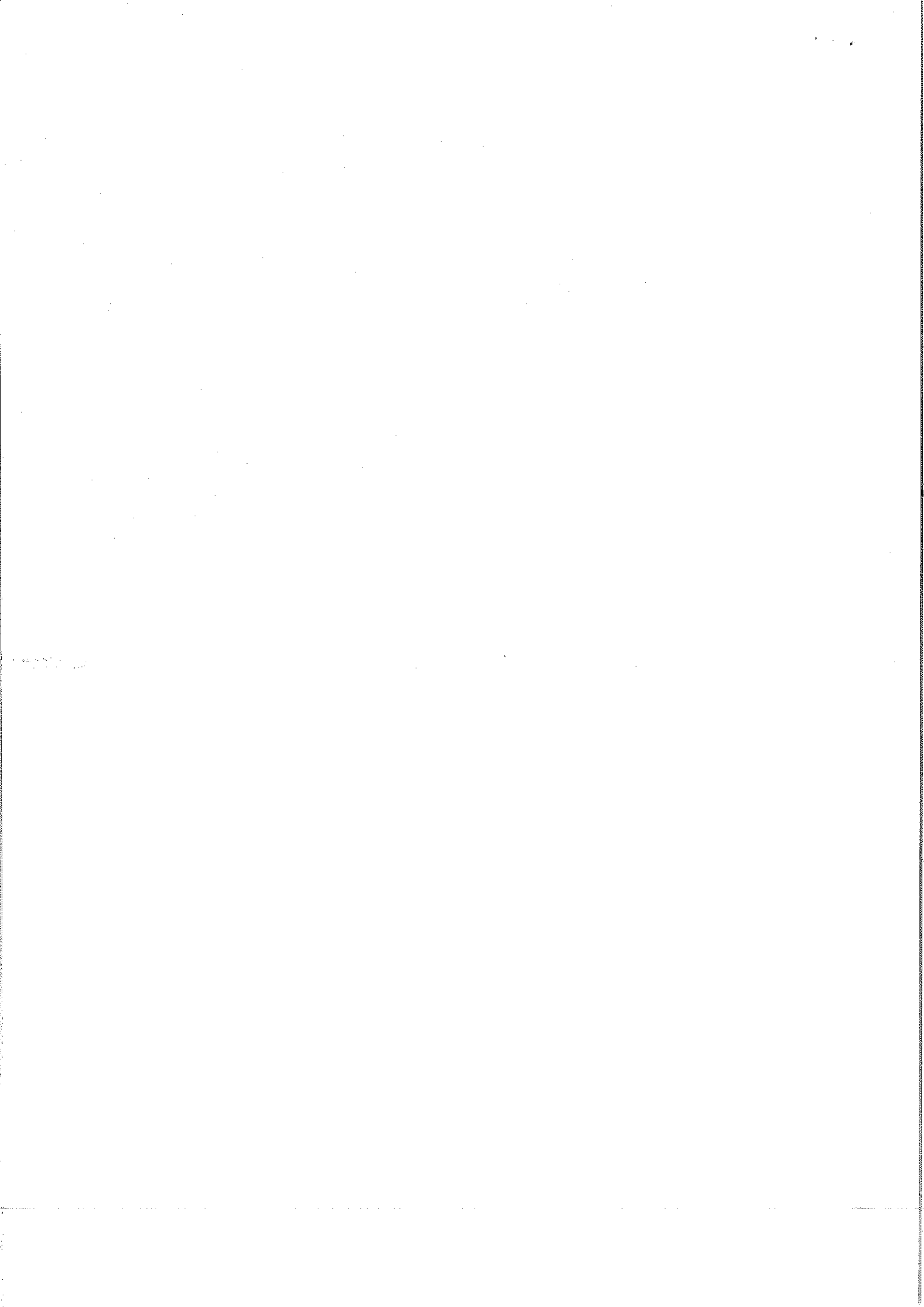
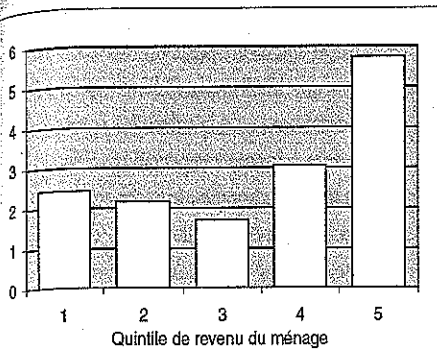


FIGURE 2 - Nombre annuel de déplacements en taxi, par personne, en Ile-de-France, selon la classe de revenu du ménage



Source: EGT 1991 et 2001 - DREIF/INSEE - Calculs de l'auteur

Nous avons exploité les deux dernières enquêtes (EGT-1991 et EGT-2001) qui portent sur un échantillon total de près de 500 déplacements en taxi dont 430 pour lesquels il était possible de calculer la classe de revenu du ménage. Ces résultats sont présentés dans les graphiques ci-dessous. Pour une meilleure comparabilité avec Londres nous avons ramené l'échantillon au nombre de déplacements annuels.

La différence est frappante. À Paris comme à Londres, les ménages les plus riches utilisent les taxis plus souvent que les ménages les plus pauvres, mais alors qu'à Londres le rapport est inférieur à 1,4, à Paris, il est supérieur à 2,5. Ainsi, à Paris les taxis sont principalement réservés aux entreprises, aux touristes, ... et aux riches. On notera cependant que les Parisiens les plus riches utilisent moins les taxis que les Londoniens les plus pauvres.

Il nous a semblé intéressant de regarder si riches et pauvres avaient un usage différent du taxi en comparant les motifs de déplacement selon le niveau de revenu. Dans les deux graphiques ci-contre, nous avons reporté le nombre annuel de déplacements en taxi et *minicab*, par motif, par personne à Londres selon le revenu du ménage.

Ce premier graphique montre que les plus pauvres utilisent principalement le taxi pour effectuer des déplacements que les transports collectifs rendent malcommodes comme les courses, les affaires personnelles, les visites chez des amis ou l'accompagne-

ment à l'école. Les plus riches, en revanche, utilisent le taxi pour aller au travail, pour des déplacements professionnels ou pour leurs loisirs (spectacles, sport, sorties), comme le montre le graphique ci-contre.

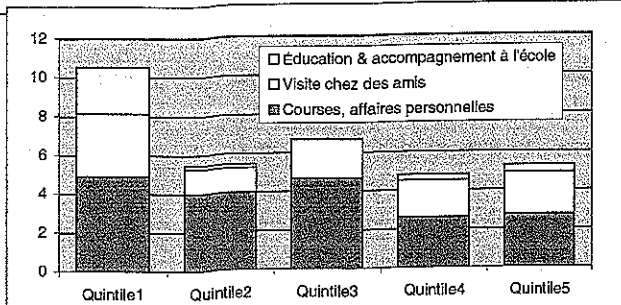
Pour obtenir un graphique comparable pour Paris, nous avons utilisé l'enquête la plus récente (EGT 2001) plutôt que la somme des deux enquêtes car la définition des motifs des déplacements a varié entre les deux. L'échantillon plus faible nous a conduit à regrouper les classes de revenu en quartiles.

Comme à Londres, les Parisiens les plus riches utilisent le taxi pour le travail et les affaires professionnelles, les plus pauvres en revanche l'utilisent pour des visites chez le médecin ou à l'hôpital, les affaires personnelles et l'accompagnement d'enfants à l'école.

## LES EFFETS SUR L'EMPLOI ET L'INTEGRATION

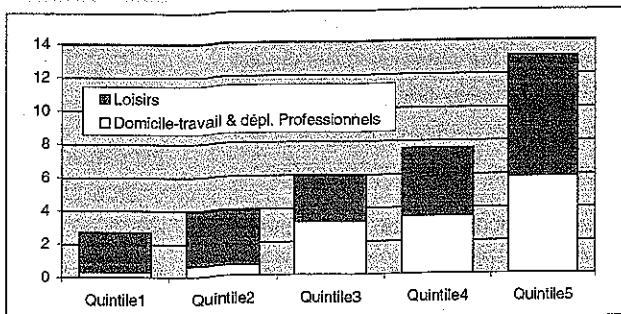
Le cadre régulateur qui régit l'activité des taxis à Paris comme à New York résulte pour l'essentiel de la crise économique des années trente. Le métier, peu qualifié, a fourni un emploi à des milliers de chômeurs. Il y avait 21.000 taxis à New York et

FIGURE 3 - Nombre annuel de déplacements en taxi et en voiture de remise, par motif, par personne à Londres selon le revenu du ménage



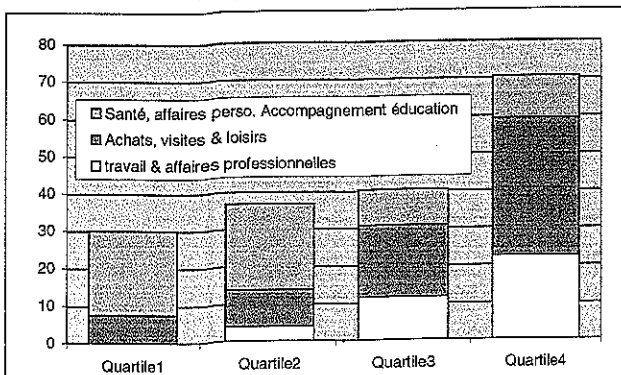
Source: National Travel Survey (NTS 1996-2003) - Department for Transport (DfT), U.K. - Calculs de l'auteur

FIGURE 4 - Nombre annuel de déplacements en taxi et en voiture de remise, par motif, par personne à Londres selon le revenu du ménage (suite)



Source: National Travel Survey (NTS 1996-2003) - Department for Transport (DfT), U.K. - Calculs de l'auteur

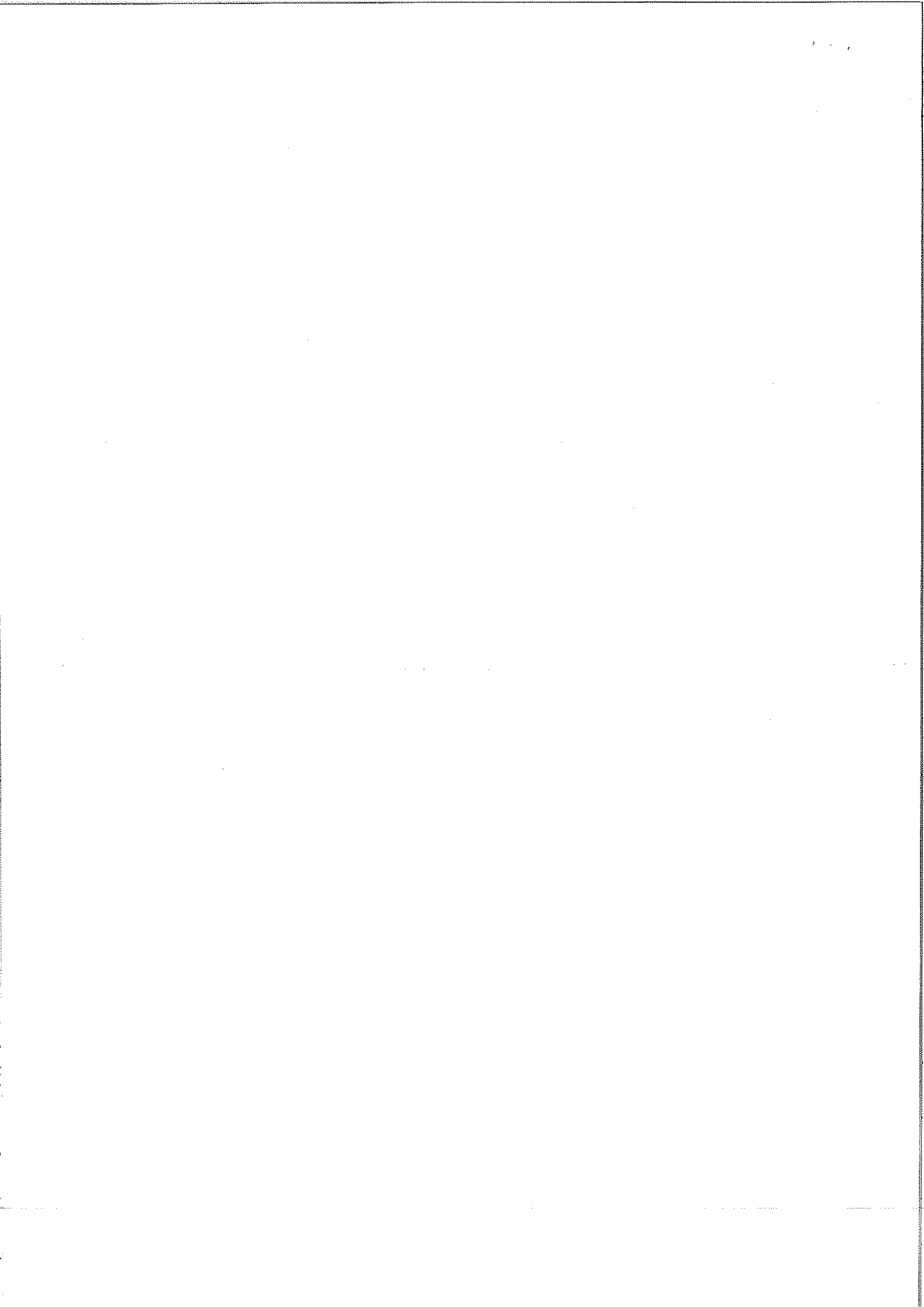
FIGURE 5 - Nombre de déplacements en taxi enquêtés en 2001 à Paris selon le revenu du ménage et le motif de déplacement



Source: EGT 2001 - DREIF/INSEE - Calculs de l'auteur

plus de 30.000 à Paris. Malgré son effet positif sur l'emploi (10), cette situation présentait deux inconvénients du point de vue des transports.

(10) ...Et sur l'intégration: il y avait près de 3000 chauffeurs russes réfugiés de la révolution soviétique.



Parce que le téléphone était d'un usage très rare, les taxis obtenaient l'essentiel de leurs courses en croisant dans la rue à la recherche de clients. Cette recherche, quand l'offre de taxis est abondante, entraîne des coûts élevés de temps et de circulation à vide. Ces coûts élevés se traduisent par des tarifs élevés. En outre la circulation de ces taxis vides augmente la congestion. Contrairement à la plupart des autres marchés, dans le marché des transports à la demande hélés dans la rue, la concurrence ne fait pas baisser les prix, elle les fait augmenter sans faire augmenter les profits des producteurs. Cette défaillance du marché est bien connue des économistes (voir par exemple Liston-Heyes [2005]).

C'est pour supprimer cette concurrence et ses effets indésirables qu'en 1937 le nombre de taxis parisiens a été ramené à 14.000. À New York il a également été ramené à 14.000.

Les conditions ont cependant radicalement changé dans les années 1960 avec la banalisation du téléphone dans toutes les couches sociales. Sur le marché des courses commandées au téléphone, la concurrence peut jouer. Il n'est besoin ni de contingentement, ni de tarifs administrés. À Londres et à New York les régulateurs l'ont compris et ont laissé se développer, à côté des taxis régulés une offre très importante et concurrentielle de voitures de petite remise. À New York le marché du radio-taxi leur a même été réservé alors qu'à Londres taxis régulés et *minicabs* libres se concurrencent sur ce marché. À Paris, en revanche, le régulateur a étendu le monopole des taxis au marché des courses commandées par téléphone en étouffant de fait le développement de la petite remise.

Cette politique nous paraît regrettable car l'existence d'un important secteur de voitures de petite remise avec une grande liberté d'établissement et de tarification présente, outre son impact sur la mobilité,

un avantage en termes d'emploi, principalement dans les zones défavorisées.

Sur les 42.000 voitures de petite remise circulant à New York, 31.000 sont rangées dans la catégorie *car services*. Il s'agit en fait de radio-taxis affiliés à des centraux téléphoniques. Il y a près de 500 centraux, généralement localisés dans les quartiers défavorisés, là où les taxis jaunes refusent parfois d'aller. Les trois quarts de ces voitures sont possédés par leur chauffeur, les autres appartiennent aux centraux.

À Londres, après quatre décennies de laisser faire, le maire a décidé de soumettre les entreprises de *minicabs* à enregistrement, et leurs chauffeurs à un permis spécial. Il ne s'agit ni de continger leur nombre ni d'administrer les tarifs, mais seulement de mieux contrôler la qualité et la sécurité du service. En juin 2004, 2300 entreprises s'étaient déjà enregistrées et 43.000 chauffeurs avaient obtenu le permis. On estime que le secteur emploie directement ou indirectement plus de 80.000 personnes. Des emplois plus nombreux, plus durables et moins coûteux que ceux que peuvent apporter des jeux olympiques financés par le contribuable.

### LAISSER VIVRE LA PETITE REMISE?

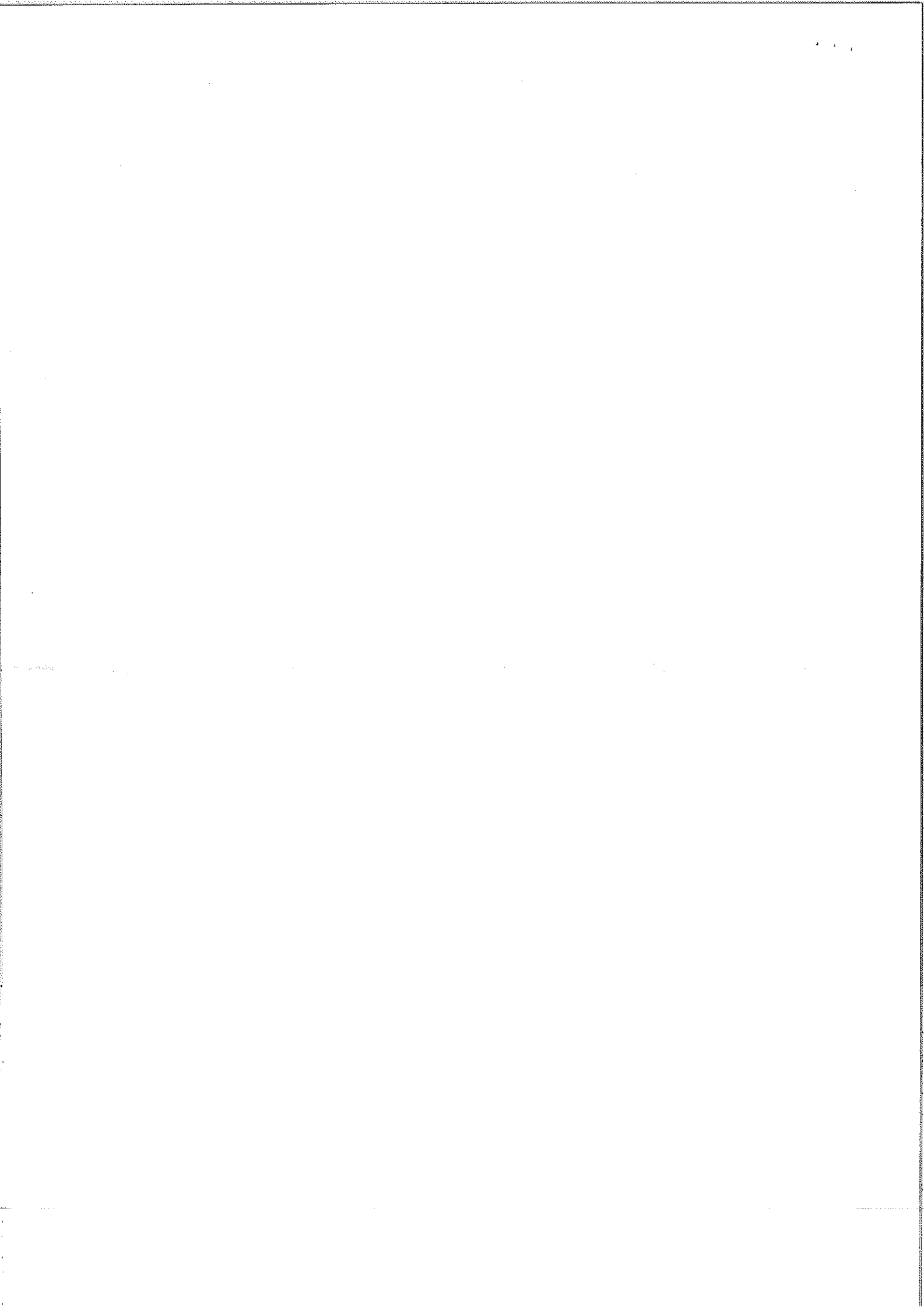
Il paraît peu probable que Paris suive l'exemple de Londres ou de New York et mette un terme à sa politique malthusienne à l'égard de la petite remise. Trop d'acteurs ont intérêt au *statu quo*.

Il y a d'abord les artisans-taxis propriétaires de leur licence. Une renaissance de la petite remise devrait amener de la concurrence sur le marché du radio-taxi et faire baisser la rente qu'en tirent les taxis. Cette baisse de la rente entraînera une baisse de la valeur marchande de leur licence. Même si elle leur a été donnée gratuitement par la pré-

fecture ou s'ils l'ont achetée à une époque où elle était bien moins chère qu'aujourd'hui, cette baisse de la valeur de leur patrimoine sera à juste titre perçue par tous les taxis parisiens comme une expropriation. L'obstacle n'est cependant pas dirimant. Puisque, comme à New York, les taxis resteraient contingentés et garderaient le monopole des courses hélées dans la rue ou aux stations, la rente ne serait pas annulée et la spoliation pourrait n'être que très partielle. En fait, à New York, malgré une forte présence de la petite remise, les licences des taxis jaunes coûtent deux fois plus cher qu'à Paris (11). On peut aussi imaginer des formules de dédommagement comme celles adoptées par certaines villes européennes qui ont totalement dérégulé le marché des taxis.

Il y a ensuite les grands groupes qui contrôlent les deux centraux parisiens de réservation téléphonique. En supprimant la pénurie de l'offre de transport commandée par téléphone, la renaissance de la petite remise supprimerait du même coup la rente que ces centraux téléphoniques tirent des formules d'abonnement qu'ils vendent aux entreprises et aux professions libérales. Mais là encore, l'obstacle nous paraît négociable car ces centraux tirent une autre rente de monopole: celle du service de réservation et de localisation qu'ils vendent aux artisans taxis. Il s'agit cette fois de ce que les économistes nomment un monopole naturel: les premières entreprises établies sur le marché bénéficient d'économies

(11) Contrairement à Paris, lors de l'élévation du contingent, les nouvelles licences ne sont pas données mais elles sont vendues aux enchères par la mairie de New York. On connaît donc bien leur prix. Ce mode d'attribution présente trois avantages par rapport au système français d'attribution gratuite: (i) il est exempt du soupçon de favoritisme, (ii) il ne crée pas une injustice par rapport aux taxis qui ont dû acheter leur autorisation sur le marché, et (iii) il récupère au profit de la collectivité la rente de monopole créée par la rareté.



d'échelle et d'économies de réputation telles qu'il est impossible à un nouveau concurrent d'entrer sur ce marché à moins d'accepter de vendre à perte pendant plusieurs années. Ces entreprises établies peuvent donc vendre leurs services aux artisans taxis à des prix nettement au dessus de leur coût. Cette rente ne serait pas menacée par le développement de la petite remise. Au contraire, ce développement pourrait même offrir à l'oligopole actuel une nouvelle clientèle dans la mesure où, pour réduire leurs retours à vide, des exploitants individuels de petites remises préféreraient obtenir des commandes de courses par ces centraux déjà bien établis plutôt que par des centraux coopératifs de quartiers comme ceux qui existent à Londres ou à New York.

Il y a enfin la communauté des planificateurs des transports. On peut craindre que pour une bonne part de cette communauté, les voitures de petite remise présentent la double tare d'être majoritairement des voitures et d'être des petites entreprises qui se passent de subventions.

## CONCLUSION

En France quand on s'intéresse à la mobilité des pauvres ou au désenclavement des quartiers périphériques, un mode de transport est généralement négligé, quand il n'est pas simplement oublié, c'est le taxi. La raison en est simple: en France le taxi coûte cher, et il n'est utilisé par les pauvres que de façon exceptionnelle. Pourtant, s'ils étaient nettement moins chers, les taxis pourraient jouer un rôle complémentaire à celui des transports en commun. Qu'il s'agisse d'un déplacement occasionnel urgent vers une destination dont on ne connaît pas l'itinéraire en transport collectif, qu'il s'agisse d'une visite avec des enfants et des paquets un dimanche dans une autre banlieue, ou encore lorsqu'il s'agit d'effectuer une cour-

se avec un objet encombrant ou lourd, les pauvres n'ont d'autre possibilité que de s'arranger avec un voisin ou un familier automobiliste, ou bien d'avoir recours à un « taxi pirate ».

Il n'y a pas de taxi bon marché parce que la régulation française de ce secteur l'interdit. Il n'en va pas de même à Londres ou à New York, où le régulateur autorise différents types de taxis qui répondent à des demandes différentes, dans un cadre régulateur différencié, avec pour certains des prix suffisamment bas pour les mettre à la portée des habitants des quartiers déshérités.

Les impacts de la régulation française des taxis sur la durabilité ne sont probablement pas négligeables. On peut en imaginer trois: (i) interdire l'accès des pauvres aux services de taxis contribue à l'enclavement des quartiers et à la ségrégation; (ii) l'absence d'alternative au transport collectif est, pour les ménages pauvres, une inci-

tation de plus à se motoriser, généralement en achetant une voiture vieille et polluante, et qui, une fois achetée, sera une incitation aux déplacements individuels; et (iii) quand il y a une demande, il y a une offre, en l'occurrence, celle des taxis-pirates. Si la régulation accule cette offre à l'illégalité, elle favorise le développement d'une économie souterraine. Parce qu'elle n'est pas légale, cette offre est soit régulée par un système mafieux, soit organisée selon des filières ethniques. Outre que la clandestinité a un coût élevé (c'est le coût de la « protection » auquel s'ajoute celui de l'absence de concurrence) elle contribue à maintenir des zones de non-droit et favorise la ghettoïsation.

Cette situation existe parce que le régulateur n'a pas su ou voulu tenir compte du fait que la technologie du téléphone rendait caduques les justifications pour le continuellement de l'offre de transport à la demande ■

## RÉFÉRENCES

CODEV (2003) 3<sup>ème</sup> rapport de propositions d'action pour l'emploi au maire de Paris, groupe de travail « Économie et Emploi », 20 juin 2003, Mairie de Paris, 39 p. <http://www.paris.fr/FR/actualites/CODEV/pdf/rapport3.pdf>

DARBÉRA Richard (2005) « Technologie et régulation des taxis », *RTS Recherche Transport Sécurité*, n° 87, Paris, avril-juin 2005, pp. 109-127.

DARBÉRA Richard & Chang-Woon LEE (1984) « Le coût économique de la régulation des taxis parisiens », *Transports*, n° 366, Paris, juillet-août 1994, pp. 217-23.

DREIF (2004) « Les déplacements des Franciliens en 2001-2002 », direction régionale de l'Équipement d'Ile-de-France, distribué par *La Documentation Française*, juin 2004, 43 p.

LISTON-HEYES Catherine et Anthony HEYES (2005), « La réglementation du secteur des taxis: considérations économiques » in « La (dé-)régle-

mentation du secteur des taxis », rapport de la table ronde 133, OCDE-CEMT, Paris, à paraître.

STIF (2003). « Compte déplacements des voyageurs en Ile-de-France » - 2001, Syndicat des transports d'Ile-de-France, Paris, novembre 2003, 119 p. [http://www.stif-idf.fr/chiffres/compte\\_regio/main.htm](http://www.stif-idf.fr/chiffres/compte_regio/main.htm)

TfL (2000) « Transport Statistics for London: 2001 », Transport for London, 52 p.

TfL (2003) « London Travel Report 2003 », Transport for London, 60 p. <http://www.transportforlondon.gov.uk/tfl/pdfdocs/ltl/london-travel-report-2003.pdf>

*The Guardian* (2002) « Cabbies take Parisians for a ride, Jon Henley laments the scandalous lack of taxis in the French capital », *The Guardian* Friday September 27, 2002 [www.guardian.co.uk/elsewhere/journalist/story/0,7792,800232,00.html](http://www.guardian.co.uk/elsewhere/journalist/story/0,7792,800232,00.html)



## 10th WCRT Conference

### Title of paper:

Development of A Life Cycle Cost Methodology for Railways Infrastructure, Provision and Use

### Authors:

Dimitrios TSAMBOULAS, Angeliki KOPSACHEILI

### Author affiliation and address:

Dimitrios TSAMBOULAS

Assoc. Professor, Department of Transportation Planning and Engineering,

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

5, Polytechniou Street, ZOGRAFOU CAMPUS

ZOGRAFOU-ATHENS, GR-15773 GREECE

Tel. +301-7721367

Fax. +301-7722404 or +301-7721327

E-mail: [dtsamb@central.ntua.gr](mailto:dtsamb@central.ntua.gr)

Angeliki KOPSACHEILI

Research Associate, Department of Transportation Planning and Engineering,

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

5, Polytechniou Street, ZOGRAFOU CAMPUS

ZOGRAFOU-ATHENS, GR-15773 GREECE

Tel. +301-7721265

Fax. +301-7722404 or +301-7721327

E-mail: [akops@central.ntua.gr](mailto:akops@central.ntua.gr)

### Corresponding author:

Dimitrios TSAMBOULAS

Assoc. Professor, Department of Transportation Planning and Engineering,

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

5, Polytechniou Street, ZOGRAFOU CAMPUS

ZOGRAFOU-ATHENS, GR-15773 GREECE

Tel. +301-7721367

Fax. +301-7722404 or +301-7721327

E-mail: [dtsamb@central.ntua.gr](mailto:dtsamb@central.ntua.gr)

### Method of Presentation:

- (1) OHP ( )
- (2) Slide Projector ( )
- (3) LCD Projector (√)

## **Abstract**

The environment created by changing railway policy has an impact on the actual position of infrastructure management. Therefore, a systematic approach is needed for communication with the infrastructure manager and the rest of the 'actors' for guaranteeing pre-set levels of performance. Life Cycle Costing (LCC) can contribute to this. Review on the existing LCC practices in railways infrastructure management, proves that Life Cycle Cost applications by the management of the infrastructure is still in an early stages of development. This paper presents a harmonized LCC methodology for Railways Infrastructure Management, in terms of investment, maintenance and renewal costs, vehicle-infrastructure interaction, delay and scarcity costs, accident and environments costs. This methodology is expected to assist the Infrastructure Managers in their duties, which is to develop a costing mechanism for the use of the infrastructure, so that they will be able to produce viable charging schemes.

### **Key words:**

Life cycle cost analysis, Railways infrastructure management

### **Possible Topic Areas:**

**C: Planning, Operation, Management and Control**

**C1: Integrated Planning of Transport Systems**

## **1. Introduction**

The environment created by changing railway policy has an impact on the actual position of infrastructure management. The infrastructure manager has a clearly defined role and is confronted by increasing performance requirements of the other 'actors'. A systematic approach is needed for communication with the capacity manager and central government and for guaranteeing defined levels of performance. This approach is lacking in an organization where maintenance and renewal has long been planned and executed according to personal experience and skills (not to say that this is automatically a faulty way of working). Life Cycle Costing (LCC) can contribute to this.

Several definitions of LCC exist. As useful as any, and shorter than most, is: "The life cycle cost of an item is the sum of all funds expended in support of the item from its conception and fabrication through its operation to the end of the useful life" (Woodward, 1997). Thus, the LCC of a physical asset begins when its acquisition is first considered, and ends when it is finally taken out of service for disposal or redeployment (when a new LCC begins).

In general the global objective of the use of the LCC methodology in railways infrastructure management, is the reduction of the maintenance cost and of the delay time but without reducing the safety level.

Review on the existing LCC practices in railways infrastructure management, proves that Life Cycle Cost based management of the infrastructure is still in an early phase of development (IMPROVERAIL, 2002). Although (regional) maintenance managers probably used to consider the long-term impacts of costs and availability in their decision-making, this was at least not done explicitly and systematically. Mostly due to the high degree of technical specialization and the separate budgeting of construction, maintenance and renewal the focus in the design and maintenance processes remained on an operational level, ignoring possibilities to realize a better system performance and a reduced cost of ownership (Zoeteman, 1999).

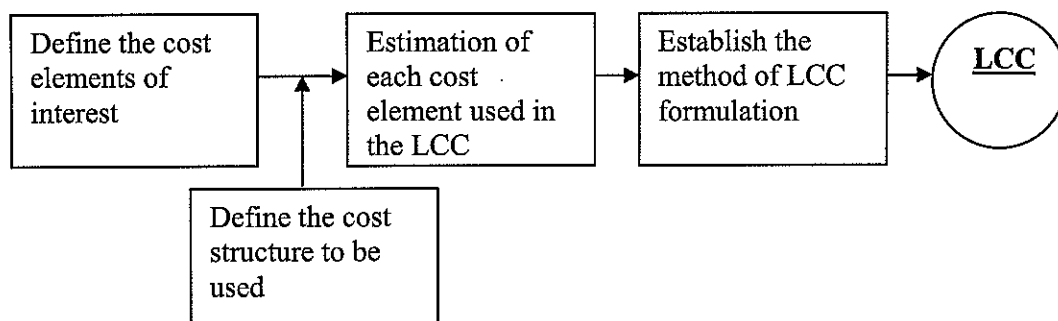
This paper presents the results of the IMPROVERAIL project, which contributes to the state of the art by developing –among other things- a harmonized LCC methodology for Railways Infrastructure Management, in terms of investment, maintenance and renewal costs, vehicle-infrastructure interaction, delay and scarcity costs, accident and environments costs. This will take place when the costs that fall under the responsibility of the Infrastructure Manager are identified. On the other hand he has to develop a costing mechanism for the use of the infrastructure, so that he/she will be able to produce viable charging schemes.

## **2. Life Cycle Cost Analysis**

LCC analysis has three components, namely inventory analysis, impact analysis and improvement analysis. Inventory analysis is a technical, data intensive process of quantifying requirements and releases for the entire life cycle of an asset, process, material, or activity. Qualitative aspects are best captured in impact analysis, although it could be useful during the inventory to identify these issues (Woodward, 1997).

The impact analysis component is a technical, quantitative, and/or qualitative process to characterize and assess the effects identified in the inventory stage. This analysis addresses impacts; Life cycle impact analysis does not necessarily attempt to quantify any specific actual impacts associated with an asset or a process. Instead, it seeks to establish a linkage between the asset or process life cycle and potential impacts. The improvement analysis component of LCC Analysis is a systematic evaluation of the needs and opportunities to reduce the impacts occurring throughout the life cycle of an asset, process or activity. This analysis may include quantitative and qualitative measures of improvements. It has not undergone much research as compared with the other two components of LCC Analysis.

The general procedure for LCC analysis that it will be followed in this project will follow the general above stages but more specifically is based on one proposed originally by Harvey, and it is summarized in Figure 1



**Figure 1** Harvey's life cycle costing procedure

Briefly, the four stages of the procedure are presented below and will be later analyzed. The cost elements of interest are all the expenditures that occur during the life of the asset. From the definition of LCC previously provided it would be apparent that the LCC of an asset includes all expenditure incurred in respect of it, from acquisition until disposal at the end of its life. Whilst there is a general agreement that all costs should be included, opinion varies as to their precise identification.

Defining the cost structure involves grouping costs so as to identify potential trade-offs, thereby to achieve optimum LCC. The nature of the cost structure defined will depend on the required depth and breadth of the LCC study, and a number of alternative structures can be proposed.

A cost estimating relationship –or else measurement method - is a mathematical/quantitative expression that describes, for estimating purposes, the cost of an item or activity as a function of one or more independent variables. Historically collected costs will normally be the basis of such entities, utilizing linear, parabolic, hyperbolic, etc., relationships. The mathematical expression depends also on the costing approach; from the economists point of view there are two convenient approaches we can measure the railway infrastructure managers' costs:

- Average costs approach: the fully allocated method approach
- Marginal costs approach

Finally, establishing the method of LCC formulation involves choosing an appropriate methodological framework to evaluate the asset's LCC.

### 3. Cost Elements of Interest

From the review of existing practices in railways infrastructure management all the LCC elements were identified. These LCC elements are relevant to the infrastructure management and dependent on vehicle-infrastructure interaction. They are:

#### A. Infrastructure costs

On a LCC (Life Cycle Cost) basis, rail infrastructure cost structure comprises the following cost categories:

- **Investment:** Acquisition of assets - *Land purchase*, New Construction (buildings and railway lines), Railway lines extensions
- **Renewal:** Track renewal, Building renewal, Major maintenance (Tracks, Switches, Ballast, Stations, Bridges, Tunnels, Catenaries, Signalling installations, Telecom installations etc.), Consultancy costs (external advisors)
- **Maintenance and Repairs:** Repairs (Tracks, Switches, Ballast, Stations, Bridges, Tunnels, Catenaries, Signalling installations, telecom installations etc.), Seasonal maintenance, Cleaning/ Cutting, Check conditions
- **Operations, Servicing:** Servicing of bridge beddings, Traffic lights, Operation of signalling, traction current, power consumption (electricity)
- **Management/ Administration:** Administrative costs, Wages, Security-Police, Scheduling & Planning, Training costs for staff
- **Disposal:** Disposal of used materials

#### B. Delay and Scarcity costs

- **Delay:** staff cost, energy consumption, vehicle capital cost, commercial costs – customer reaction
- **Scarcity:** Penalties for non-availability

#### C. Accident and Environmental costs

- **Accident:** Materials damage, Administration costs, Medical Costs, Production losses, Risk value
- **Environmental:** Air Pollution Cost, Noise Cost

**D. Life of Infrastructure Components:** The average operational life expectancy for railway infrastructure components

**E. The Discount Rate:** Choice of the appropriate discount rate, based on best practices, if not applied by the Infrastructure Manager.

The basic principle of the methodologies to be applied for each of the cost categories is the calculation of these costs over a pre-defined time period for each infrastructure component. An indicative infrastructure component decomposition is:

#### Linear Infrastructures and Equipments:

- Superstructure: track
- Substructure: ground, formation
- Structures: tunnels, bridges, noise barriers

- Equipment: catenary, signaling and telecom installations

**Spot Fixed Equipment:**

- Switches/turnouts, crossings
- Stations
- Service and light repair facilities
- Maintenance and heavy repair facilities
- Central facilities for the maintenance of fixed equipment

**4. Defining the Cost Structure**

Very careful thought must be devoted to the design of the management information system necessary to capture this wealth of information and make possible to identify potential trade-offs, thereby to achieve optimum LCC. In this section the time dimension as well as the interrelations between the cost elements should be taken into account.

***4.1 Information/ Data Requirements***

The data requirements to produce a LCC analysis are extensive, and will probably be an amalgam of information obtained both in-house and by forecasting the values. It is probably advisable to have a checklist of all aspects, which potentially contribute to the cost-effectiveness of a particular capital asset, and cost-effective trade-offs that can be performed among the parameters.

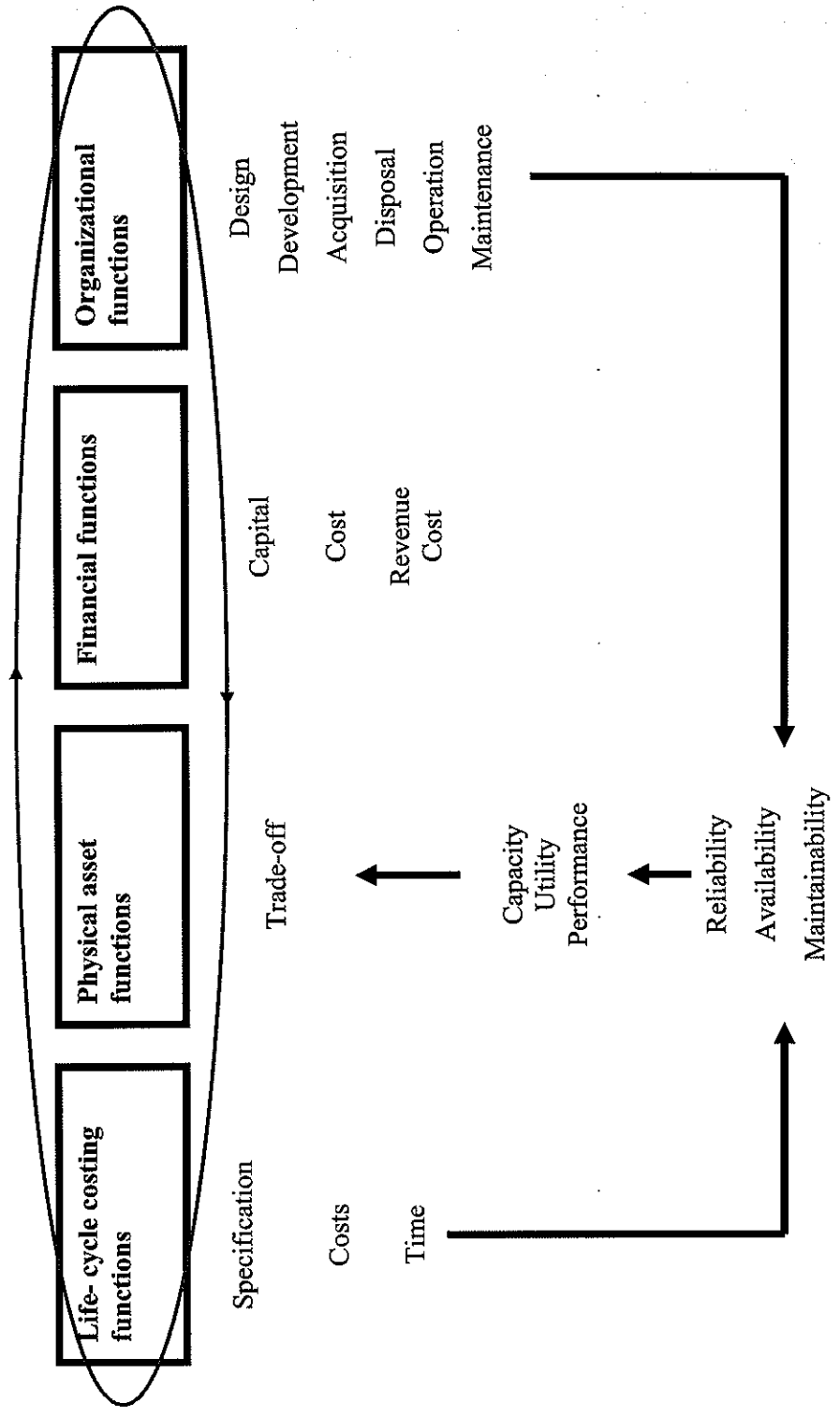
The information sought by LCC will involve financial, time related and quality data associated with reliability, capacity utilization and maintenance procedures, leading to an understanding of the relationship between the capital costs of specification, design, acquisition and disposal and the costs of operation, and maintenance as well as the external costs (accidents, environmental). These concepts are illustrated in Figure 2.

Depending on the importance and the cost of compiling LCC records, it may be worth developing and integrated database, shown in Figure 3.

***4.2 Cost Trade-offs and necessity for scenario development***

Looking at new investments, as it is the case in most transport industries, Railways suffer from the fact that a large proportion of costs incurred are related to the initial investments which tend to be considered as sunk costs and therefore are hardly related to the level of activity. In fact, the financial target for a transport system is usually to be able to keep up with operational costs, as infrastructure tends to be considered as a public entitlement and is not usually subject to consideration for charging purposes or even return on investment.

The importance of the previous remark lies on the need to adapt the trade off between High Initial Costs / Lower Running Costs to the expected demand for additional supply. If this aspect is overlooked, it may well result on a misleading low lifecycle cost while in fact it may be proved wrong the decision to invest, since e.g. the opportunity costs would become a dead weight.



**Figure 2** Cost elements integration in Life Cycle Costing (Source: IMPROVERAIL, 2002)

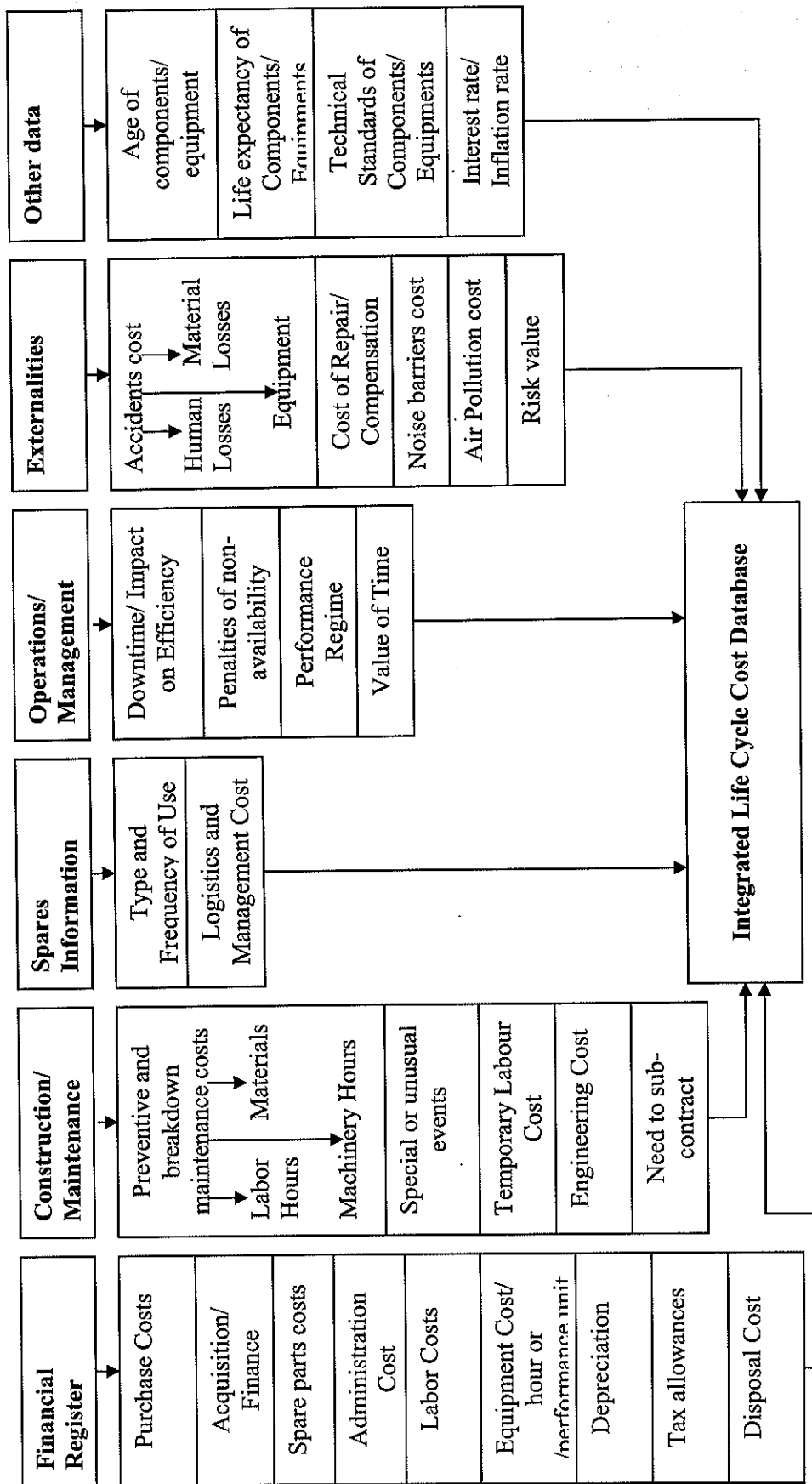
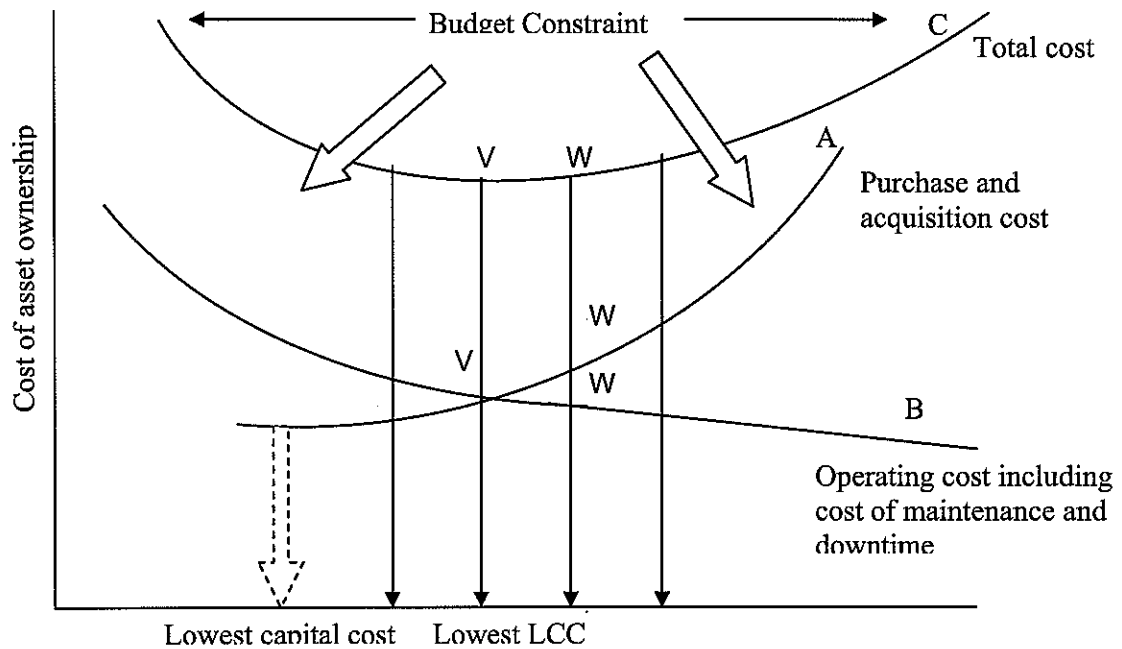


Figure 5 Design of an integrated LCC database (Source: IMPROVERAIL, 2002)

Resources are naturally scarce and should therefore be used in the best way possible. Therefore, considering the trade off between the decision to invest and to perform maintenance or renewal works is one of the underlying principles of a LCC analysis. The possibility of trading – off initial enhanced capital against subsequent maintenance savings is one of the underlying principles of a LCC analysis. This aspect may be illustrated by reference to Figure 4.



**Figure 4** Cost trade-offs in asset ownership (Source: Woodward, 1997)

An increase in capital expenditure, as illustrated by *Curve A*, results in increased asset availability and reduced maintenance costs, measured by *Curve B*. Where total cost, *Curve C*, is at minimum. The optimum LCC of asset ownership is derived. The lowest capital cost alternative can, in contrast, be seen to have a very high LCC. In many cases, the optimum LCC is not critical, such that different combinations of capital and maintenance cost levels between points *V* and *W* will not significantly affect LCC.

A budget constraint is also shown, with the thick arrows indicating constraint on capital and maintenance expenditure, and the thin arrows a life cycle constraint for the asset LCC as a whole. As regards, specific examples of trade-offs, the following may be considered:

- Run the asset until it breaks down or replace it;
- Use the existing infrastructure with the existing capacity or proceed with capacity expansion; or else new vs remanufactured;
- Devote more resources to the R & D stage to increase reliability and maintainability and thereby reduce maintenance cost;
- Increase asset efficiency (involving higher development/capital costs) to reduce scrap;
- Spend more on automation (higher initial costs) leading to lower manning costs;
- Buy more expensive equipment with a longer life.

These trade-offs are the basis for the investment scenarios, which the Railways Infrastructure manager must develop and examine. For example, within the life cycle frame, investment costs cannot be considered fixed. Different assets with different initial investment yield different returns and have different risks attached to them. Therefore an asset with high initial costs and probably high efficiency will result in the long run with lower LCC from an asset with low initial cost, due to low maintenance costs versus high maintenance costs.

Traditionally, railways replace components after they failed. Today, they are taking a more proactive approach such as take into account failure rates, and replace components in the mean time between failures instead of performing complete overhauls. When it comes to new vs. remanufactured components, whoever responds the quickest and offers the best quality and reliability wins, according to the practices followed by the railway supply community. Though initial cost is still a main factor in the purchasing process, the real challenge for suppliers is lowering the cost of ownership. Reliability and productivity over time, even at a higher initial cost, is becoming more important. The path to determining life-cycle cost of new vs. rebuilt components is not clearly defined. It is dependent upon the type of component and its application. Although prices are readily available, specific reliability data is not.

Therefore, macro-investment scenarios must be developed and examined - before the LCC formulation -, which must examine investment decisions as well as interrelation of investment costs and the other costs of railway infrastructure provision and use. The investment scenarios are mostly depended on Infrastructure Manager's expertise, else there is no specific rule for choosing or constructing them, but according to past experience and expertise as well as the "desired" output, assumptions are made and scenarios are built. Next a suggested breakdown of steps for building alternative investment scenarios will be presented, as well as Some default macro-investment scenarios are described next.

#### 4.2.1 Steps for Building Scenarios

The necessary steps are five (5):

- *Identification of current status*: it aims at establishing a complete view of the existing situation. This includes a coherent asset register that is able to link data of inspections, costs and operations (e.g. passengers, tonnes transported) with the asset age, location and any specificities of the asset, as well as the financial status of the Infrastructure Railways company.
- *Configuration of the desired status*: starting from the objectives, the Infrastructure manager must identify "where he wants to go" in terms of the infrastructure status. This includes setting clear targets/ threshold values for comparison with the final output.
- *Perform Key Considerations*: different issues should be addressed based on past performance as well as on research, knowledge and experience, such as:
  - What is the impact of different interest rates?
  - What happens with the costs and the availability for different designs or construction methods?
  - What is the impact of the number of trains on costs and availability?
  - What is the impact of the availability of other railway assets on the requirements for track design?

- What is the effect of different construction methods on safety and environment?
- What is the effect of longer maintenance slots?

These issues are necessary to identify those cost elements that will have a significant impact on the overall LCC of the asset(s) under consideration or those that will clearly vary between alternatives. These elements must be further analysed since they will probably be the variables of the alternative scenarios.

- *Planning and forecasting concepts*: as for planning and forecasting, the (average) renewal, maintenance and inspection needs per type of asset should be available (e.g. Mean Times To Restore Services and Mean Time Between Failures). The introduction of new designs of components and maintenance technologies, such as Condition Monitoring and advanced renewal trains, can influence these parameters. Traffic conditions as well as their impact must be taken into account and finally “sensitive” parameters such as accidents and environmental impacts should be considered.
- *Recognition of the “alternative paths”*: the possible combinations of technological, policy and fiscal measures will be produced. Each combination will probably serve one or more of the following principles: availability, quality, longevity, safety, flexibility, performance, overtime and cost.

#### 4.2.2 Proposed Scenarios

The proposed default scenarios can form three categories, which are: Strong, Medium and Mild. The categorization is explained as follows:

*Strong*: for high initial investment, strict targets and threshold values that are more “accessible” to Infrastructure Managers, being financially healthy and without budget constraints.

*Mild*: for low initial investment, not so strict targets (enough to retain the level of service equal or somewhere above the existing situation), convenient (if there is a budget constraint).

*Medium*: for actions that lie between the mild and strong scenarios.

##### *Mild Scenarios: Maintain Conditions*

In the “Maintain Conditions” scenario, assets are replaced and rehabilitated over a pre-defined period with the target of reaching an average asset condition at the end of the period that is the same as the asset condition that existed at the beginning of the period. The model does not necessarily maintain the weighted-average condition of the assets in each year over the period because replacements and rehabilitations are only made when the condition of assets falls below industry standards. These minimum condition levels vary according to asset type. With this scenario, the average condition of the asset base improves during the initial year of investment and then fluctuates between this improved level and the initial condition level, which is reached at the end of the pre-defined period.

##### *Medium Scenarios: Maintain Performance*

The “Maintain Performance” scenario assumes that demand for capacity increases over time. Therefore, according to this scenario, assets are added at a rate necessary to accommodate the increase in capacity to achieve -at the end of the pre-defined period- the average utilization and average speed that existed in the base year.

### *Strong Scenarios: Improve conditions and performance*

#### (a) Improve Conditions

In the Improve Conditions scenario, asset rehabilitation and replacement is accelerated in order to improve the average condition of each asset type in the existing asset base to at least "good" level. Assets are replaced to achieve a higher level of condition than under the Maintain Conditions scenario. This does not allow the assets to depreciate as much before they are replaced. This scenario eliminates any backlog of deferred investments that are needed to reach a "good" condition level. Asset conditions make their most significant improvement in the first year trending down gradually with year-to-year variations to a "good" condition level by the end of the pre-defined period.

#### (b) Improve Performance

The Improve Performance scenario simulates capital investments for construction and expansion that increase average network speeds, safety and lower scarcity and delay costs to threshold levels by the end of the chosen (pre-defined) period. This scenario assumes high initial costs, which eventually lead to lower maintenance and renewal costs as well as greater safety, reliability and liability of the infrastructure provided. This scenario is a long-term one.

The above-mentioned categories have different underlying principles:

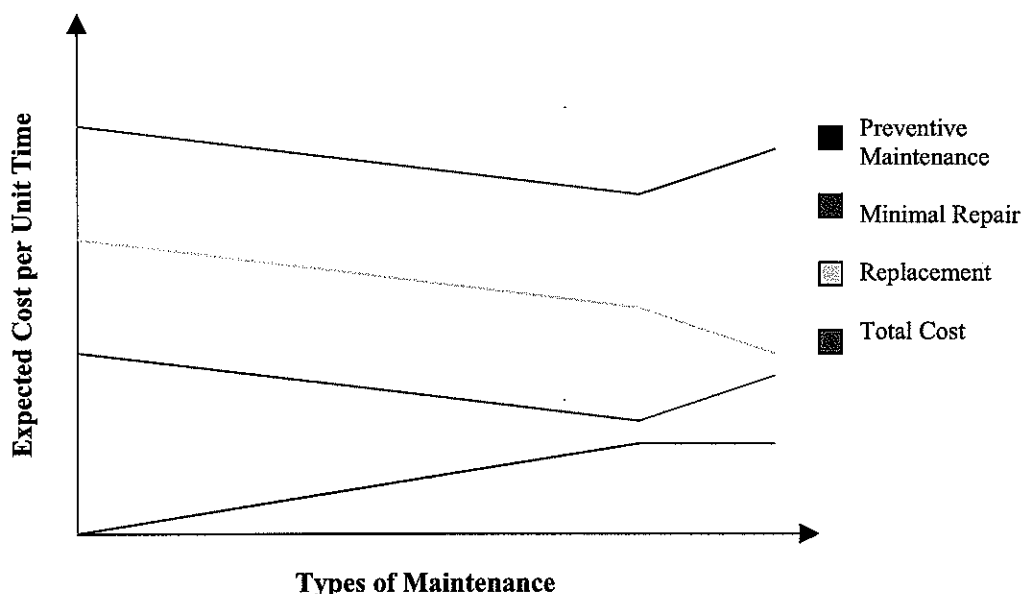
- *Asset Rehabilitation and Replacement:* Reinvests in existing assets to improve their physical condition. The Asset Rehabilitation and Replacement case uses statistically determined decay curves to simulate the deterioration of track, sleepers, and other infrastructure components. As the assets deteriorate, their condition declines, requiring investments in rehabilitation and replacement. The main objectives behind are: flexibility, overtime and cost.
- *Asset Expansion:* Invests in new assets to maintain operating performance to meet projected increases in the demand for infrastructure use. The Asset Expansion case identifies the level of investment that will be required in each major asset category to continue to operate at the current level of service as demand for capacity (e.g. traffic) increases, i.e., to Maintain Performance. The main objectives behind are: availability, flexibility, performance, overtime and cost.
- *Performance Enhancement:* Invests in new assets to improve operating performance as measured by speed and capacity utilization. The Performance Enhancement case simulates investments that "Improve Performance" either by increasing the average operating standards or by reducing the average delay, scarcity and external costs. The objectives behind are: availability, quality, longevity, safety, flexibility, performance, overtime and cost.

### **4.3 Time Dimension**

Besides the measurement of the various elements of Life Cycle Costing, the time dimension must be examined. For instance, the following must be considered: the way in which maintenance costs and corresponding delay costs arise with the age of the infrastructure, and how the timing of renewals as well as the induced traffic influences these. Furthermore, the technical and technological changes over time as well as the issue of discounting must be taken into account.

Base maintenance –or renewal- task for track infrastructure is estimated including savings such as: getting the same work for less money by improving techniques and methods, or reducing waste; examining standards to ensure that too high a work input is

not being demanded; using technical change to reduce maintenance or operating costs. Variations to the maintenance can be agreed because of changes in the nature or volume of the work caused by: asset replacement or renewal timing; asset age; vandalism & accidents; the accumulated rail traffic; a change in the nature or volume of rail traffic (Lie- Fern Hsu, 1999).



**Figure 5** Comparative cost analysis (Source: Lie- Fern Hsu, 1999)

Since asset age and traffic volumes will probably increase over the period considered, then it is expected that, other things being unchanged, there would be an increase in maintenance activity. An indicative impact of maintenance activity on different kinds of costs – regarding railway infrastructure – per unit time is shown below in Figure 5. For other kind of infrastructure, like signalling for example, technological changes over time, determine the renewal timing.

Regarding the issue of discounting, a consensus must be found. It is well accepted that impacts occurring in the future should be given a different weight than impacts occurring today, so they should be discounted. This means for an asset the cost or benefit of  $X \text{ €}$  appearing in the year  $T$  has a capital value of  $X/(1+r)^T$ , when referred to the present year ( $t = 0$ ). However, how to determine appropriate discount rates  $r$  for public and long-term decisions does not lead to an unequivocal solution.

Regarding discount rates as the expression of the rates of time preference, they can be separated into a component of pure rate of time preference (disregarding income or welfare effects from present to future) and the growth-related component of discounting. The latter consists (in the social perspective) of the per-capita growth rate of an economy, multiplied by the elasticity of the marginal utility of consumption (that is usually assumed as one).

For long-term cost impacts (or investments) extending to more than one generation, it is often argued that lower values should be used, as the individual time preference is influenced by the limited individual lifetime, so that the interests of future generations may not be fully reflected in the current discount rates. This argument is further strengthened if one accepts the assumption that the average long-term economic growth is lower than the growth observed in the last decades in Europe. Furthermore, it can be argued, that an increase of income in the future might lead to a shift in the relative utility of goods.

## 5. Cost Calculation/ Estimation

### 5.1 Investment Costs

Investment costs or Capital costs consist of the economic depreciation of infrastructure capital and of interests expressed as the opportunity cost of capital. The weight of both components in total capital costs differs from country to country, depending also on the age structure of infrastructure assets. The main factors influencing costs identified for the value of the infrastructure capital stock hold also true for capital costs since these are derived from the asset values. Additional cost drivers result rather from methodological aspects such as the depreciation method chosen and the interest rates applied, as explained in the following section. This category comprises all the capital expenditures as presented below:

- Acquisition of assets - Land purchase
- New Construction (buildings and lines)
- Enlargement (Line extensions)

#### 5.1.1 Perpetual Inventory Method

The depreciation is calculated within the perpetual inventory concept by applying – in most cases- a linear depreciation method. For the remaining value of assets, the interests are calculated. Depreciation and interests are contained in an annuity, which is calculated according to the known annuity formula:

$$a = u \cdot \frac{\frac{z}{100} \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right)^d}{\left(1 + \frac{z}{100}\right)^d - 1} \quad (1)$$

Where:

- a-annuity for the asset value
- u-asset value
- z-interest rate in percent
- d-depreciation period (years) for the assets.

This formula gives the annual amount for refinancing investments. The advantage of using the perpetual inventory approach is that a distinction between depreciation and interest can be made, which gives transparency on the value and weight of these cost components. However, since it is based on the perpetual inventory method, the same comprehensive database previously mentioned becomes necessary. The advantage of

the annuity method is the easy application, which does not require any long investment time series. However, a differentiation between the level of depreciation and interest cannot be made.

## 5.2 *M & R Functions*

This category includes running infrastructure costs:

- Renewal
- Maintenance and Repairs
- Operations, Servicing
- Management/ Administration

In contrast to asset valuation and calculation of capital costs there is no sophisticated method to be applied for quantifying the running infrastructure costs. Since running costs are monetary costs, valuation is rather straightforward. Hence running costs are usually taken from existing business accounts and therefore, no general methodological rules can be provided, depending mostly on the level of details in the business accounts. These costs of the infrastructure depend heavily on the means of operation, in other words on vehicle-infrastructure interactions. Furthermore, it a problem might exist for collecting data for these costs. In fact, company can consider those data as commercially sensitive and thus they cannot be disclosed.

## 5.3 *Delay and Scarcity Costs*

Regarding the costs of delays the following cost categories can be differed:

- Staff costs
- Energy costs
- Vehicle capital cost
- Commercial costs – customer reaction

*Staff cost:* For the calculation of the increased staff costs due to delays, the number of staff per train (driver, attendants) with the corresponded unit costs [€/h] have to be ascertain. Normally the costs are calculated since the first delay minute, in cost / minutes of delay.

*Energy cost:* The costs for increased energy consumption depend on the line layout, train mass and the driving policy of the driver. Delays of freight trains – usually caused by the narrow length of the time slot at the final station- are critical when the arrival time is important. In general the driver is asked to reduce the delay with any means at his disposal, provided that safety standards are maintained. This results in more acceleration and deceleration actions than for the normal train run and therefore the energy consumption will increase. Up to now the energy consumption of trains is estimated, although in the future the electric locomotives will be equipped with an energy counting box.

*Vehicle capital cost:* The estimation of additional expenditure for vehicles is complex. The planning of operating reserves orient itself so far not at potential delays, but at the logistic availability of the vehicle fleet. In some related publications these costs are not calculated. Therefore for the calculation of additional rolling stock (e.g train vehicles, set of trains) costs, it is to be clarified whether an operating reserve is planned

exclusively for the case by delays caused by maintenance / renewal, or by line overloading or due to accidents.

*Commercial costs – customer reaction:* Commercial costs are reduced revenues resulting on delays or planned extended travel times. Regarding passenger trains, these costs are caused by reduced sales of tickets, refunding of tickets. For freight trains they are caused by reduced cargo transport and conventional penalties for freight trains. The customer reaction, both for passenger and freight is almost not recorded, and thus it is difficult to include such parameter in the calculation of delay costs.

Regarding scarcity costs; the scarcity value of train paths could be estimated with the price paid, if paths were auctioned. However, in practice, there are difficulties with this approach, since it is not followed in a systematic way by the railways. A workable alternative is to permit negotiation of path allocation and observe the agreed prices between service providers and infrastructure managers. The complexities of rail systems are such that no simple formula can be found to estimate scarcity values of slots for a variety of typical circumstances. It is recommended that penalties for non-availability, is the best way to reveal scarcity values of rail slots.

#### **5.4 Environmental and Accident Costs**

The environmental costs can be evaluated with different means. Some costs are incurred in monetary terms (crop damage for acidification). For other costs, the willingness to pay method could be used to value health cost, disturbance of noise. As some environmental costs have long-term nature, it is recommended that the relevant discount rate (lower than the discount rate observed in capital market) should be that used in social cost benefit analysis. For the evaluation of environmental costs, three subcategories are proposed:

- Air pollution
- Global warming
- Noise

For quantifying the costs due to airborne pollutants the impact pathway approach (IPA) is used in several countries, e.g. Germany, Switzerland. It consists in an estimation of emissions, dispersion and chemical conversion modelling and calculation of physical impacts and monetary valuation of these impacts (UNITE, 2001). The method of calculating costs of global warming due to CO<sub>2</sub> emissions basically consists of multiplying the amount of CO<sub>2</sub> emitted by a cost factor. For the valuation of noise, health impacts caused by exposure to noise were estimated by IPA again or by hedonic pricing using values taken from the noise sensitivity depreciation index.

For the evaluation of accidents costs, different methods exist. The traffic accident risk depends on the volume of traffic and on the type of vehicle (rail accidents differ between rail track types, on high quality tracks the fatality risk is 30% lower than on the average track). It is also useful to consider risk in relation to vehicle kilometres for the same category of infrastructure. Having determined the risk of accidents, the costs themselves fall into two main categories: material and non-material costs. Material costs include: property damage, administrative costs, medical and hospital cost, net lost of production and congestion caused. The non-material costs are related to the emotional

and social costs of casualties caused by the accident. Material costs are purely financial cost. For the "non material costs", it is recommended to estimate them by using the willingness to pay method.

### 5.5 General LCC elements

The following elements are also needed for the LCC evaluation:

- The discount rate
- Life Cycle of an asset

The life cycle of the infrastructure components or assets is known. Since asset component costs for differing options occur at varying times throughout the asset life cycle, converting them to values at a common base year, it is the only way that provides comparisons. The discount rate does that.

#### 5.5.1 Calculation of Discount Rate

For the purposes of discounting, there are three relevant expressions of asset costs. These are:

*Nominal Cost,  $C_N$* : The expected costs (ie. including inflation and price movements due to changes in efficiency, technology, etc.)

*Real Cost,  $C_R$* : The cost expressed in values of the base date excluding inflation but including changes in efficiency, technology, etc.

*Discounted Cost,  $CD$* : The Real Cost discounted by the Real Discount Rate which is equivalent to the Nominal Cost discounted by the Nominal Interest (or Discount) Rate. The Discounted Cost is thus often referred to as the *Net (or Discounted) Present Value*.

Therefore, for an asset component having a Nominal Cost,  $C_N$  in Year  $n$ , then the Real Cost (or Present Value),  $C_R$  at the base date (Year 0) is given by:

$$C_R = C_N * (1+f)^{-n} \quad (2)$$

and the Discounted Cost (or Net Present Value),  $CD$  at the base date (Year 0) is thus:

$$\begin{aligned} C_D &= C_R * (1+d)^{-n} \\ &= C_N * (1+f)^{-n} * (1+d)^{-n} \\ &= C_N * (1+f)^{-n} * [(1+i)^{-n}/(1+f)^{-n}] \\ &= C_N * (1+i)^{-n} \end{aligned} \quad (3)$$

$$(1+d) = [(1+i)/(1+f)] \Rightarrow d = [(1+i)/(1+f)] - 1 \quad (4)$$

Where:

$d$  = (Real) Discount Rate

$i$  = Nominal Interest (or Discount) Rate

$f$  = Inflation Rate

## 6. Method of Life Cycle Cost Formulation

The three initial procedures were presented in Figure 1. Following these, the remaining procedure of a project Life Cycle Costing Formulation takes place, which comprises seven steps that are described below, and it is summarized in Figure 6.

*Step 1:* The Management profile (MP) describes the periodic cycle of the asset, and indicates when asset will, or alternatively will not, be functional. It comprises the modes of start up, operating and shut down. For this, time related data would be collected

*Step 2:* Asset registration – technical data will be collected

*Step 3:* Asset cost elements; every cost element or area of cost must be identified- cost data will be collected.

*Step 4:* All costs are first calculated at current rates

*Step 5:* All costs need to be projected in the future at appropriate rates of inflation. The difficulty in projecting such figures should not be underestimated, since lack of precision here can lead to inaccuracy in the final calculations. However, inflation rates, like interest rates, have something of the “self - fulfilling prophecy” to them, and if forecasts from “experts” are available, then some reliability must be placed upon them.

*Step 6:* It should be recognized that money has a time value and the costs occurring in different time periods should be discounted back to the base period to ensure comparability. How to establish the appropriate discount rate is, of course, the subject of much discussion.

*Step 7:* Summing all the costs involved will enable the LCC of the asset to be established.

The output delivered by the Life Cycle Cost Formulation method is an ‘*Annual LCC*’ over the period of analysis. This is needed by the infrastructure provider to manage the infrastructure on a break-even basis. Hence, it is a flat amount needed to construct, finance and maintain railway infrastructure assets during their life cycle. Since the expenditures are not equally distributed over the years, the impact of interest costs is included in this amount. Moreover, the estimated penalty costs for non-availability are included. This annual LCC is one of the most decisive indicators for the decision-makers.

## 7. Summary and Conclusions

Review on the existing LCC practices in railways infrastructure management, proved that Life Cycle Cost based management of the infrastructure is still at an early phase of development. Although the LCC methodology presented in this paper has some disadvantages, it is a first attempt to provide a comprehensive method for LCC calculation and it also presents advantages too.

The basic advantage is that it enables comparisons of different investments, the costs of which include all costs borne by society. Also, it enables comparisons between different infrastructure decisions varying in level of infrastructure type and use, maintenance conditions and techniques, vehicle characteristics, accident risk, pollution and time-horizon. All these cost elements can be compared with investment costs, which can provide aid for the best decision-making.

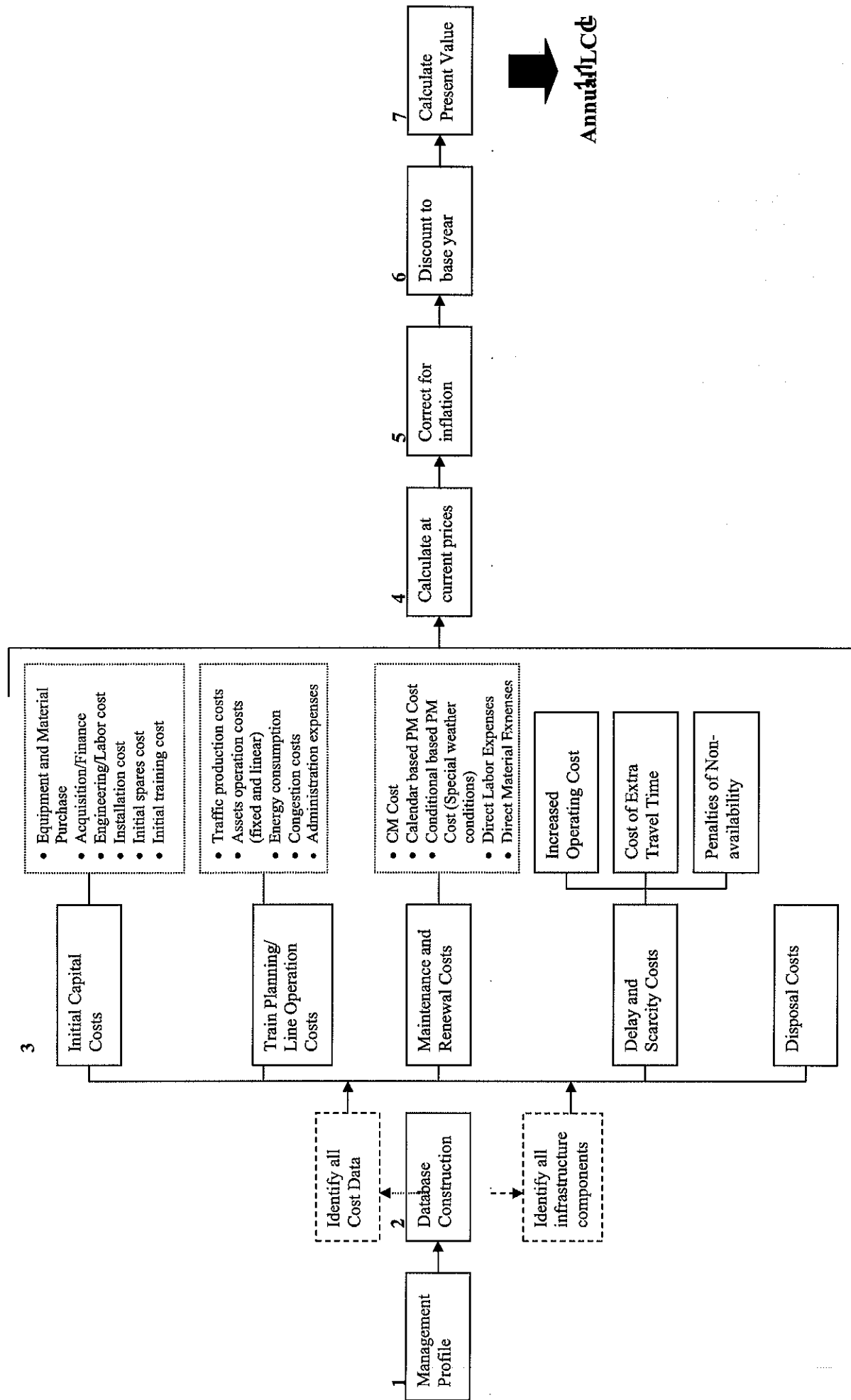


Figure 6 Life Cycle Costing Formulation (Source: IMPROVERAIL, 2002)

Some examples of the functions, which the LCC Methodology supports, are:

- Analysis the consequences of different track designs and investments on maintenance and renewal, safety and environmental implications.
- Analysis of consequences of different maintenance and renewal cycles and techniques on LCC
- Effects of vehicle-infrastructure interactions on delay and scarcity costs
- Effects of maintenance and renewal cycles and techniques on delay costs
- Analysis of consequences of different operational conditions
- Analysis of consequences of safer rolling stock to be implemented in the future
- Changes in system risk of accidents
- Changes in valuation of pollution
- Effects of changes in deflation rate

Furthermore, it is easy to understand and apply, and it gives results in a very simple form in order to make the analysis easier for the Infrastructure Manager. On the other hand, the LCC Methodology does not reduce the need for system-specific analysis of cost factors and the analysis of technical life cycle and failure risk of physical assets. With these values provided, the tool will be helpful for further comparison of alternatives. Finally, it does not provide specific Alternative (macro-) Investment Scenarios; it just set breakdown steps for their formulation. Therefore the scenario's formulation is mostly based on the Infrastructure Manager's knowledge and expertise.

### **Acknowledgment**

This paper is based on research carried out during the elaboration of the IMPROVERAIL research project, financed by the 5<sup>th</sup> Framework Programme on Research and Development of the European Commission

### **References**

Harvey, G., (1976) Life cycle costing: a review of the technique, *Management Accounting*, pg.343 - 347

IMPROVERAIL Project (2002), Deliverable 7 "Life Cycle Costs, Concepts and Definitions for Railway Infrastructure Provision and Use", Research project of the 5<sup>th</sup> Framework Programme on Research and Development, European Commission.

Lie – Fern, H., (1999) "Simultaneous determination of preventive maintenance and replacement policies in a queue-like production system with minimal repair", *Reliability Engineering and System safety*, Vol. 63, pp. 161-167

U.N.I.T.E. project, (2001) UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency, Research project of the 5<sup>th</sup> Framework Programme on Research and Development, European Commission.

Woodward D.G. (1997) Life cycle costing – theory, information acquisition and application, *International Journal of Project Management*, Vol.15, No.6, pg.335

Zoeteman A., C. Esveld (1999), Evaluating track structures: life cycle cost analysis as a structured approach, *World Congress on Railway Research*, Tokyo.