



HAL
open science

La mobilité en milieu urbain : de la préférence pour la congestion à la préférence pour l'environnement ?

Yves Crozet, Agnès Arabeyre, Dominique Bouf, Alain Chausse, Jean-Pierre Nicolas, Marc Perez, Florence Toilier

► To cite this version:

Yves Crozet, Agnès Arabeyre, Dominique Bouf, Alain Chausse, Jean-Pierre Nicolas, et al.. La mobilité en milieu urbain : de la préférence pour la congestion à la préférence pour l'environnement ?. 1994. halshs-00850037

HAL Id: halshs-00850037

<https://shs.hal.science/halshs-00850037>

Submitted on 2 Aug 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Laboratoire d'Economie des Transports
(Unité mixte CNRS-ENTPE-Université Lumière Lyon 2)
Maison Rhône-Alpes des Sciences de l'Homme
14, avenue Berthelot
69363 LYON Cedex 07

**LA MOBILITE EN MILIEU URBAIN :
DE LA PREFERENCE POUR LA CONGESTION A
LA PREFERENCE POUR L'ENVIRONNEMENT ?**

Recherche réalisée dans le cadre du programme ECLAT - ESCG
pour le compte de l'ADEME et du Ministère de l'Environnement
sous la direction d'Yves **CROZET**

Agnès ARABEYRE
Dominique BOUF
Alain CHAUSSE
Jean-Pierre NICOLAS
Marc PEREZ
Florence TOILIER

Rapport final : Juin 1994

SOMMAIRE

Introduction

Préambule : L'évolution de la mobilité urbaine

L'exemple lyonnais, assez représentatif des autres grandes villes françaises, nous montre que la mobilité a augmenté de 25% depuis 1965. Cette évolution s'est faite principalement en faveur des modes motorisés (VP et TC) et au détriment de la marche à pied et des deux roues. La croissance spectaculaire de la mobilité VP (+ 124% sur la période) s'explique par la forte progression des taux d'équipement et de motorisation des ménages. Aujourd'hui, la plupart des ménages français (environ 80%) ont au moins un véhicule et 25% d'entre eux en ont au moins 2. Ce développement de la motorisation résulte non seulement de variables économiques (progression des revenus, baisse du prix des véhicules grâce au marché de l'occasion) mais aussi de variables démographiques, culturelles... Ainsi, il semble qu'à l'avenir ce mouvement de multimotorisation doive se poursuivre comme le laisse présager l'exemple américain avec 77 véhicules pour 100 habitants (contre seulement 50 véhicules pour 100 habitants en France). Sans action politique radicale, la mobilité devrait donc de plus en plus être à composante automobile et les TC (qui avaient jusqu'alors réussi à préserver leurs parts de marché grâce à des reports modaux des 2 roues et de la marche à pied) devraient se limiter à la desserte des centres-villes et à quelques liaisons radiales performantes.

Première partie : La préférence pour la mobilité VP : incitations directes et cachées

Section 1 : Mobilité et système de localisation

I. Une incitation indirecte à l'utilisation de la VP

Après la guerre, les impératifs de reconstruction et de relogement ont conduit à créer en banlieue de grands ensembles reliés au centre par des infrastructures de transport rapides. En effet, le centre-ville devait être réservé à des activités plus nobles : culture, sièges sociaux des grandes entreprises, commerces. Aujourd'hui, cette logique de spécialisation de l'espace se poursuit :

- les entreprises polluantes ou consommatrices d'espace sont repoussées vers la périphérie,
- les ménages modestes qui désirent devenir propriétaires d'une maison

individuelle (grâce aux aides créées en 1977 : PAP et APL) ne peuvent le faire qu'en péri-urbain,

- le centre reste réservé aux classes aisées et aux activités tertiaires (notamment le tertiaire supérieur).

Une telle logique dans l'organisation spatiale des activités ne peut que conduire à une augmentation des distances à parcourir entre les différents centres d'activités (logement, travail, loisirs...). Ainsi, alors que la distance moyenne entre lieu de résidence et lieu de travail était de 6 km en 1970, elle atteint 11 km en 1990. Cet allongement des distances favorise l'utilisation de l'automobile sur ce type de déplacements.

II. Le jeu de la rente foncière

D'un point de vue économique, la rente foncière peut être assimilée à un péage pur résultant d'une situation de rationnement. Les transports constituent l'un des moyens de desserrer les contraintes qui naissent de cette rareté absolue. Mais en augmentant la qualité des espaces, ils contribuent positivement à la capitalisation foncière. Cette interaction, consubstantielle au phénomène urbain, est la source d'effets distributifs patents ou masqués. Les grandes phases d'urbanisation de l'après guerre évoquées précédemment en témoignent, avec des phénomènes de création et de partage de surplus marqués notamment par l'accession à la propriété des classes moyennes. La spécialisation des espaces trouve son expression la plus forte dans les phénomènes d'hyper-centralité, générateurs d'externalités positives et par là même puissants ressorts de développement des villes. A contrario, cette ségrégation spatiale conduit à une augmentation des trafics ainsi qu'à des phénomènes d'exclusion qu'on tente de pallier tant bien que mal, notamment par des investissements en transport. Ceux-ci favorisent encore la spécialisation des espaces. Le système d'interaction apparaît donc comme assez fortement cumulatif.

Section 2 : Mobilité et système de transport

I. Des incitations directes à la mobilité VP

Trois types d'actions sur le système de transport ont favorisé le développement de l'utilisation de l'automobile. Tout d'abord les mesures visant à réduire le coût monétaire du déplacement VP (abaissement de la fiscalité à l'achat, des taxes sur le carburant...), ensuite les politiques menées pour faciliter l'écoulement de la circulation (création de voies, de places de stationnement, gestion de la circulation) et enfin des actions orientées vers un développement des TC mais qui ont pu également encourager la circulation automobile (en libérant des capacités sur la voirie). Avec la progression du trafic, la congestion se développe en heure de pointe et ce malgré les mesures de développement de l'offre de voirie. Il semblerait même que les encombrements soient un élément inhérent au fonctionnement du système de transport. En effet, en augmentant l'offre de voirie, on incite les individus à se motoriser ou à utiliser la VP ce qui débouche sur une augmentation de la demande de voirie jusqu'à ce qu'on se retrouve au point de congestion.

II. Les transferts cachés de la congestion

Si le système d'interaction transport-localisation est source de transferts entre les populations urbaines, la congestion qui en résulte est alors responsable d'autres transferts entre les usagers de transport :

- De façon théorique, l'absence d'une véritable tarification des déplacements automobiles laisse penser que certains transferts de ressources s'opèrent au sein des automobilistes. Il est toutefois difficile de savoir dans quelle mesure ils sont véritablement redistributifs.

- Les politiques d'offre TC bénéficient aussi aux usagers de l'automobile du fait de l'amélioration de la circulation. Le surplus global dégagé par ces mesures peut être capté à plus de 75 % par les automobilistes (développement de l'offre et tarifs attractifs) et de façon plus réaliste (développement de l'offre seulement), à plus de 25 %. Au déplacement concerné, c'est-à-dire en situation de congestion, cela représente un transfert TC vers VP de l'ordre de 0,20 F.

- A l'inverse, les surcoûts d'exploitation imputés aux transports en commun du fait de la congestion peuvent être estimés à 1,77 F par déplacement VP en situation de congestion.

Les transferts entre les deux sphères de déplacement se faisant toujours des TC vers les VP, et tandis qu'ils s'opèrent exclusivement à l'heure de pointe, il en résulte d'une certaine manière que les transports en commun subventionnent la congestion. Le bilan de ces transferts montre par ailleurs qu'ils correspondent approximativement au creusement du déficit résultant des politiques ambitieuses de transport en commun. Ne serait-ce alors pas la Puissance Publique qui subventionne la congestion ? Cela débouche sur une mobilité VP accrue, mais qui s'enlise dans la congestion, renforçant ainsi les transferts entre les usagers de l'automobile.

Deuxième partie : Coûts de la congestion et émergence d'une préférence sociale pour l'environnement et le cadre de vie

Section 1 : La congestion en milieu urbain : un cas typique d'effet externe

I. Les coûts externes entre usagers de la voirie : de la mesure en terme de temps perdu à la mesure en terme d'espace

Les coûts de la congestion peuvent être interprétés comme des coûts sacrifiés d'un commun accord par les individus et la collectivité au profit de la poursuite d'une logique urbaine qui satisfait le plus grand nombre. Les coûts du temps perdu par les automobilistes dans les embouteillages peuvent être estimés de l'ordre de 100 milliards de F/an (1,1 F/voy.km). De son côté, la collectivité dans son ensemble consent à un effort de 40 mds F (0,43 F/voy.km), soit le coût externe imposé aux TC et les coûts prévus de développement des TC et des voiries. La valorisation des effets négatifs de la congestion se révèle délicate en raison d'une multitude d'approches, qui peuvent se décliner, d'une part, en une approche temporelle fondée sur la valeur du temps et le coût des dommages, et d'autre part, en une approche spatiale, qui nous oriente vers une réflexion en termes de coûts d'évitement.

La question qui se pose est en fait de savoir si les dommages ainsi mesurés sont inférieurs ou non aux dépenses d'évitement qu'il faudrait engager pour y échapper (notamment dans les grandes agglomérations le coût du développement des voiries enterrées). Tant que la congestion est socialement acceptée, cela signifie implicitement que le coût d'extension des voiries routières est jugé exorbitant : les usagers et la collectivité préfèrent perdre du temps plutôt que d'accepter un péage dont le coût serait supérieur à la valeur du temps perdu. Par contre, si devant l'augmentation progressive des dommages, on s'oriente vers une internalisation des coûts de la congestion, cela signifie que l'on se place dans une logique d'évitement, c'est-à-dire de développement de l'offre. Une tarification du temps perdu, ou de l'espace consommé est donc directement liée au développement de nouvelles infrastructures routières.

II. L'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie

Nous venons de montrer que le phénomène de congestion, qui génère des coûts externes à l'intérieur même du système de transport, a également des répercussions à l'extérieur de ce système, et ce à au moins deux niveaux :

- D'une part l'altération des vitesses entraîne de fortes variations des nuisances par véhicule.kilomètre. Il y a surconsommation d'énergie et surémission de polluants atmosphériques. Par contre les émissions sonores, qui sont en partie liées positivement à la vitesse, se trouvent amoindries.

- D'autre part l'adaptation des automobilistes face à une situation d'engorgement se traduit par une redistribution à la fois temporelle et spatiale des flux sur la voirie. Nous ne nous sommes intéressés ici qu'à l'aspect spatial. La recherche d'itinéraires moins encombrés amène les automobilistes à éviter les axes lourds surchargés et à envahir les voiries secondaires. Ce phénomène va avoir une double conséquence. Tout d'abord les distances parcourues par déplacement ont tendance à baisser entraînant, globalement, une baisse sensible du nombre total de véhicules.kilomètres et donc des nuisances qui y sont liées. Par contre cette redistribution a tendance à disperser les nuisances sur un territoire plus vaste au lieu de les laisser concentrées en certains points noirs bien localisés. Et même si cette dispersion permet d'atténuer la hausse globale des émissions de polluants atmosphériques, il n'empêche qu'elle entraîne une dégradation du cadre de vie sur une échelle beaucoup plus vaste.

Ainsi, malgré certaines tendances contradictoires, les inconvénients supplémentaires liés à la congestion sont indéniables, notamment en ce qui concerne la hausse de la pollution atmosphérique et la dégradation du cadre de vie sur un territoire élargi.

Section 2 : Les atteintes de la circulation routière urbaine sur l'environnement et le cadre de vie

I. Le bruit

Le coût externe "pertinent" du bruit correspond aux dépenses annuelles effectives de lutte contre le bruit routier et est estimé à une valeur minimale approchant les 0,7 milliard de francs par an pour le trafic VP urbain et péri-urbain. Si l'on fait l'hypothèse de proportionnalité des coûts aux trafics en milieu urbain, estimés à 120 milliards de véh.km, une telle dépense conduit à un coût marginal social du trafic VP à la charge de la collectivité d'environ 0,01 F/veh.km. Selon une logique d'objectif, retenons que le choix de 65 dB comme valeur de bruit soutenable à ne pas dépasser conduirait à engager des dépenses correspondant à un coût externe "potentiel" du bruit à la charge des VP de l'ordre de 3,5 milliards de francs par an, soit environ 0,3 F/véh.km.

II. La pollution atmosphérique en milieu urbain

Le coût externe "pertinent" de la pollution atmosphérique due aux VP en milieu urbain, correspondant à un minima des différentes évaluations existantes peut être estimé à 18 milliards de F, soit pour un trafic de 120 milliards de véh.km/an environ 0,15F/véh.km. Si la préférence collective pour un "environnement soutenable" rejoignait en France celle de la Suède, les taxes par polluant qu'il faudrait appliquer conduiraient à internaliser un coût externe "potentiel" de la VP en urbain de 50 milliards de F, soit environ 0,42F/véh.km.

III. L'insécurité due aux trafics urbains

Le coût externe (non couvert par les assurances) de l'insécurité routière estimé suivant les coûts tutélaires en vigueur (coût "pertinent") est de 4 milliards de F/an pour la circulation VP en urbain, soit pour un trafic d'environ 120 milliards de véhicules.km une valeur moyenne de 0,03F/véh.km. Si l'on se place dans l'optique d'une préférence plus forte pour la sécurité routière, l'adoption de coûts tutélaires plus "humanistes" conduirait à internaliser un coût externe "potentiel" de 13 milliards de F/an, soit environ 0,11F/véh.km.

Troisième partie : Les stratégies d'internalisation

Section 1 : Les solutions tarifaires

I. Les dangers de l'importation du péage de financement

Le péage de financement a été mis en place en Norvège. Il sert uniquement à financer de nouvelles capacités de voirie pour lutter contre la congestion. Il suppose donc qu'il est possible de répondre à la demande de déplacements individuels. Ce péage n'a pas vocation de dissuader la circulation automobile : son tarif est modique, il est souvent mis en place à l'entrée de la ville (cordon) et ne fait référence ni à la zone ni à la période congestionnée. Concernant son efficacité sur la crise des déplacements urbains, certains doutes peuvent subsister. Il s'inscrit dans la logique traditionnelle d'offre de transport, au détail près d'un tarif insuffisant pour constituer un véritable levier d'action sur la demande. Il ne se conforme pas à la théorie économique de la régulation par les prix. Il ne vise donc pas une action régulatrice des déplacements urbains par les prix.

II. Les indéterminations du péage de congestion

Le péage de congestion, ou encore le *road pricing*, semble avoir fait la faveur d'agglomérations connaissant une congestion dure (forte carence d'espace). Il n'a toutefois donné lieu qu'à une simple expérimentation à Hong Kong. Son abandon renvoie aussi aux difficultés qu'il soulève. Il s'inspire de la théorie économique de la régulation par les prix (théorie de l'allocation optimale des ressources). Mais il se concentre sur la recherche du prix de la congestion, laissant de côté les principes de fonctionnement et les conditions nécessaires à la régulation par les prix. En tant que solution tarifaire à la crise des déplacements, il en résulte qu'il soulève encore de nombreuses questions, voire de fausses questions, qui entretiennent entre elles des rapports étroits, dont l'origine se trouve dans une insuffisance théorique :

- utilisation des produits de la tarification ;
- efficacité de la mesure de péage, en rapport avec la difficile appréhension de la notion de captif de l'automobile ;
- équité sociale du péage, celui-ci apparaissant tel un péage d'exclusion, qui n'est compatible avec l'équité sociale qu'en régime de congestion forcée (augmentation simultanée des vitesses et des débits) ;
- traitement des effets environnementaux du transport .

III. Vers une régulation par les prix des déplacements urbains

Face aux incertitudes du péage de financement, la solution tarifaire peut s'analyser telle la recherche d'une régulation des déplacements urbains par leurs prix. Celle-ci pourrait alors se substituer au concept même de péage urbain. Toutefois, une telle régulation ne s'improvise pas, comme en témoignent les problèmes soulevés par le *road pricing*. La régulation par les prix est alors bien éclairée par le discours théorique (théorie de l'allocation optimale des ressources), dès lors que l'on en retient l'intégralité du message. Elle concerne aussi les transports collectifs; nous en restons toutefois principalement à ces conséquences en matière de tarification des déplacements individuels. Bien menée, l'analyse permet aussi de prendre en compte les spécificités du domaine d'activité que l'on cherche à réguler par les prix (par exemple, substitution du coût de congestion traditionnel à un coût d'opportunité des ressources affectées aux améliorations de voirie).

IV. Peut-on réguler les déplacements urbains par les prix ?

Un meilleur éclairage théorique permet, sinon de répondre aux questions que pose l'introduction d'une certaine dose de régulation par les prix dans les déplacements urbains, en tout cas de poser ces interrogations en des termes plus pertinents :

- Une telle régulation est-elle nécessaire ? Nos estimations montrent une tendance à la sous-tarification, très nette avec des valorisations des effets externes conformes aux principes de développement durable (de 1 à plus de 2). La tarification actuelle est aussi exempte de tout principe de régulation : à la sous-tarification, est associée une surtaxation fixe amortissable par l'usage, tandis que dans tous les cas de figure, la sous-tarification est manifeste à l'heure de pointe.

- Une telle régulation est-elle possible ? Il est sans doute indispensable de se donner quelques garanties. D'une certaine manière, la spécificité du bien déplacement s'intègre à la théorie, ceci au travers d'une condition essentielle, s'assurer d'un espace-temps où la substituabilité TC-VP est acceptable (donc aussi à favoriser).

- Une telle régulation peut-elle être efficace sur le système de déplacement ? Sans chercher à y répondre, on peut éclairer cette interrogation. La régulation par les prix indique que l'usage de l'automobile, singulièrement à l'heure de pointe, pourrait être plus cher (mais sa possession moins chère), tandis que les transports en commun améliorés, y compris dans leur grille tarifaire.

- Une telle régulation peut-elle avoir des effets sur les localisations ? Sans doute, mais les inquiétudes peuvent être éclairées. Il y aura toujours moyen de se soustraire à l'augmentation de tarif (par l'alternative TC qu'il apparaît nécessaire d'améliorer), ou de s'y soumettre mais avec la garantie d'une certaine souplesse et d'une fiscalité fixe plus faible.

- Une telle régulation est-elle anti-redistributive ? Le transfert d'une partie des tarifs vers les transports en commun, justifié par la régulation par les prix en elle-même, minore là aussi les craintes.

Section 2 : Les solutions réglementaires : restriction du trafic VP et orientation de la mobilité vers les TC

I. Des exemples d'actions réglementaires

Les moyens réglementaires de régulation du trafic automobile sont nombreux, faciles et peu coûteux à mettre en oeuvre. Ces caractéristiques en expliquent le formidable développement dans de nombreuses villes d'Europe. Les mesures peuvent être très contraignantes pour l'automobiliste (interdictions de circulation ou de stationnement) ou bien combiner harmonieusement maintien de la circulation et préservation de l'environnement. Le vaste panel de mesures et la possibilité de les combiner offre au décideur de larges possibilités d'actions selon les objectifs qu'il poursuit et les différentes catégories de voies à traiter. Cependant, au regard de l'objet qui nous occupe, on peut citer deux limites à l'application de ces mesures :

- d'une part leur incapacité à résoudre le problème de la congestion (même quand la circulation est interdite le problème n'est que reporté aux abords de la zone concernée),

- d'autre part les forts taux d'infraction qui les caractérisent.

II. Les moyens à mettre en oeuvre pour faire respecter ces mesures

Trois options sont envisageables lorsque l'on souhaite amener les individus à adopter le comportement désiré. La première consiste à les inciter à modifier leurs habitudes de conduite. Des campagnes d'information présentant les effets néfastes de l'automobile en milieu urbain pourraient ainsi être menées. Cependant, si ces mesures peuvent dans un premier temps connaître un certain succès, on s'aperçoit généralement qu'au bout de quelques jours ou de quelques semaines les effets de ces campagnes s'estompent et les automobilistes retrouvent leur ancien style de conduite. Un autre moyen d'action est l'utilisation de la répression, les forces de police veillant alors à ce que les conducteurs respectent les règles sous peine d'amendes ou de sanctions. Pour que la force de dissuasion de ces mesures répressives soit suffisante, il est souvent nécessaire d'augmenter les effectifs. La troisième option réside dans l'utilisation de moyens techniques d'aménagement de la voirie obligeant les automobilistes à observer le comportement voulu.

Si ces mesures peuvent avoir une certaine efficacité à réduire les atteintes de l'automobile sur son environnement, elles ne permettent cependant ni de lutter contre la congestion, ni de réduire le volume de la circulation qui sont pourtant des composants fondamentaux des effets externes de la circulation.

III. Encourager le transfert modal

A l'inverse de l'automobile, la marche, les deux-roues et les transports en commun sont des modes de déplacement peu coûteux socialement. Ils pourraient donc être utilisés pour remplacer la circulation VP dans les centres urbains et sur les axes touchés par la congestion. Actuellement leur utilisation est limitée car ils présentent un coût généralisé important pour les individus (déplacement moins rapide, plus pénible....). Il convient alors d'agir à la baisse de ce coût privé principalement par une modification du partage de l'espace en faveur de ces modes. Concernant plus particulièrement les transports collectifs, des couloirs de bus ou des TCSP pourraient être construits afin d'améliorer leur vitesse commerciale. Une action importante pour revaloriser et faire connaître les TC devrait également être mise en oeuvre. Quoi qu'il en soit, des mesures autoritaires seront nécessaires pour imposer l'utilisation de ces modes où et quand la circulation VP est trop coûteuse pour la collectivité.

Conclusion

Annexes

Bibliographie

Table des matières détaillée

INTRODUCTION

Face au développement de la congestion et des nuisances urbaines, peut-on envisager une inversion de la tendance à l'accroissement de la mobilité ? Telle est la question générale à laquelle nous nous sommes efforcés de répondre dans cette étude. Avant de préciser la méthodologie adoptée, rappelons pourquoi nous avons ainsi formulé la mission qui nous a été confiée par le Ministère de l'Environnement et l'ADEME dans le cadre de la procédure ECLAT liée aux risques climatiques majeurs et notamment à l'effet de serre..

Les coûts externes des transports ont été signalés depuis longtemps mais ils sont aujourd'hui ressentis avec plus d'acuité. Ainsi, se pose la question de la soutenabilité du développement des transports, et pour ce qui nous occupe des transports urbains, majoritairement fondés sur l'usage de la voiture particulière (V.P.). Plus que les autres modes, cette dernière participe à l'émission de multiples effets externes : bruit, insécurité, pollution, congestion... Or une lente évolution des exigences de la population en matière d'environnement fait que ces nuisances entrent de plus en plus en contradiction avec la tendance à l'accroissement de la mobilité et singulièrement de la mobilité V.P. Nous sommes donc bien en présence d'effets externes en ce sens qu'ils sont largement extérieurs aux relations marchandes. Mais ces effets sont bien réels et des arbitrages doivent être effectués afin d'organiser leur internalisation. C'est ce qui justifie la présente étude.

Pour la conduire, nous avons raisonné en économistes, c'est-à-dire en recourant au prisme habituellement utilisé par cette profession. Dans cette perspective, la contradiction entre le développement de la mobilité VP d'une part et la protection de l'environnement d'autre part peut être analysée comme un choix entre certains avantages (la mobilité) et certains coûts (les nuisances). En première analyse, le problème que nous devions résoudre était donc celui de l'évaluation des avantages et des coûts respectifs de la croissance de la mobilité urbaine en V.P. Dire cela, ce n'est pas résoudre le problème mais bien plutôt en découvrir l'immensité. C'est pourquoi il est ici fondamental de rappeler les fondements théoriques de la méthode (1) et ses implications en matière d'évaluation des effets externes (2). Ces rappels méthodologiques déboucheront logiquement sur la problématique et le plan de l'étude (3).

1) Des effets externes au marché de l'évitement

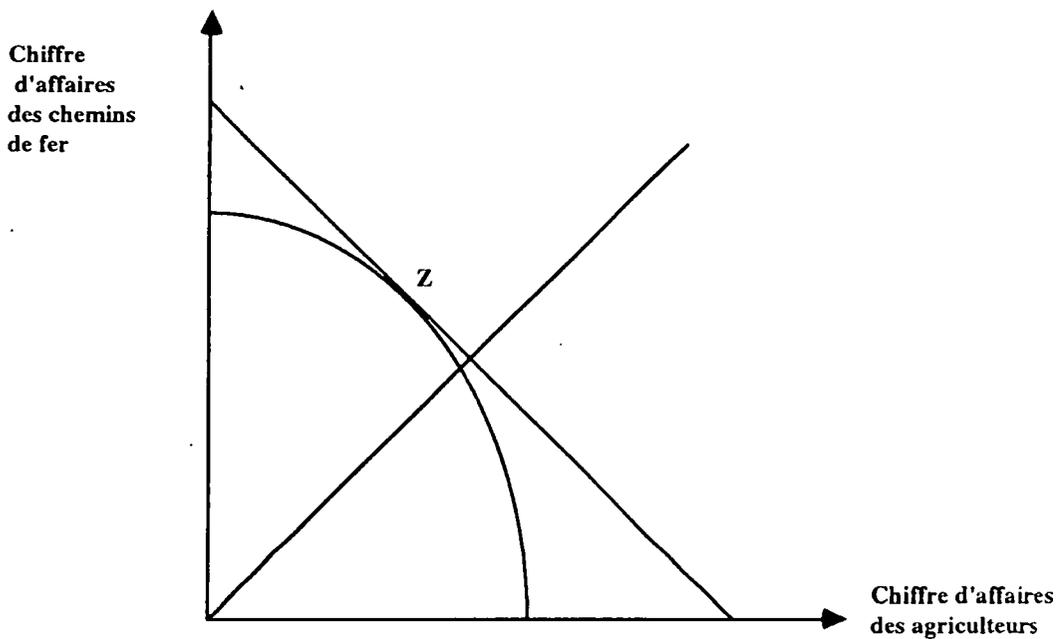
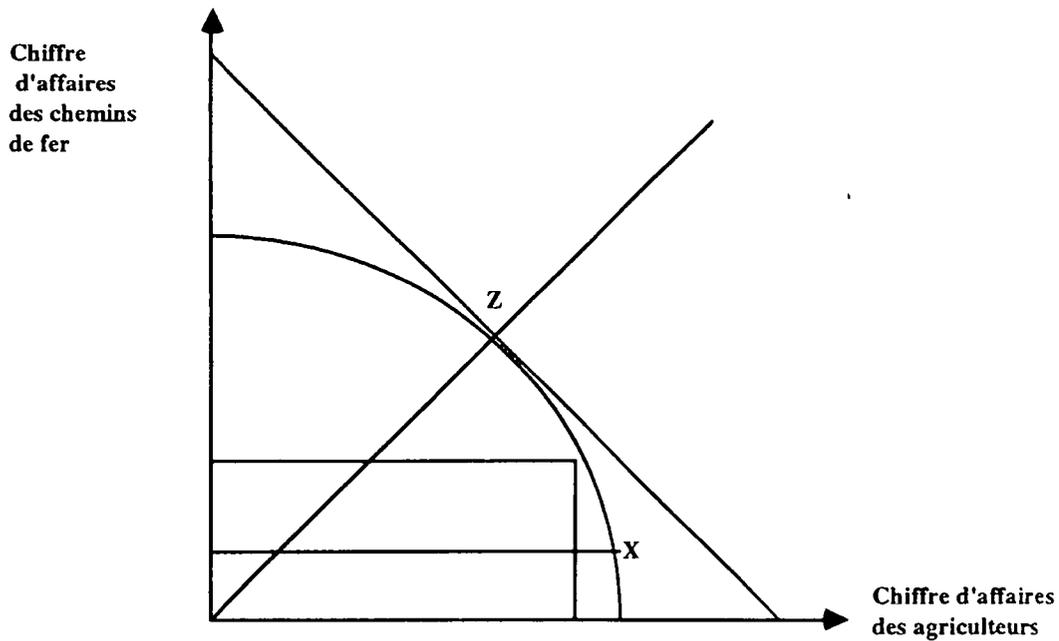
Qu'est-ce qu'un effet externe ? En résumant les deux principaux types de réponse qui existent à cette question, la logique de la prise en compte des effets externes s'éclaire d'un jour inhabituel.

— Dans son ouvrage *Economie du bien-être*, paru en 1920, l'économiste britannique A.C. Pigou (1877-1959) a fondé la première école de pensée. Il considère que la présence des effets externes constitue un échec du marché. Par le fait même, une intervention extérieure à ce dernier s'impose pour qu'il soit tenu compte des coûts externes que le marché ne prend pas en compte. Une première tentation se présente alors, consistant à considérer d'emblée ces effets externes comme néfastes. Par principe, ils devraient alors être supprimés et la puissance publique doit intervenir pour sanctionner, par la tarification et/ou la réglementation, les auteurs de l'effet externe négatif.

— La seconde école de pensée s'interroge sur le degré d'acceptabilité des différents coûts sociaux car ceux-ci ne doivent ou ne peuvent être totalement et systématiquement éliminés. Comme l'a montré Ronald Coase, un coût social peut en effet être compensé, notamment si les droits de propriété sont respectés. Même en l'absence de compensation, l'activité à l'origine de l'effet externe peut aussi procurer un revenu additionnel à la collectivité, et ce revenu peut être supérieur à la perte infligée à quelques-uns. C'est ce que résume le schéma ci-dessous, illustrant la controverse entre Arthur C. Pigou et R. Coase à partir d'un exemple choisi par le premier.

Si le développement d'un mode de transport conduit à dégrader le chiffre d'affaires (ou le bénéfice d'exploitation) des agriculteurs du fait des incendies provoqués par les étincelles des machines à vapeur, ce n'est pas pour autant qu'il faut interdire ces dernières. Il ne s'agit pas d'un jeu à somme nulle que symboliserait une droite de pente égale à -1. Nous sommes plutôt en présence d'un jeu à somme positive où les gains d'une activité peuvent dans certains cas aisément compenser les pertes infligées à l'autre. Ainsi, dans le graphique supérieur de la figure 1 ci-dessous, le point X n'est pas optimal puisque si l'on se déplace de X vers Z, les pertes accrues des agriculteurs sont en valeur absolue inférieures au gain des chemins de fer. Interdire les chemins de fer serait alors une erreur économique et les compagnies ferroviaires seraient alors en droit de se plaindre de la « nuisance » que leur imposent les agriculteurs. L'objectif de l'économiste est donc de faire en sorte que la somme algébrique des gains et des pertes soit maximale et que l'on se trouve ainsi, du point de vue des diverses activités productives, à l'optimum. La question de la compensation éventuelle n'interviendra qu'en second lieu, lorsqu'on s'intéressera à la répartition des ressources.

Figure 1

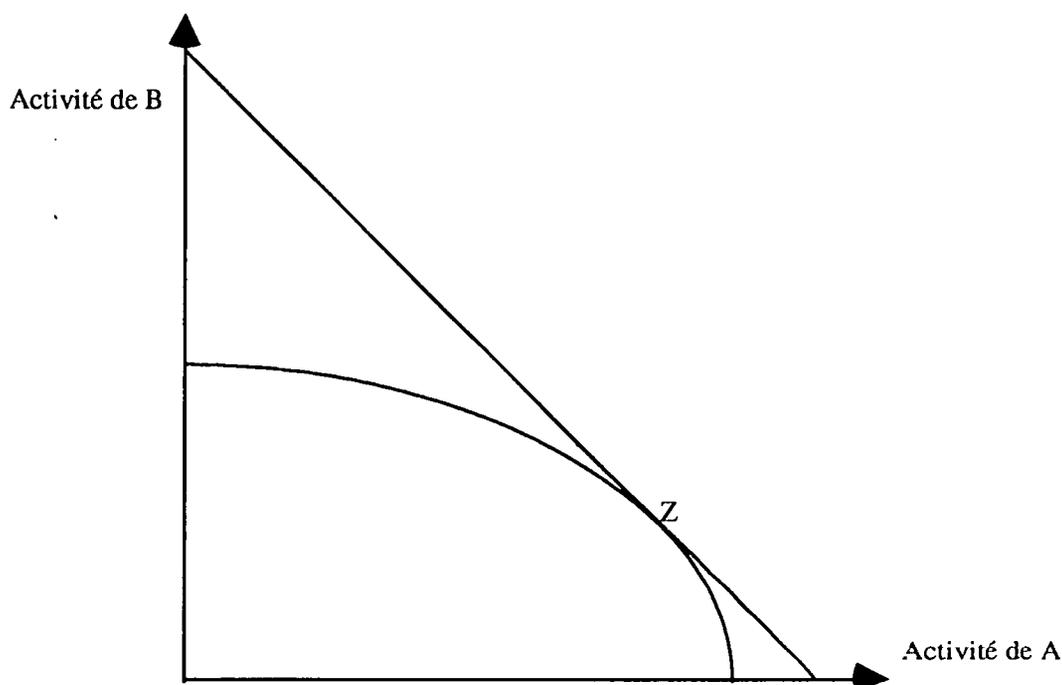


La logique est la même si, comme dans le graphique inférieur, les relations sont dissymétriques entre les activités. Dans ce cas, une activité dominante va s'imposer car ses gains sont en valeur absolue bien supérieurs aux pertes constatées. Ceci rendant encore plus aisée une éventuelle compensation. Le point optimal est toujours Z, qui correspond ici à un développement important de l'activité considérée par le sens commun comme l'origine des nuisances.

On peut considérer que cette schématisation est assez proche de ce que l'on connaît en matière de transport. Si l'on adopte cette perspective, la situation est relativement simple et la question des effets externes dans les transports se présente ainsi : jusqu'où peut-on accepter que se poursuive une activité génératrice de coûts sociaux qu'elle peut éventuellement compenser ? Ou, symétriquement, à partir de quel seuil de coût social doit-on considérer qu'il est préférable d'interdire cette activité ?

Pour répondre à cette double question, reprenons le second schéma de la figure 1 ci-dessus. Imaginons deux activités, A et B. La première émet des nuisances qui réduisent l'activité (ou les bénéfices de l'activité) de la seconde. Si l'on se situe d'abord dans la perspective utilitariste, le niveau de bien-être le plus élevé pour la collectivité est celui qui correspond au maximum de la somme algébrique des activités de A et de B. Dans la mesure où il y a dissymétrie des gains potentiels, le point optimal est comme nous l'avons dit Z, correspondant au point de tangence entre la frontière des possibles et la droite de pente égale à -1.

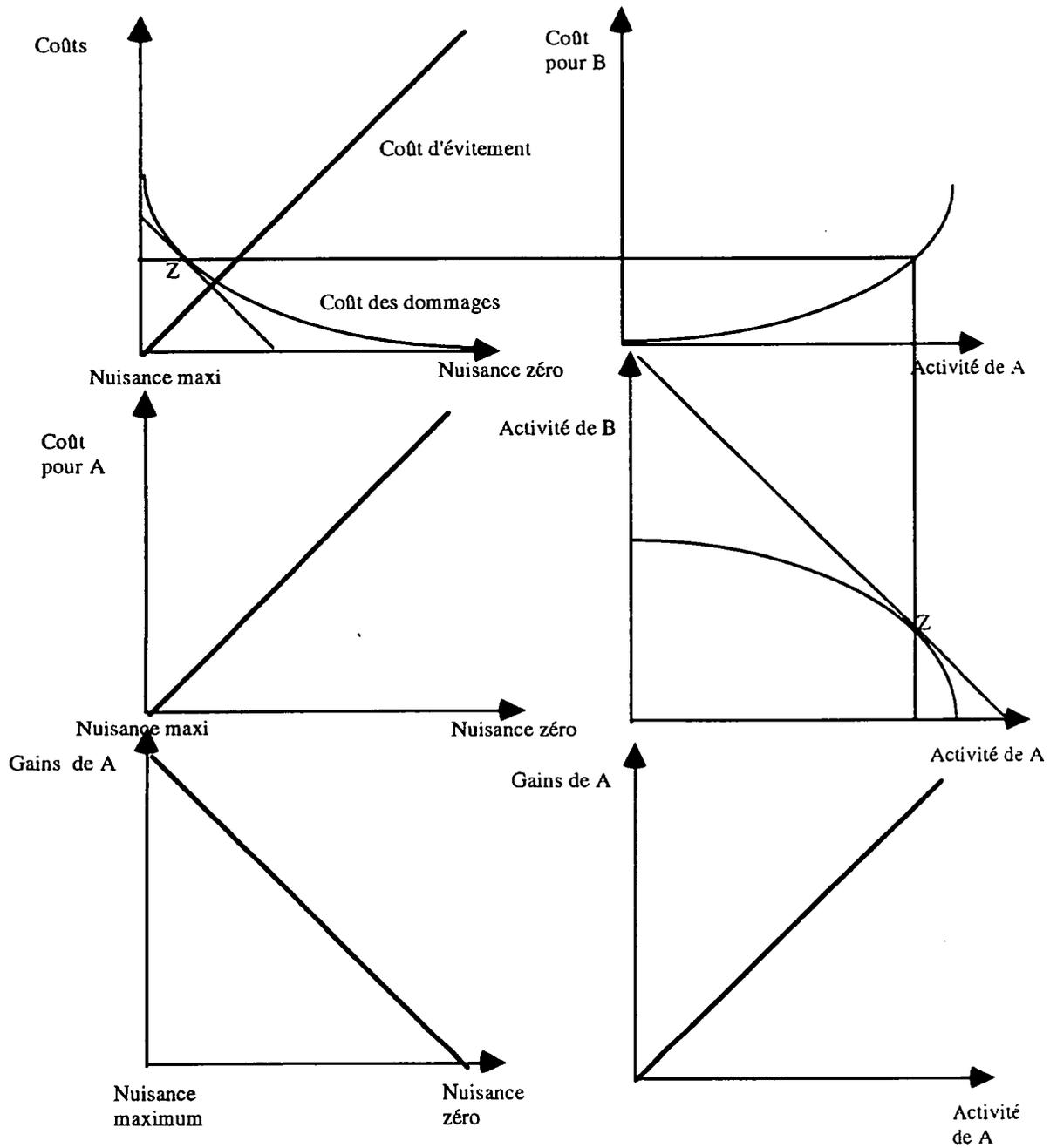
Figure 2



Dans cette logique, le fait que A soit un producteur de nuisances disparaît car comme l'a fait remarquer R. Coase¹ on peut aussi considérer que B émet aussi une nuisance à l'encontre de A s'il l'empêche de développer une activité qui, du point de vue collectif est source d'une production de plus grande valeur. Confondre internalisation et interdiction serait alors dommageable. Ce qui doit être recherché, c'est le point optimal Z où A et B combinent dans une certaine proportion leurs activités.

1. Raisonnement développé in M. Dorfman, Economie de l'environnement, Calmann-Lévy 1975

Figure 3



Dans le graphique intermédiaire droit, on retrouve la frontière des partages possibles d'activité entre B et A. On en déduit d'une part (graphe supérieur droit) la courbe de coût total pour B de l'activité de A selon le niveau de cette dernière, et d'autre part (graphe inférieur droit), la droite de gain total pour A de l'activité de A. Dans cet exemple simplificateur, on suppose une relation linéaire, en fait une identité, entre le niveau des gains et celui de l'activité. A partir de là, on commence par inverser l'axe des abscisses, de l'activité maximale de A à l'activité nulle, pour obtenir un axe allant du niveau maximum au niveau zéro de nuisance (graphe inférieur gauche). Le graphe intermédiaire gauche inverse ensuite l'axe des ordonnées en considérant le point de vue de A : toute baisse de son activité, et donc du niveau de pollution, constitue pour lui un coût. Le coût pour A de la non-pollution devient une fonction croissante de celle-ci, linéaire dans notre exemple. Enfin le graphe supérieur gauche synthétise les deux courbes de coût, pour A et pour B (après renversement pour cette dernière) en les présentant comme des fonctions du niveau de pollution.

Ce graphe supérieur gauche retient maintenant toute notre attention car c'est lui qui est généralement qualifié de « marché de l'évitement ». En rassemblant les deux courbes de coût, de la nuisance pour B et de la non-nuisance pour A, il nous invite à quelques constats majeurs.

— En première approximation, on peut assimiler le coût de la nuisance à un coût des dommages, et le coût de la non-nuisance à un coût d'évitement, c'est-à-dire la perte acceptée pour maintenir la pollution à un certain seuil.

— A l'évidence, nous sommes ici en présence d'un quasi-marché : le coût des dommages correspond à une courbe de demande et le coût d'évitement à une courbe d'offre. Dans le premier cas, il s'agit d'une « demande d'indemnisation » dont le montant varie logiquement avec le niveau des dommages. Quant à l'évitement, il s'agit d'une courbe d'offre ou courbe de coût. Or le coût pour A est le maximum qu'il puisse offrir en compensation de la nuisance engendrée par son activité, c'est-à-dire son gain potentiel.

— Une fois mis en évidence ce quasi-marché, l'erreur serait de considérer que le niveau optimal de pollution se situe à la verticale du point d'intersection entre les deux courbes de coût. En fait, il se trouve bien au point Z, qui se repère sur le graphe supérieur gauche de la même façon que sur le graphe intermédiaire droit : par le point de tangence entre la courbe et la droite de pente égale à -1. Il est en effet évident que la courbe des dommages n'est que le décalque inversé de la frontière des possibles entre activité de A et activité de B. On peut donc se demander à quoi sert la construction de ce quasi-marché ?

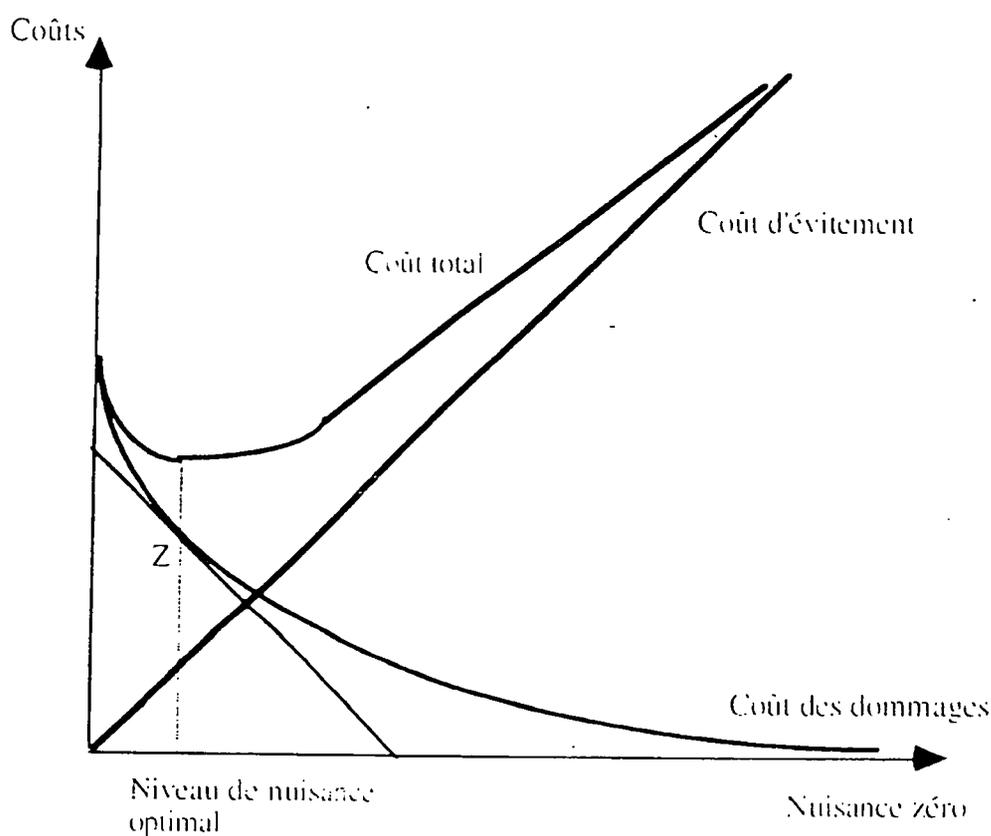
2) Du marché au coût de l'évitement

L'intérêt du raisonnement en termes de marché s'éclaire lorsque l'on constate qu'il s'agit d'une méthode féconde quand on ne dispose pas, comme c'est généralement le cas d'une détermination préalable du niveau optimal de nuisance par évaluation comparée des activités. Dans, ce cas, on procède à une démarche inverse de celle que nous venons d'opérer : on suppose l'existence d'un « marché de l'évitement » où le coût des dommages est assimilable à une demande et le coût d'évitement à une offre. Et de cette hypothèse, on déduit par approximation le niveau optimal de nuisance et les éventuelles tarifications et compensations qui s'y rattachent. C'est la méthode que nous avons retenu dans cette étude pour évaluer les coûts externes.

Pour bien comprendre cette logique, reprenons le graphe supérieur gauche de la figure 3, développé ci-dessous dans la figure 4, et suivons-en les enseignements. On remarque notamment que si l'on se déplace à droite du point Z, le coût total pour la collectivité commence à augmenter. Obtenu par sommation des coûts des dommages et de l'évitement, cette courbe de coût total se présente comme une parabole. Ce coût total est minimum à l'aplomb du point z, qui apparaît bien ainsi comme le point optimal. Graphiquement, cela est évident si l'on remarque que à droite de z, la courbe des dommages, après avoir été tangente à la droite de pente égale à -1, a une pente de plus en plus faible en valeur absolue alors que la courbe d'évitement est une droite de pente égale à 1. Cela signifie que la somme des deux courbes est bien minimale à l'aplomb de z et est supérieure de part et d'autre.

On remarquera que le niveau optimal de nuisance ainsi défini est, comme dans la figure 4, relativement proche du niveau maximum. Cela provient de l'hypothèse initiale de dissymétrie des gains potentiels des deux activités. Dans la perspective de l'histoire du développement des moyens de transport, ce n'est pas une hypothèse aberrante si l'on songe que la prise en compte des nuisances a été tardive et est encore relativement modeste.

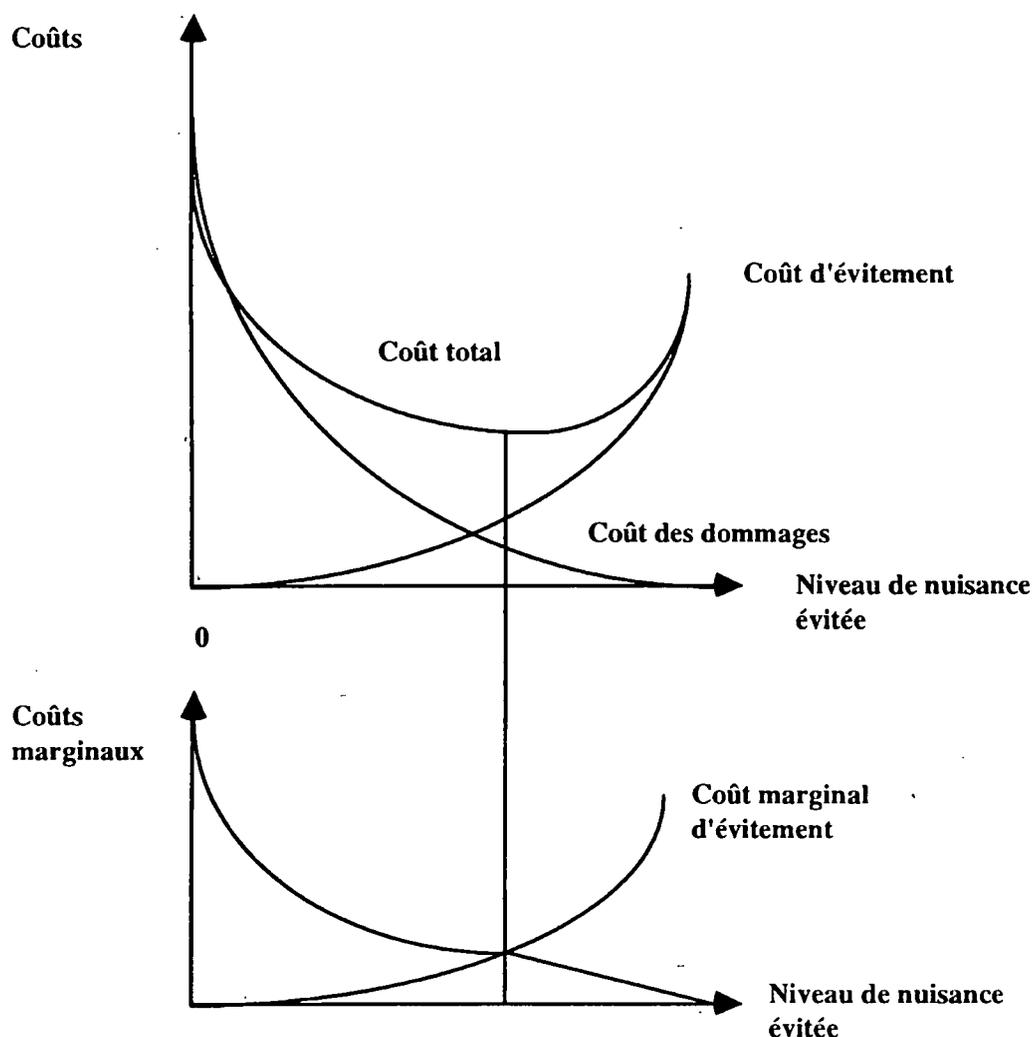
Figure 4



La logique de l'optimalité, qui veut que l'on se place au point où le coût total est le plus faible, trouve une justification graphique évidente si l'on s'intéresse non plus aux courbes de coût total mais aux coûts marginaux. Pour développer le raisonnement, abandonnons l'hypothèse d'une relation linéaire entre le niveau de l'activité de A et le niveau de pollution. Comme on le voit dans le graphe supérieur de la figure 5 ci-dessous, on obtient alors une véritable courbe d'évitement, dont le coût croît de façon quasi exponentielle avec le niveau de nuisance évitée. Le point optimal se trouve alors au point où le coût marginal d'évitement est égal au coût marginal des dommages (graphe inférieur). Ce point est optimal dans la mesure où si l'on se déplace vers la droite, le coût d'évitement devient exorbitant par rapport au dommage. Par contre, si l'on reste à gauche, il est possible de réduire les dommages avec un coût inférieur au gain obtenu.

Relativement simple, ce raisonnement pose de redoutables problèmes lorsqu'il s'agit de lui donner un contenu empirique. En matière de dommages comme d'évitement il n'existe pas de mesure unique et sûre des coûts. Mais considérer cette tâche comme impossible serait pourtant dangereux dans la mesure où cela équivaldrait à refuser de prendre en compte des coûts qui existent bel et bien. C'est pourquoi, à l'aide de fonctions physiques de dommages que l'on monétarise, mais aussi à l'aide de différentes évaluations des compensations ou valeurs tutélaires, les divers coûts sociaux peuvent être évalués. Le plus souvent la valeur totale ou unitaire des coûts sociaux se présente comme une **définition tutélaire du coût d'évitement** que l'on suppose équivalent au coût des dommages selon la logique du marché de l'évitement. Derrière cette approche en termes de définition tutélaire, nous retrouvons une logique de coût d'opportunité : quelle dépense les particuliers ou la collectivité sont-ils prêts à mettre en œuvre pour combattre un effet externe ?

Figure 5



Ainsi, insensiblement, nous passons d'une approche individualiste à une approche tutélaire du niveau optimal de nuisance. La notion de marché d'évitement ne doit donc pas être simplement considérée comme une importation de concepts utilitaristes dans un domaine qui devrait y échapper. Au contraire, nous sommes en présence d'une fiction théorique particulièrement riche, qui va utilement souligner les arbitrages que la collectivité est prête à effectuer, y compris en prenant parfois le contre-pied d'une logique purement individualiste.

3) Problématique et plan de l'étude

Au delà de son apparence purement comptable, l'évaluation des effets externes par la méthode du coût de l'évitement révèle des enjeux majeurs. Il ne s'agit pas en effet de chercher « le » point optimal de nuisance que fonderait une analyse scientifique indiscutable chargée de dire le vrai en matière d'arbitrage mobilité-environnement. Comme chacun a pu l'expérimenter, la relation entre l'analyse économique et la révélation des préférences collectives est beaucoup plus complexe. C'est pour respecter l'une et l'autre que nous avons construit cette étude autour de trois grandes parties précédées d'un préambule.

Ce dernier se présente comme un constat, il rappelle en quelque sorte la donne à laquelle nous avons affaire en matière de relation transport urbain-environnement. La situation est connue mais il nous est apparu utile de la rappeler brièvement à partir de l'exemple de l'agglomération lyonnaise : l'accroissement du taux de motorisation des ménages s'est accompagné d'un spectaculaire développement de la mobilité VP.

La première partie de l'étude est consacrée à détailler les facteurs et les effets d'un tel développement. La préférence sociale pour la mobilité VP peut en effet être assimilée à une préférence pour la congestion. En termes de marché de l'évitement, que cache cette dernière ? Il est en effet évident que l'on ne peut se contenter de montrer du doigt la congestion comme un mal urbain sans en chercher dans le même temps les contreparties positives du point de vue des usagers. C'est pour débusquer ces dernières que nous nous sommes intéressés aux incitations à la péri-urbanisation et à la question de la rente foncière. Du point de vue de l'analyse économique, ce sont en effet les bénéficiaires de cette rente, que l'on évitera d'assimiler à l'image traditionnel du rentier, qui « profitent » de la congestion et des efforts déployés par les autorités pour améliorer les systèmes de transport. De façon générale, tout le système de transport cache en fait un vaste système de transferts au profit des propriétaires fonciers et des utilisateurs de la VP. C'est là que l'on retrouve la notion d'effet externe puisque l'on peut considérer ces transferts comme des externalités.

La seconde partie se présente comme une approche globale des ces effets externes à partir de l'exemple lyonnais et de la congestion, puis en élargissant le propos à l'ensemble des zones urbaines françaises et aux divers effets externes. On y découvre des estimations chiffrées globales du coût externe de la VP en milieu urbain. Comme nous l'avons déjà souligné, ces évaluations ne prétendent pas épuiser la question. A travers la distinction faite par A.C. Pigou entre externalités pertinentes et potentielles, elles se présentent comme une fourchette entre valeurs minimales actuelles et valeurs probables dans le futur, lorsque la préférence pour la congestion laissera progressivement le devant de la scène à une préférence pour l'environnement. En d'autres termes, il s'agit de tenir compte des incertitudes qui subsistent quant à la position de la courbe de coût d'évitement.

La troisième partie s'efforce de lever certaines de ces incertitudes en envisageant les différentes formes d'internalisation des effets externes. Car c'est en imaginant une réintégration des externalités dans les coûts supportés par les acteurs économiques, notamment par la tarification, que l'on peut tester la validité des évaluations. A ce titre, le péage urbain est présenté comme une méthode qui coule de source. Pourtant, sans l'écarter totalement, nous n'en avons pas fait l'hypothèse unique de l'étude du fait qu'elle suppose une remise en cause explicite des transferts entre catégories sociales. Pour des raisons d'acceptabilité politique tout autant que pour des raisons d'efficacité environnementale, la réglementation de l'usage de la VP en milieu urbain demeure une option complémentaire ou substituable au péage urbain. Nous montrons d'ailleurs que c'est dans cette direction que se sont déjà dirigées de nombreuses agglomérations en Europe.

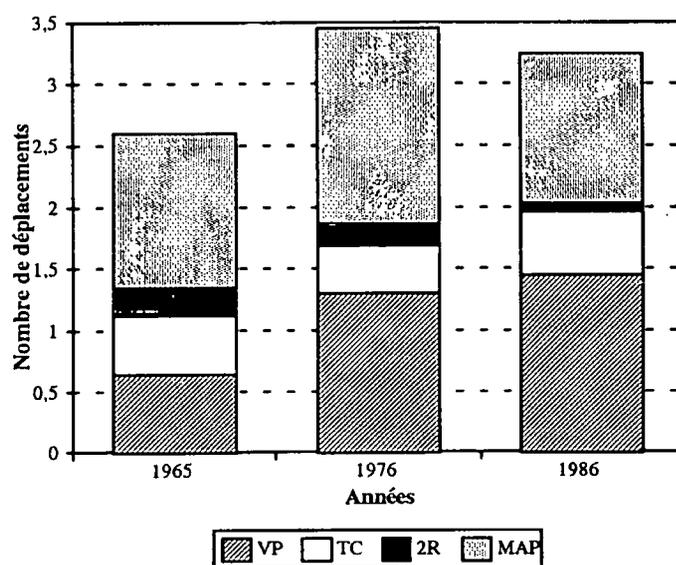
PREAMBULE :

L'évolution de la mobilité urbaine

Avant de procéder à une étude détaillée des effets externes de la mobilité en voiture particulière (VP) et des diverses stratégies d'internalisation, il est nécessaire de présenter brièvement un rappel sur l'évolution de la mobilité par mode dans les grandes villes françaises. Dans ce but nous nous appuyerons sur l'exemple lyonnais qui nous semble être assez représentatif des autres métropoles françaises. Bien entendu, le lecteur sera averti des cas où des divergences existent entre notre exemple et les autres grandes villes. Une fois présenté le cas de Lyon, nous nous attacherons à identifier les facteurs explicatifs de cette évolution.

1. L'évolution de la mobilité par mode : exemple lyonnais

Figure 1 : Evolution de la mobilité des lyonnais (par mode)



Source : CETUR

En 1986, la mobilité tous modes est supérieure de 25% à son niveau de 1965², même si elle enregistre une légère baisse par rapport à 1976. Cette chute en fin de période est le fait des déplacements en deux roues : 2R (qui deviennent marginaux), et surtout de la marche à pied (MAP). Toutefois, concernant l'évolution des déplacements à pied, les problèmes de définition et de mesure dont ils font l'objet nous obligent à être très prudents avec les chiffres dont nous disposons.

2. même s'il existe des incertitudes sur la fiabilité des données à cette époque.

La croissance de la mobilité résulte donc de la forte progression des déplacements en VP (+ 124% sur la période) et de la reprise des déplacements en Transports Collectifs (TC) en fin de période. La part de l'automobile augmente dans le total des déplacements urbains. C'est le principal mode utilisé avec 41% des déplacements (et 71% des déplacements par modes mécanisés). Cette domination de la VP dans les déplacements urbains mécanisés est observée dans toutes les villes françaises même si elle est un peu moins forte à Paris où les TC sont très utilisés. L'augmentation de l'utilisation de l'automobile se traduit dans les chiffres de la circulation : alors qu'en 1980 il circulait 141 millions de véhicules.km par jour ouvrable dans les villes de plus de 20 000 habitants (hors Ile de France), 8 ans plus tard il en circule 40% de plus soit 194 millions.

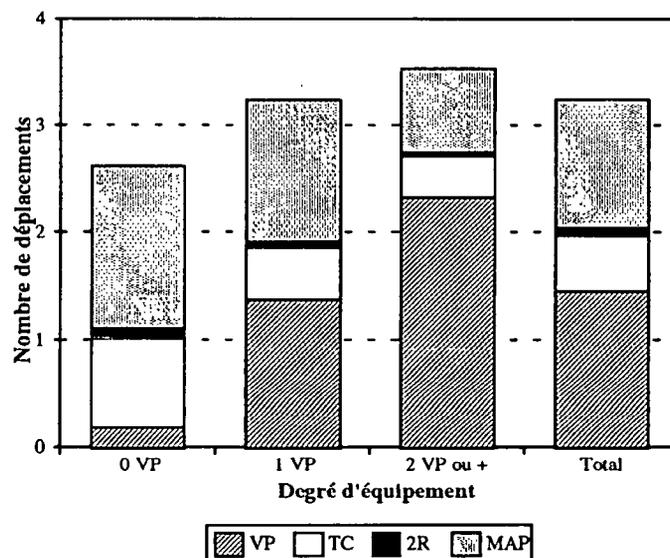
2. La relation mobilité VP - motorisation

L'évolution de l'utilisation de la VP est très liée à l'évolution de la motorisation :

- d'une part l'augmentation de la motorisation accentue la mobilité et l'utilisation de l'automobile,
- d'autre part le besoin de se déplacer favorise l'achat d'un véhicule.

Cette forte interrelation s'observe sur le schéma suivant :

Figure 2 : Evolution de la mobilité par mode selon le degré d'équipement (à Lyon)



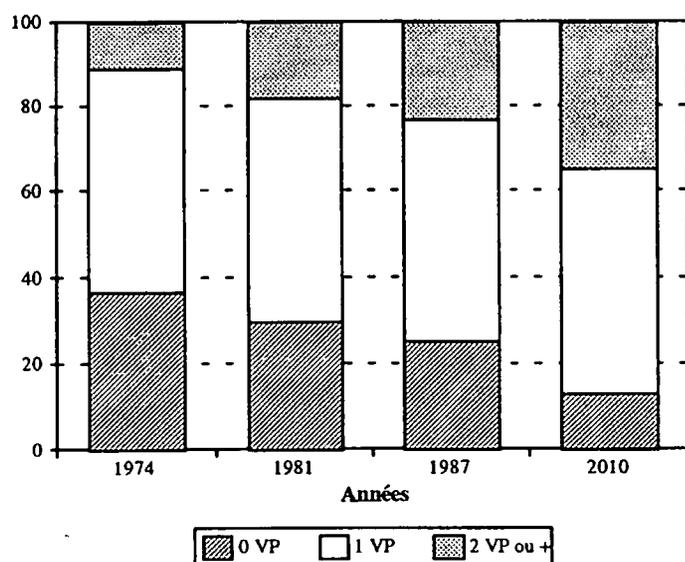
Source : CETUR

Plus les individus sont motorisés, plus ils se déplacent et plus ils utilisent l'automobile dans leurs déplacements au détriment des autres modes. On s'aperçoit que le ménage équipé d'une VP (2 VP) effectue 7 fois plus (12 fois plus) de déplacements en VP que le ménage non motorisé. Cette progression des déplacements en VP est tellement importante qu'elle fait plus que compenser la diminution des déplacements par d'autres modes.

L'impact de la motorisation est donc fondamental sur le niveau de mobilité et sur la répartition modale. Ceci est confirmé par les études du Transport and Road Research Laboratory³ qui montrent que, quand le taux de motorisation augmente de 1%, la mobilité augmente de 0.1% du fait des déplacements en VP (+0,7%), les autres modes perdant des parts de marché (TC : -0,2%; MAP : - 0,15%; 2R :- 0,15%).

La tendance actuelle étant au développement de la multimotorisation (voir figure 3), on peut donc penser que la VP devrait occuper une part encore de plus en plus importante dans les déplacements.

Figure 3 : Evolution du degré d'équipement des ménages



Source : pour 1974, 81, 87 : INSEE
pour 2010 : Jean-Loup MADRE, Caroline GALLETZ⁴

3. Les facteurs à l'origine de l'augmentation de la motorisation

Ces facteurs sont divers, ils relèvent non seulement de l'économie mais aussi de la démographie, de l'évolution spatiale...et de plus ils ont pour caractéristique de rétroagir les uns sur les autres pour se renforcer mutuellement. Parmi les plus importants on peut citer :

- **L'activité** : elle agit sur le taux de motorisation à deux niveaux :
 - * en créant un besoin de déplacement elle encourage les individus à se motoriser ;
 - * elle permet la motorisation grâce aux revenus qu'elle dégage.

Le développement de la double activité au sein du ménage encourage la multimotorisation.

3. WEBSTER et alii, *Evolution des déplacements urbains*, Transport and Road Research Laboratory, CEMT, 1985.

4. dans leur communication à la sixième conférence mondiale sur la recherche dans les transports (Lyon 1992) : *Le parc automobile dans les années 2000 : méthodes démographiques de projection à long terme*.

- **L'âge la génération d'appartenance** : L'âge détermine la position de l'individu dans le cycle de vie. Jusqu'à une vingtaine d'années la réglementation puis ses capacités financières ne lui permettent pas de se motoriser. Le taux de motorisation est également différent selon la génération à laquelle l'individu appartient. Les générations nées après la phase de diffusion de l'automobile auront des taux de motorisation supérieurs à ceux de leurs parents au même âge.

- **Le revenu** : il détermine une capacité à financer l'acquisition et l'entretien d'une voiture.

- **Le niveau culturel** : Il agit positivement sur la mobilité et la motorisation car les personnes les ayant un niveau d'éducation important ont généralement un revenu élevé. De plus elles ont souvent de nombreuses activités en dehors du travail (sport, culture, associations...) qui nécessitent des déplacements supplémentaires.

- **Le sexe** : traditionnellement moins actives que les hommes, les femmes sont avec les enfants et les personnes âgées, les plus grandes utilisatrices des TC. Cependant, avec le développement du travail salarié et des études leurs pratiques de mobilité tendent à se rapprocher de celles des hommes c'est-à-dire qu'elles utilisent de plus en plus l'automobile.

- **La baisse du coût de la VP** : Le coût d'achat a baissé sous l'effet du développement du marché de l'occasion et le coût d'utilisation (essentiellement la consommation de carburant) n'a pas augmenté malgré les deux chocs pétroliers.

- **La localisation des activités dans l'espace** : le développement des villes se fait dans le sens d'un étalement urbain qui augmente les distances et favorise l'utilisation de modes motorisés et notamment la VP.

On constate que l'évolution de ces différents facteurs s'est faite dans un sens favorable à la motorisation et à l'utilisation de la VP. Si les tendances actuelles se poursuivent on devrait donc encore aller vers davantage de déplacements en VP, les TC se limitant à la desserte du centre ou aux liaisons radiales performantes. Il nous semble néanmoins que cette explication de l'évolution de la mobilité VP par les seules variables socio-économiques est partielle et masque l'existence d'une véritable préférence sociale pour la mobilité VP. En effet, si on se limitait à ces critères explicatifs on ne pourrait pas expliquer pourquoi les suisses utilisent massivement les TC (alors que leur taux de motorisation est supérieur au notre, que leur niveau de vie est élevé...). Ainsi, à Zurich les habitants réalisent 550 déplacements par an en TC contre seulement 200/habitant/an sur les réseaux français les plus fréquentés. L'écart observé entre la Suisse et la France témoigne donc bien de l'existence en Suisse d'une préférence pour la mobilité TC (comme nous le verrons dans la troisième partie) alors qu'en France la préférence sociale va vers la mobilité VP (comme nous le montrerons dans la première partie).

S. Préambule : L'évolution de la mobilité urbaine : synthèse

L'exemple lyonnais, assez représentatif des autres grandes villes françaises, nous montre que la mobilité a augmenté de 25% depuis 1965. Cette évolution s'est faite principalement en faveur des modes motorisés (VP et TC) et au détriment de la marche à pied et des deux roues. La croissance spectaculaire de la mobilité VP (+ 124% sur la période) s'explique par la forte progression des taux d'équipement et de motorisation des ménages. Aujourd'hui, la plupart des ménages français (environ 80%) ont au moins un véhicule et 25% d'entre eux en ont au moins 2. Ce développement de la motorisation résulte non seulement de variables économiques (progression des revenus, baisse du prix des véhicules grâce au marché de l'occasion) mais aussi de variables démographiques, culturelles... Ainsi, il semble qu'à l'avenir ce mouvement de multimotorisation doive se poursuivre comme le laisse présager l'exemple américain avec 77 véhicules pour 100 habitants (contre seulement 50 véhicules pour 100 habitants en France). Sans action politique radicale, la mobilité devrait donc de plus en plus être à composante automobile et les TC (qui avaient jusqu'alors réussi à préserver leurs parts de marché grâce à des reports modaux des 2 roues et de la marche à pied) devraient se limiter à la desserte des centres-villes et à quelques liaisons radiales performantes.

PREMIERE PARTIE :

La préférence pour la mobilité VP : Incitations directes et cachées

L'objet de cette partie sera d'étayer l'hypothèse que nous venons de formuler et selon laquelle la politique menée par la France au cours des quarante dernières années traduit une préférence sociale pour la mobilité VP. Nous montrerons également que cette préférence trouve sa justification dans l'existence de transferts permis par la congestion et assurant une redistribution entre les classes sociales.

Les mesures ayant eu pour effet d'encourager l'utilisation de la VP se sont exprimées à deux niveaux (qui constitueront les deux sections de cette partie) :

- d'une part, au niveau du système de localisation par la spécialisation fonctionnelle de l'espace et la péri-urbanisation ;
- d'autre part au niveau du système de transport par des politiques de création d'infrastructures, d'amélioration de la circulation VP etc...

Le lecteur notera que ces deux niveaux sont fortement liés, nous avons néanmoins préféré les distinguer dans un but de simplification. En fin de partie, un schéma présentera ces interrelations sous une forme synthétique.

Il convient également de signaler que chacune des deux sections seront décomposées selon un même schéma : après avoir présenté les politiques mises en oeuvre et leurs effets sur la mobilité VP, nous procéderons à une analyse plus fine de chaque système afin de mettre en lumière l'existence de transferts.

SECTION 1 : MOBILITE ET SYSTEME DE LOCALISATION

I. Une incitation indirecte à l'utilisation de la VP

Ces mesures se distinguent de celles ayant agi sur le système de transport en ce sens qu'elles n'avaient pas pour objectif premier d'affecter l'évolution et la répartition modale des déplacements. Le développement de la motorisation qu'elles ont provoqué n'apparaît que comme une conséquence de ces politiques mais ne les a pas motivées. Cependant, si elles ont renforcé le mouvement de motorisation, on ne peut nier le fait qu'elles se sont également appuyées sur ce mouvement sans lequel elles n'auraient pu être mises en oeuvre.

A. Les politiques menées

Ces mesures indirectes d'incitation à la mobilité ont pris diverses formes : outre les politiques de l'habitat ou d'aménagement du territoire, les politiques de crédit et les politiques industrielles ont influé sur la répartition des activités sur le territoire. Nous étudierons ici quatre types de politiques :

- la politique de reconstruction d'après guerre basée sur le développement du logement collectif ;
- la politique de promotion de la maison individuelle pour lutter contre les effets de la crise sur l'immobilier ;
- la politique de desserrement des activités ;
- la politique des villes nouvelles.

1. La politique du logement collectif

Après la guerre et jusqu'au début des années 70 la France a connu une importante pénurie de logements causée d'une part par les destructions de logements par faits de guerre et d'autre part par l'augmentation de la population. Cette pénurie se fait surtout sentir en ville où elle est encore accentuée par l'exode rural. Pour remédier à ce problème les autorités de l'époque ont créé des instruments urbanistiques permettant la construction massive de logements.

En 1958 on institue les ZUP (Zones à Urbaniser en Priorité). Elles concernent les programmes de création de plus de 100 logements. Au total, 117 ZUP ont été créées, ceci correspond à la construction de très nombreux logements puisque 49 d'entre elles comportent plus de 5 000 logements et quelques unes atteignent même plus de 10 000 logements¹. Ces constructions massives ont pu être réalisées grâce à une production standardisée de logements collectifs, souvent en HLM afin de permettre aux populations non solvables d'y accéder.

Ce type de production, aujourd'hui décrié, était à l'époque le seul permettant de répondre aux besoins et aux objectifs exprimés par les divers plans quinquennaux. Ainsi :

- le IV^{ème} Plan (1962-1965) préconise la construction de 350 000 logements par an,
- le V^{ème} Plan (1966-1970) prévoit qu'en 1970, 480 000 logements seront créés,
- le VI^{ème} Plan (1970-1975) propose "*un programme d'investissement comportant en moyenne annuelle 510 000 logements neufs*".

Une telle quantité de logements ne pouvait évidemment pas être produite dans les villes-centre où l'espace est rare et les terrains chers. D'ailleurs, la volonté de l'époque était "*d'éviter de surcharger le centre-ville, il faut le réserver autant que possible aux activités économiques ou culturelles (bureaux, commerces, théâtres) cependant que les logements se développeront à la périphérie et dans les villes nouvelles*"². Cette phrase reflète bien la conception urbanistique ségrégative de l'époque, empruntée à Le Corbusier, pour qui chaque espace devait être déterminé par sa fonction.

1. Source : Philippe AYDALOT, *Economie régionale et urbaine*, 1985.

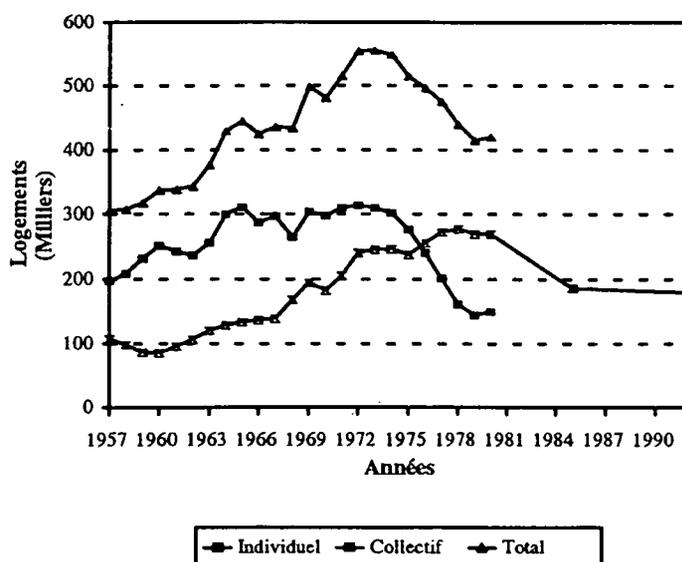
2. V^{ème} Plan.

Ainsi, les zones d'habitat nouvellement créées l'ont été en dehors de la ville, dans des zones reliées au centre par des infrastructures de transport rapides (voir B sur le rôle de la politique transport dans ce mouvement).

2. La promotion de l'habitat individuel

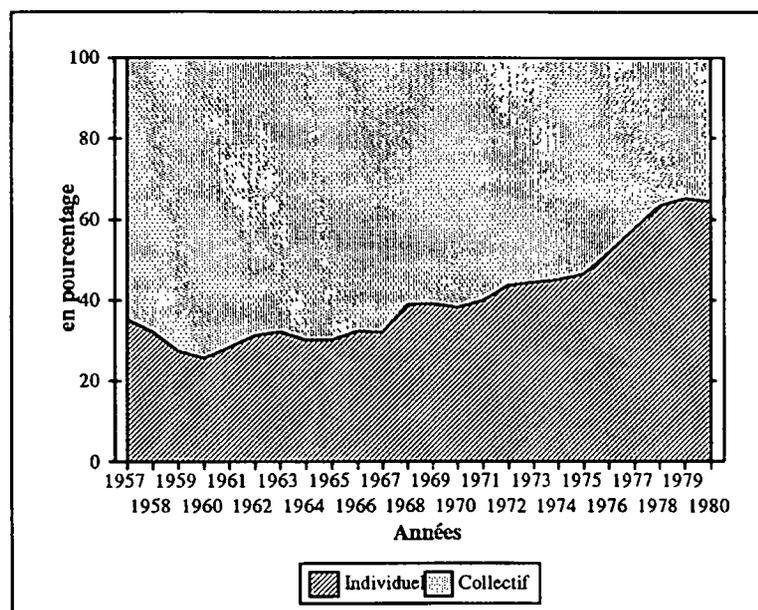
D'abord négligé par l'Etat à l'époque où la pénurie de logements imposait des constructions massives, l'habitat individuel connaît un renouveau depuis le début des années 60 (voir graphiques page suivante). Diverses mesures ont été prises pour favoriser ce type d'habitat, la plus importante d'entre elles étant la réforme du financement du logement de 1977 qui a pour objectif de permettre au plus grand nombre d'acquérir un logement. Cette politique s'est traduite par un développement de la péri-urbanisation.

Figure 1 : Evolution des mises en chantier de logements individuels et collectifs



Source : Ministère de l'Équipement

**Figure 2 : Evolution des constructions par type de logement
(en pourcentage)**



Source : Ministère de l'Equipement

a) Les mesures

Au départ (début des années 60), l'augmentation du nombre de constructions de maisons individuelles résultait d'un mouvement spontané qui traduisait la préférence des français pour l'habitat pavillonnaire. En effet, on estime qu'habiter une maison est un idéal pour 80% des français. Ce n'est qu'à la fin des années 60 que les constructeurs et l'Etat ont accompagné ce mouvement en développant une véritable politique de promotion de la maison individuelle. Leur objectif était de permettre au plus grand nombre de devenir propriétaire d'un pavillon afin de lutter contre les effets de la crise qui affectait déjà la construction de logements en collectif (cf. figures 1 et 2).

L'action des constructeurs

De nouvelles techniques de production et de commercialisation leur ont permis de produire et de vendre des pavillons à grande échelle. En construisant en masse des logements peu différenciés, ils ont réussi à dégager des gains de productivité les autorisant à réduire le coût de construction des maisons. Ils ont mené par ailleurs de vastes campagnes publicitaires (expositions, catalogues...) mettant l'accent sur le fait qu'une maison ne coûte pas plus cher à la fabrication qu'un appartement (bien sûr ce calcul n'intégrait pas le prix du terrain qui renchérit d'autant le coût de la maison).

L'action de l'Etat

A la fin des années 60 l'Etat lance une série d'actions en faveur de l'habitat pavillonnaire :

- en 1966, il crée les *villagexpo*, une exposition permanente de maisons individuelles aux portes des agglomérations,
 - en 1968, il ouvre le concours de la maison individuelle,
 - en 1969, l'expérience des *chalandonnettes* (maisons en lotissement) voit le jour.
- C'est le début de la diffusion de l'habitat individuel.

La politique de promotion de la maison individuelle va encore s'accroître avec la crise économique de 1975. En effet, alors que la production d'immeubles est très affectée par la conjoncture (voir figures précédentes), la maison individuelle y est beaucoup moins sensible car les risques de mévente sont plus faibles que pour les immeubles. Ainsi, alors que la production de logements en immeubles collectifs s'effondre, les constructions de maisons se maintiennent et progressent même (dans un premier temps) malgré la crise. C'est pourquoi, en 1977, afin de maintenir l'activité du bâtiment, l'Etat va encore davantage encourager le développement de l'accession à la propriété. Il crée la réforme du financement du logement qui institue deux instruments :

- les prêts d'accession à la propriété : PAP,
- l'aide personnalisée au logement : APL, en remplacement de l'aide à la pierre.

Cette politique doit permettre au plus grand nombre d'acquiescer un logement, conformément à ce qui est annoncé dans le VIIème Plan (1976-1980) : "*La réforme de la politique du logement permettra aux français de choisir plus librement (...) un logement de qualité. Elle donnera une nouvelle impulsion à l'accession à la propriété du logement individuel*". Les aides créées doivent permettre de rendre les ménages modestes solvables afin qu'ils puissent acquiescer leur logement et ainsi soutenir l'activité du bâtiment. La réforme a été un formidable encouragement à l'accession à la propriété pour les bas revenus puisque 62% des bénéficiaires d'un PAP n'ont qu'un seul salaire et 75% ont des ressources inférieures à 60% du plafond. Pourtant, malgré ces aides, à partir de 1979 la construction de maisons individuelles subit elle aussi les effets de la crise. Le risque du chômage et des taux d'intérêt très élevés dissuadent les ménages d'acheter. C'est pourquoi le gouvernement socialiste a créé l'assurance chômage et les prêts à taux ajustables.

Cette politique aura néanmoins porté ses fruits car même si la production de maisons individuelles est bien inférieure aujourd'hui à son niveau de 1978, elle représente quand même deux fois la production de logements en immeubles collectifs. En 1990, plus d'un français sur deux habite une maison individuelle ce qui correspond à la concrétisation d'un rêve.

Un tel développement de l'habitat individuel n'a évidemment pas pu être réalisé en centre-ville où la rareté de l'espace impose que les constructions soient faites en hauteur. Cette politique de promotion de l'habitat pavillonnaire a donc favorisé un développement de l'habitat loin des centres (la péri-urbanisation) et à faible densité.

b) La péri-urbanisation

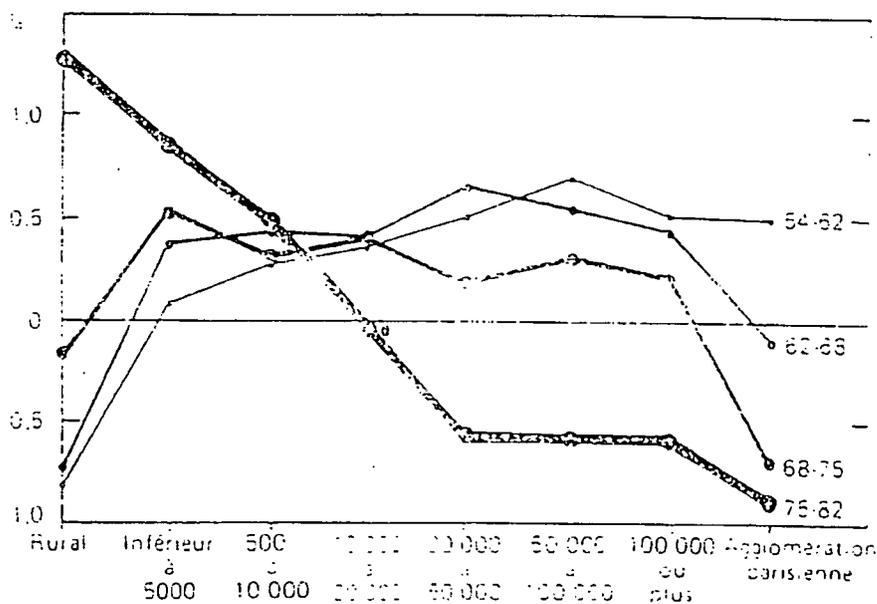
Les outils créés par la réforme du financement du logement s'adressaient à des ménages modestes afin de les encourager à acquérir un logement. Cependant, compte tenu de leur contrainte de revenu, ils ont dû s'éloigner du centre pour pouvoir faire construire sur des terrains peu chers (car la pression foncière diminue quand la distance au centre augmente). Ainsi, ces constructions neuves se font souvent dans un rayon de 10 à 40 kilomètres autour de la ville, dans des zones où l'espace est accessible aux classes moyennes. Alors que jusqu'en 1975 les petites communes se vidaient (exode rural, attrait de la grande ville), depuis 1975 avec la diffusion de l'habitat individuel ce sont les agglomérations importantes qui perdent des habitants au profit des petites communes (notamment rurales). C'est la rurbanisation.

Figure 3³ :

Renversement des courants migratoires :

la grande ville n'attire plus

Salides migratoires relatifs annuels pour les quatre dernières périodes intercensitaires selon la taille de l'unité urbaine



Source : INSEE, recensements 1962, 1968, 1975, 1982.
 1) Salde migratoire relatif annuel par catégorie de commune.
 2) Salde migratoire relatif annuel par période.

3. Odile ANDAN et alii, *Mobilités et système de transport dans les espaces périurbains : Analyse bibliographique*, 1988.

En Rhône-Alpes, la croissance s'est faite principalement à l'est de Lyon (dans les départements de l'Isère et de l'Ain) où de vastes étendues étaient disponibles pour la construction de maisons individuelles. Entre 1982 et 1990, alors que l'ensemble de la région connaissait une croissance démographique de 0,8% par an, les communes rurales en ZPIU voyaient leur population progresser de 1,8% par an principalement par solde migratoire⁴. En réalité, ce sont les petites communes proches des villes qui profitent de cette fuite de l'agglomération, les autres communes rurales étant beaucoup moins attractives.

Cette implantation dans l'espace rural périurbain n'est pas un choix de la part des ménages, c'est souvent une obligation pour pouvoir faire construire et c'est une localisation alternative à la ville. **Les ménages choisissent seulement le mode de vie particulier de la maison individuelle avec jardin, et ce sont les localisations périphériques qui leur permettent d'y accéder.** En fait, "c'est le marché qui les porte vers le périurbain"⁵.

Le choix des terrains se fait non seulement dans des zones éloignées du centre mais aussi assez mal desservies par les moyens de transport afin d'en réduire encore le prix de vente et de rendre le terrain accessible aux ménages modestes. Cependant, malgré l'éloignement, ces ménages conservent leurs contacts avec la ville centre, où leur emploi est généralement localisé. Par conséquent, la contrainte de localisation débouche sur une autre contrainte : la motorisation (voir B).

3. Le desserrement des activités

Ce mouvement constitue un transfert en péri-urbain d'unités de production à faible qualification (peu soumises à la contrainte de centralité) ou d'activités fortement consommatrices d'espace. Trois éléments permettent d'expliquer ce phénomène :

- la pression foncière : en ville, elle est telle que seules les activités qui peuvent se développer en hauteur y restent, les autres devant se localiser dans la périphérie ;

- le mouvement de péri-urbanisation (déplacement du bassin d'emploi) : le desserrement de la population et le desserrement de l'emploi sont fortement liés, ils se renforcent mutuellement ;

- les politiques menées par l'Etat (volonté de mieux équilibrer la répartition des activités sur le territoire) et par les communes (qui veulent fournir du travail à leur population). Ce sont ces mesures que nous exposerons ici.

4. Christian DILOISY, "Recensement : la ruée vers l'est", *Points d'appui pour l'économie Rhône-Alpes*, n°59, sept. 1990.

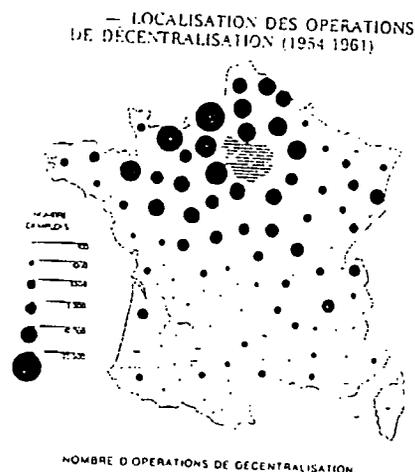
5. Odile ANDAN, C. HARZO, *Mobilités et systèmes de transport dans les espaces périurbains, analyse qualitative des comportements*, 1989.

a) La décentralisation industrielle et tertiaire

Malgré sa faible superficie (2,2% du territoire national), l'Ile de France concentre 20% de la population française et 29% de la richesse nationale. On y trouve la plupart des sièges sociaux des grandes entreprises et la vie culturelle y est très développée. Ces caractéristiques de la région Ile de France ont pour effet d'y attirer les individus ce qui crée un déséquilibre énorme entre cette région et toutes les autres. Dès les années 50, on a voulu rééquilibrer cette situation par des mesures visant à limiter la croissance parisienne (Agrément), et à favoriser un redéploiement des activités dans les autres régions.

Si l'agrément a été efficace dans un premier temps, en revanche dans un second temps il a favorisé les implantations périphériques. Après 1962 les industries quittant la région parisienne se sont souvent relocalisées juste aux frontières de la ville et dans les départements limitrophes comme le montrent les cartes suivantes⁶.

Figures 4 et 5 :



Source : Notes et études documentaires, n° 3508, 12 juill. 1984, p. 25

6. Joseph LAJUGIE, Pierre DELFAUD, Claude LACOUR, *Espace régional et aménagement du territoire*, 1985, p. 202.

Ainsi, alors qu'en 1961 Citroën se délocalisait à Rennes, en 1964, l'établissement s'installe à Aulnay sous Bois. Cette localisation périphérique est le moyen de respecter la réglementation en vigueur tout en continuant de profiter des avantages de Paris.

b) L'action des communes

Elle se présente sous la forme d'un double mouvement qui se renforce :

- d'une part, les grandes agglomérations disposant d'une population et d'emplois en nombre important veulent préserver leur image et une certaine qualité de vie en repoussant hors de la ville les activités polluantes ou non prestigieuses ;

- d'autre part, les petites communes avoisinantes souvent riches en espace veulent attirer des entreprises sur leur territoire afin de fournir des emplois à leur population et bénéficier de nouvelles ressources (taxe professionnelle, foncier bâti...). Pour cela elles disposent de divers moyens : terrains à bas prix, exonération de la taxe professionnelle, avantages divers (financiers, équipements...)⁷.

Ce double mouvement favorise la localisation périphérique des activités chassées des grands centres. L'éloignement au centre permet à ces établissements d'accéder à des terrains peu chers ce qui est un avantage important car l'économie qu'ils réalisent sur le prix du sol leur permet dans certains cas de moderniser leur outil de production.

A Lyon, une étude de l'AGURCO⁸ montre que les délocalisations se sont surtout faites (pour 70%) du centre vers la périphérie lointaine (deuxième couronne) et généralement à l'est. Les retours au centre ne concernent que 5% des mouvements enregistrés. Ces délocalisations ne sont bien souvent que de simples transferts à une échelle intra-urbaine et sans changement de personnel. Par conséquent, ils ont pour effet de favoriser une augmentation de la mobilité (car les distances à parcourir sont plus longues).

4. Le cas particulier des villes nouvelles : élément de la politique d'incitations à la mobilité

Les villes nouvelles, instituées par la loi BOSCHER en 1970 devaient absorber une partie de la croissance démographique des grandes agglomérations françaises à une période où celle-ci était forte.

7. Ainsi, la société Valéo, installée dans la ville nouvelle de L'Isle d'Abeau, a bénéficié lors de son implantation d'une aide publique de 8 à 9 millions de francs (sous diverses formes) de la part du Conseil Général de l'Isère, de l'EPIDA (établissement public d'aménagement de la ville nouvelle) et du Syndicat d'Agglomération Nouvelle. Cette aide a été accordée contre l'engagement de la part de l'entreprise de créer 400 emplois. Cependant, une fois l'aide versée (et surtout quand elle prend la forme d'équipements) la collectivité n'a aucun moyen d'obliger la société à respecter l'accord. C'est ce qui s'est passé pour Valéo qui s'est contentée de transférer son personnel lyonnais et n'a créé que quelques emplois.

8. AGence d'URbanisme de la COmmunauté urbaine de Lyon, *Mobilité des établissements industriels de plus de 35 salariés à l'intérieur de l'agglomération lyonnaise de 1976 à 1986 : recherche sur leurs logiques de localisation*, 1987.

Neuf villes nouvelles ont été créées : cinq en région parisienne et quatre en province. Elles ne devaient pas être des cités dortoirs à l'image des banlieues entourant les grandes villes mais devaient être autonomes, c'est pourquoi les équipements et les emplois ont été créés au même rythme que la construction de logements. Pourtant, malgré cette volonté, les villes nouvelles demeurent fortement dépendantes de la grande agglomération voisine. Quotidiennement, d'importants flux ont lieu entre ces villes nouvelles et leur métropole, notamment pour motif travail.

En effet, la population de ces villes nouvelles est souvent originaire de la métropole. Ainsi, à Marne la Vallée les nouveaux résidents sont essentiellement d'anciens parisiens et à L'Isle d'Abeau ils sont issus de la COmmunauté URbaine de LYon (COURLY)⁹. Malgré un rapport emploi/actif résidant dans la ville nouvelle élevé, ces populations conservent généralement leur travail et leurs centres d'activités dans la métropole. Ainsi, Villefontaine (une des cinq communes de la ville nouvelle de L'Isle d'Abeau), malgré ses nombreux emplois, voit en 1990 42% de ses actifs résidents aller travailler dans la COURLY¹⁰ (ce rapport est néanmoins en diminution depuis 1982 où il s'élevait à 48%). Les migrants alternants vers la métropole sont donc nombreux.

Ceci est encore favorisé par la bonne desserte de ces villes nouvelles par des moyens de communication rapides à destination de la métropole (autoroute A4 et RER à Marne la Vallée, autoroute A43 à L'Isle d'Abeau). L'éloignement au lieu de travail (qui résulte du déménagement) combiné à la desserte de ces villes par des autoroutes incitent les individus à utiliser leur automobile pour se rendre au travail. Cette incitation est d'autant plus forte que les abonnements autoroutiers sont peu coûteux et rapidement rentabilisés. Ainsi, pendant plusieurs années (au début de la création de la ville nouvelle), l'AREA¹¹ a proposé des abonnements domicile-travail aux résidents de la ville nouvelle à un prix très faible (environ 1 franc le trajet), l'usager ne supportant que 30% du coût effectif de son déplacement. Une telle réduction pouvait être offerte par l'AREA grâce à l'EPIDA (établissement aménageur de la ville nouvelle) qui prenait en charge 40% du coût du déplacement.

Ainsi, des flux importants se développent de la ville nouvelle vers la métropole, mais inversement on observe aussi une croissance des flux dans l'autre sens (métropole-ville nouvelle). En effet, de nombreux établissements quittent la métropole pour venir s'implanter dans la ville nouvelle. Ces implantations sont souvent à de simples transferts avec utilisation de la même main d'oeuvre.

9. Nous travaillerons sur ces deux communes en nous appuyant :

- pour Marne la Vallée : sur les travaux d'Odile ANDAN, *Mobilité et espace urbain, étude longitudinale des comportements de mobilité en fonction d'un changement de résidence*, 1984.

- pour l'Isle d'Abeau : à partir d'entretiens réalisés par Florence TOILIER dans le cadre de son mémoire de DEA d'Economie des Transports, *Les incitations à la mobilité*, Laboratoire d'Economie des Transports, Université Lumière Lyon 2, 1993.

10. Jean-Louis ROUTHIER, *Les transports urbains de longue distance*.

11. société concessionnaire de l'autoroute A43 (Lyon-Chambéry).

Du fait de la présence de l'autoroute, l'automobile est fortement utilisée pour les déplacements entre la ville nouvelle et la métropole (dans les deux sens) et ce d'autant plus que les zones périphérique ne sont pas bien desservies par les modes de transport collectifs. Même lorsqu'elles le sont (par exemple comme Marne la Vallée avec le RER), l'importance des distances interstations, des temps d'attente avant de pouvoir monter dans un train (saturation de la ligne) ainsi que la nécessité de devoir utiliser d'autres modes en complément du RER découragent son utilisation pour les individus qui travaillent en banlieue.

En outre, la domination de la VP sur les autres modes de transport ne s'exerce pas seulement pour les relations de la ville nouvelle avec les autres communes. Même à l'intérieur de la ville nouvelle, les déplacements en VP sont privilégiés du fait des choix urbanistiques qui caractérisent ces villes. Ainsi, à Marne la Vallée comme à L'Isle d'Abeau, l'urbanisation prend la forme d'"*un chapelet discontinu séparé d'espaces verts*"¹², les coupures spatiales sont nombreuses. A Villefontaine, l'urbanisation est regroupée sur des quartiers, tous équipés de commerces de proximité plus ou moins importants (boulangerie, épicerie), et séparés entre eux par de vastes étendues vertes ou d'étangs. De ce fait, les distances inter-quartiers sont importantes ce qui défavorise l'utilisation de la marche à pied et privilégie les modes mécanisés. Cependant, comme les dessertes TC sont mauvaises (car la ville est dispersée sur un vaste territoire), l'automobile est absolument nécessaire. Elle est donc très utilisée quel que soit le motif du déplacement (courses, accompagnement des enfants, travail).

Par conséquent, et bien qu'il n'y ait pas eu de volonté politique dans ce sens, par leurs caractéristiques (configuration, population, activités) les villes nouvelles constituent un encouragement important à l'utilisation de la VP.

B. La relation motorisation - étalement urbain

Toutes les mesures détaillées précédemment ont eu pour effet de favoriser une spécialisation de l'espace et d'accentuer l'étalement urbain. En caricaturant on peut dire que les centres sont désormais réservés aux commerces et aux activités nobles (tertiaire supérieur, culture...), que les banlieues concentrent l'habitat collectif et les unités de production, et que l'espace péri-urbain est le domaine du pavillonnaire et des activités consommatrices d'espace.

Cet étalement urbain a été possible grâce au développement d'infrastructures routières permettant d'accéder aux espaces périphériques. Il a également encouragé le développement de la motorisation en provoquant une augmentation des distances à parcourir pour se rendre entre les différents lieux d'activités (logement, travail, loisir). On a en effet pu observer que la distance moyenne entre lieu de travail et domicile avait pratiquement doublé en vingt ans, passant de 6 kilomètres en 1970 à 11 kilomètres en 1990¹³.

12. Odile ANDAN, *Mobilité et espace urbain, étude longitudinale des comportements de mobilité en fonction d'un changement de résidence*, 1984.

13. INSEE première n°202, juin 1992.

1. L'étalement urbain a été permis par le développement de la motorisation

Pour permettre l'urbanisation de terrains éloignés de la ville, il fallait les "rapprocher" par le biais de liaisons rapides. Les moyens de transport qui transforment les distances en durées de déplacement autorisent un élargissement du champ d'attraction de la ville tout en luttant contre la pression foncière. Cette préoccupation a été très forte jusqu'au VIIème Plan. Elle est très clairement formulée dans le VIème Plan qui déclare que "La politique de développement des grandes infrastructures doit permettre d'augmenter l'offre de terrains urbanisables et d'améliorer les conditions de desserte des banlieues des grandes agglomérations".

On le voit, la politique de construction de logements a été permise grâce à un mode de transport particulier : l'automobile. Le développement de l'équipement des ménages a ainsi autorisé les collectivités à réaliser des zones d'habitat éloignées du centre et peu desservies par les TC.

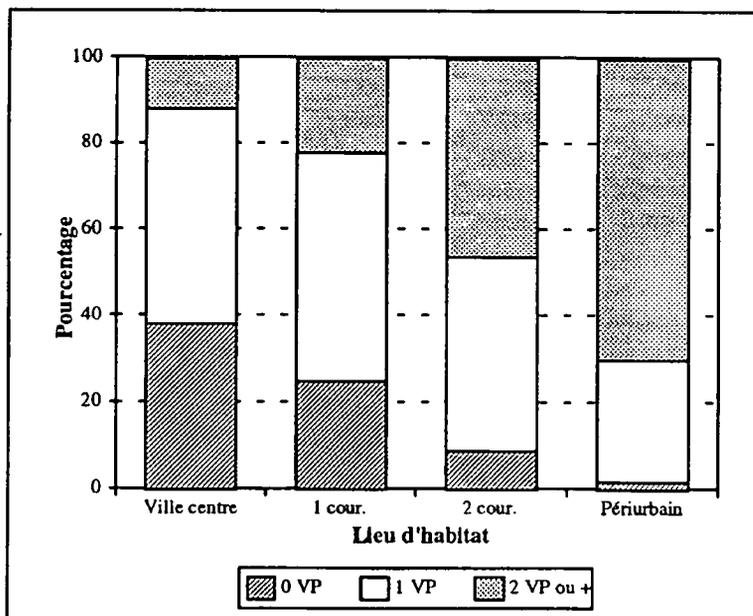
2. La péri-urbanisation accentue le développement de la motorisation

L'exemple lyonnais nous montre que le taux de motorisation des ménages s'accroît avec leur éloignement au centre. Il est :

- de 0,76 VP par ménage en centre-ville (Lyon, Villeurbanne),
- de 1 VP par ménage en première couronne,
- de 1,45 VP par ménage en deuxième couronne,
- de 1,75 VP par ménage dans l'espace péri-urbain.

Le graphique suivant qui représente le degré d'équipement des ménages selon leur localisation vient préciser ces chiffres.

Figure 6 : Motorisation des ménages selon leur lieu d'habitat



Source : O. ANDAN, C. HARZO

Alors qu'en ville, il est possible de ne pas être équipé, dans l'espace péri-urbain c'est une absolue nécessité et les ménages sans VP sont exceptionnels. La norme est même la multimotorisation puisque 70% des ménages ont au moins 2 VP. Ces écarts de taux de motorisation entre le centre et la périphérie peuvent s'expliquer par l'allongement des déplacements domicile-travail¹⁴ et l'absence de réseaux TC performants quand on s'éloigne du centre. En effet, pour pouvoir offrir un service TC de qualité (rapide, avec des fréquences élevées...) à un coût acceptable pour la collectivité il faut pouvoir massifier les flux. Or avec l'éloignement au centre, la densité diminue car les habitations sont dispersées sur le territoire communal ce qui rend très difficile sa desserte par un mode de transport collectif. Quand une liaison avec le centre existe, elle ne consiste bien souvent qu'en 1 ou 2 allers-retours par jour, essentiellement destinés à acheminer les actifs vers leur lieu de travail. La faiblesse de l'offre et la lenteur des trajets décourage les individus de l'utiliser. C'est pourquoi il n'y a bien souvent que les captifs (ceux qui n'ont pas de VP à leur disposition) qui utilisent ce mode de transport mais dès qu'ils pourront acquérir une VP ils l'abandonneront.

S. Une incitation indirecte à l'utilisation de la VP : synthèse

Après la guerre, les impératifs de reconstruction et de relogement ont conduit à créer en banlieue de grands ensembles reliés au centre par des infrastructures de transport rapides. En effet, le centre-ville devait être réservé à des activités plus nobles : culture, sièges sociaux des grandes entreprises, commerces. Aujourd'hui, cette logique de spécialisation de l'espace se poursuit :

- les entreprises polluantes ou consommatrices d'espace sont repoussées vers la périphérie,
- les ménages modestes qui désirent devenir propriétaires d'une maison individuelle (grâce aux aides créées en 1977 : PAP et APL) ne peuvent le faire qu'en péri-urbain,
- le centre reste réservé aux classes aisées et aux activités tertiaires (notamment le tertiaire supérieur).

Une telle logique dans l'organisation spatiale des activités ne peut que conduire à une augmentation des distances à parcourir entre les différents centres d'activités (logement, travail, loisirs...). Ainsi, alors que la distance moyenne entre lieu de résidence et lieu de travail était de 6 km en 1970, elle atteint 11 km en 1990. Cet allongement des distances favorise l'utilisation de l'automobile sur ce type de déplacements.

14. Les ménages péri-urbains parcourent en moyenne une quinzaine de kilomètres pour se rendre à leur travail (contre 11 km pour l'ensemble des actifs).

II. Le jeu de la rente foncière

On tentera ici d'analyser le jeu de la rente foncière. Avant d'envisager comment les prix fonciers façonnent l'espace urbain, il est nécessaire d'élucider la nature de la rente, que nous analysons comme un péage pur régulant un rationnement.

A. La rente est un péage pur

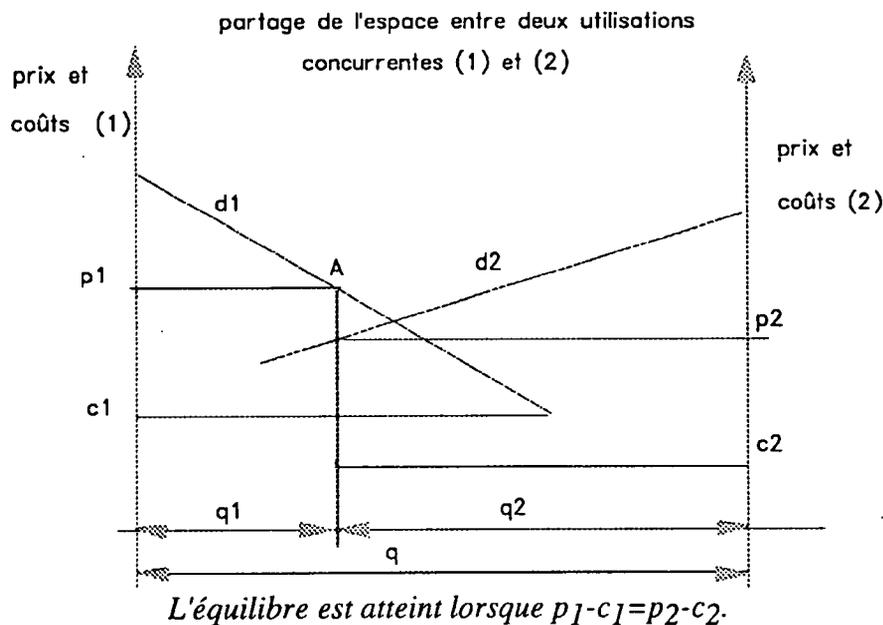
Nous proposons d'envisager le problème de la rente foncière urbaine en considérant une décomposition du territoire urbain en sous-espaces supposés homogènes du point de vue des facteurs de localisation.

Nous considérerons les espaces urbains rares, c'est-à-dire les lieux où la demande excède l'offre. Compte tenu des normes d'urbanisme, il existe une densité limite. Sur chacun de ces sous-espaces, différentes demandes d'utilisations doivent donc être confrontées et sélectionnées.

Cette sélection est, sauf intervention d'une instance de planification, opérée par les choix des promoteurs-constructeurs, qui sont supposés rechercher la maximisation de leurs bénéfices.

Pour développer les conséquences de ces prémisses, nous commencerons par envisager une demande composée de deux segments, les logements et les bureaux, par exemple. Ceci permet une représentation géométrique simple. Nous traiterons ensuite le cas général, avec un nombre quelconque de segments de marché.

Figure 7



Si les coûts de construction sont égaux, le point d'équilibre est à l'intersection des deux courbes de demande.

Si les coûts sont différents, le point d'équilibre se situe à l'endroit où les bénéfices marginaux sont égaux.

Cette égalisation des bénéfices marginaux (différences entre prix et coûts marginaux) constitue une condition d'équilibre que nous retrouvons pour un nombre quelconque de catégories de demandes.

Considérons un marché foncier composé de n segments, repérés par l'indice i . Pour chacun d'entre eux, le coût de construction, C_i , constitue une donnée. Les opérateurs cherchent à maximiser leurs bénéfices lors du choix de l'affectation d'une parcelle à un type de construction. On considère, de plus, que les choix individuels des promoteurs sont opérés sans tenir compte des variations de prix qu'ils pourraient induire. Pour un promoteur (repéré par l'indice k), le problème est de choisir entre différents segments du marché.

Il s'agit donc de maximiser :

$$\sum_i B_{ik} = \sum_i (p_i Q_{ik} - C_{ik}). \text{ Avec la contrainte :}$$

$$\sum_k \sum_i Q_{ik} = Q = \text{constante,}$$

L'utilisation des multiplicateurs de Lagrange conduit à :

$$[I] \quad p_i - dC_{ik}/dQ_{ik} = \lambda_k$$

En condition de concurrence, il n'y a pas lieu de supposer que les coûts marginaux soient très différents, on peut donc poser :

$$[II]' \quad p_i - dC_i/dQ_i = \lambda$$

Quelques remarques peuvent en être tirées :

1 - il existe un état d'équilibre pour lequel il n'y a pas égalisation entre le coût marginal et le prix ;

2 - la différence entre prix et coûts marginaux de construction est identique pour les différents segments considérés, certains segments pouvant être évincés si la demande est telle que cette différence entre prix et coûts ne peut être atteinte ;

3 - toute tentative de contestation du marché par des prix inférieurs conduit à un rationnement de la demande et donc à une hausse des prix jusqu'aux niveaux précédents.

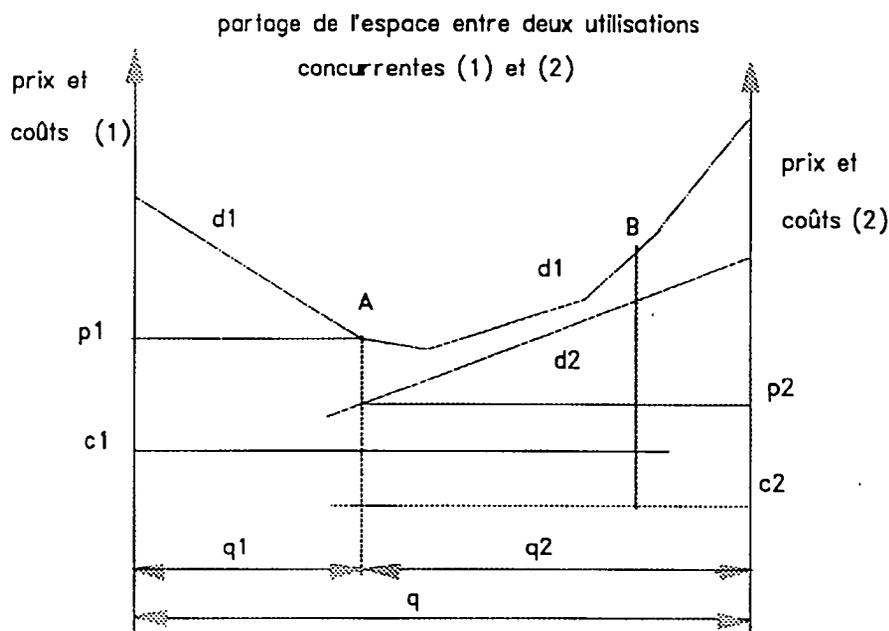
Il est également possible de représenter le choix d'un promoteur unique sur l'espace considéré, en l'absence d'effet croisé. On obtient :

$$[III] \quad p_i + q_i (dp_i/dq_i) - dC_i/dQ_i = \lambda$$

L'analyse précédente n'est affectée que dans la mesure où le promoteur tient compte de l'évolution des prix.

Nous avons simplifié l'analyse en supposant implicitement une forme marshalienne aux courbes de demande. Le caractère particulier du marché foncier peut cependant conduire à intuitiver des formes différentes. En particulier, une sorte d'effet de "voisinage" peut donner lieu à une demande qui, sur un segment, s'accroît avec la quantité dévolue au segment en question. Il peut alors y avoir plusieurs équilibres mais également spécialisation complète sur un seul segment (figure 8).

Figure 8



Les points A et B correspondent aux conditions d'équilibre ; mais le point B est instable, une fois atteint, l'optimisation conduit à spécialiser l'espace en usage de type (1).

Il est donc possible d'émettre l'hypothèse que, sur un espace homogène, où la demande est supérieure à l'offre, la contrainte de rareté se traduit par l'existence durable d'un écart entre les prix de vente et les coûts de production. Cette portion du prix de vente est analogue à une rente. Cependant, à la différence d'une rente agricole, la rente foncière urbaine résulte presque en totalité de l'action des hommes. Néanmoins, les activités créatrices de valeur ne sont pas localisées sur le terrain bénéficiaire, il s'agit donc bien d'externalités.

B. Capitalisation foncière et développement des transports

1. Arbitrage transport - prix du sol

Ainsi que nous l'avons vu dans le I., c'est notamment grâce à la VP que les ménages ont pu devenir propriétaires de leur maison individuelle. L'automobile, en réduisant la contrainte de centralité, permet d'accéder, en périphérie, à des terrains peu chers sur lesquels les ménages (même modestes) peuvent faire construire.

Ce comportement de la part des ménages résulte d'un arbitrage entre coût du terrain et coût de transport. Ce calcul a été explicité par Alonso. On peut simplifier à l'extrême sa théorie comme ceci : il considère la ville comme un espace monocentrique qui concentre les activités et les emplois. Les ménages, qui travaillent dans le centre, sont caractérisés par deux éléments :

- leur fonction d'utilité,
- leur contrainte de revenu.

Etant donné que la valeur du terrain diminue quand on s'éloigne du centre alors que les coûts de transport augmentent, les ménages réalisent un arbitrage entre ces deux variables. Ainsi, ceux qui désirent s'installer sur une parcelle de terrain plus grande devront, compte tenu de leur contrainte de revenu, s'éloigner du centre.

Si on applique la théorie d'Alonso au mouvement de péri-urbanisation actuel, on peut dire que les individus s'éloignent du centre pour bénéficier de terrains moins chers. En contrepartie, ils acceptent de voir leur coût de transport s'accroître. D'après Alonso, il existe une égalisation entre l'économie réalisée sur la dépense de sol et le coût marginal de transport. Cependant, si on considère que le coût de transport ne se limite pas seulement à un coût monétaire mais qu'il intègre aussi une dépense en temps, alors on peut dire que, selon la valeur que les individus accordent à leur temps, ils accepteront des localisations plus ou moins lointaines. Ainsi, les individus à forte valeur du temps ne s'éloigneront pas trop de la ville alors que les individus à faible valeur du temps pourront accepter de s'installer assez loin du centre. De plus, si on considère que ce sont les individus les plus pauvres qui ont la valeur du temps la plus faible, alors ce sont eux qui iront s'installer à la périphérie (où le terrain est le moins cher et le temps de transport le plus long). Ce phénomène d'arbitrage peut être illustré par des exemples.

A Paris, l'espace est tellement rare que les loyers atteignent des niveaux très élevés. Ceci permet d'expliquer qu'alors que 80% des habitants de la capitale y travaillent, ils ne représentent que 43% des actifs parisiens¹⁵. Ainsi, on peut penser que l'écart résulte notamment d'individus qui ont préféré s'installer à la périphérie afin de réaliser des économies de loyer.

De même, si on prend l'exemple d'une ville comme Lyon, on constate que le prix de vente de maisons varie dans une fourchette de 1 à 2-3 entre le centre (Lyon-Villeurbanne) et la périphérie-est (20 à 30 kilomètres). Certes, il est difficile de réaliser ce type de comparaisons, chaque logement présentant des caractéristiques particulières de localisation, d'aménagement (intérieur et extérieur)... qui en font un produit unique. Cependant, si on se base sur des caractéristiques globales (surface habitable, terrain, nombre de pièces...) on peut retenir cet ordre de grandeur pour deux logements similaires. Ces analyses montrent que les politiques publiques en faveur de la péri-urbanisation se sont fondées aussi sur une logique redistributive : offrir la possibilité d'être propriétaire au plus grand nombre.

15 Source : *Economie et statistique*, n°180.

2. Capitalisation foncière du surplus créé par les transports

Fondamentalement, le phénomène urbain naît des rencontres qu'il rend possible. En affirmant cela nous ne faisons que suivre les traces de Max Weber pour qui c'est le marché qui définit la ville. Ce marché peut tout aussi bien concerner la production que les différentes consommations. De fait, la ville est avant tout fertile en rencontres, marchandes ou non. Qualifier et quantifier ces rencontres doit alors permettre d'approcher le phénomène de rente foncière urbaine.

Pour quantifier les déplacements entre deux espaces, les économistes des transports utilisent fréquemment des modèles gravitaires. De nombreuses variantes existent. Pour illustrer notre propos, et sans pour autant trop en restreindre la portée, nous utiliserons l'une des formes les plus fréquemment utilisées :

$$[I] T_{ij} = K \cdot E_i A_j / (P_{ij} + H \cdot t_{ij})^a$$

Avec :

T_{ij} , trafic entre la zone i et la zone j, originaire de la zone i ;

E_i , potentiel d'émission de la zone i ;

A_j , potentiel d'attraction de la zone j ;

P_{ij} , prix du transport entre i et j ;

t_{ij} , temps de transport entre i et j ;

H, valeur du temps ;

K, constante de dimension.

Si l'utilité du sol urbain résulte des interactions entre les résidents, et si les interactions sont relativement bien décrites par une logique gravitaire, il en résulte qu'une formalisation de type gravitaire fournit une assez bonne description de l'utilité des sols urbains. Il reste à multiplier le potentiel de trafic par l'utilité moyenne, u_{ij} , attachée à l'interaction entre deux zones. L'utilité d'une localisation en une zone déterminée (repérée par l'indice i) est alors la somme des "valeurs" affectées à chaque interaction :

$$[II] U_i = \sum_j u_{ij} T_{ij} + \sum_j u_{ji} T_{ji} = \sum_j u_{ij} \cdot E_i A_j / (P_{ij} + H \cdot t_{ij})^a + \sum_j u_{ji} \cdot E_j A_i / (P_{ji} + H \cdot t_{ji})^a$$

Cela nous permet d'étayer un certain nombre d'analyses en matière de politique de transport.

C. Une interaction transport - localisation génératrice de transferts

Le jeu de la rente sera analysé ici sous l'angle des effets distributifs qu'elle opère par le biais de la tarification et sous l'aspect de son impact en termes de formes urbaines.

1. Effets distributifs des subventions tarifaires

En fonction de la formalisation précédente, nous tenterons d'analyser les effets du lien entre transport et rente foncière en termes de transfert. La capitalisation foncière qui apparaît comme l'un des modes d'internalisation privilégié des externalités urbaines, oriente puissamment les phénomènes de transferts dont le monde du transport est le théâtre ; c'est notamment le cas des subventions tarifaires.

La perte d'efficacité de certaines mesures tarifaires est l'une des premières conséquences du lien entre transport et rente foncière. Les faibles niveaux des tarifs relèvent le plus souvent d'une volonté de redistribution à finalité sociale ou d'une action sur les conditions de concurrence entre modes de transport. L'efficacité de ces mesures a de bonnes chances d'être notablement affectée par les effets de la rente foncière.

Si de faibles tarifs sont instaurés au vu de considérations sociales¹⁶, le surplus correspondant se retrouve pour une bonne part absorbé par la rente foncière (cf. formule [II]) dès lors que la rareté de l'espace "de qualité" n'est pas significativement atténuée. Il y a là équilibre ou dialectique entre développement de l'accessibilité et renforcement de l'attractivité. L'amélioration du système de transport constitue une réponse à cette faim d'espace qui caractérise la dynamique spatiale urbaine, mais par là même, elle se trouve encore attisée, au risque d'accroître la pression foncière (voir encadré suivant). L'effet pervers se trouve renforcé si de plus la structure tarifaire et le mode de financement des subventions ont des effets anti-redistributifs, ce qui est parfois le cas.

Les effets d'une amélioration de la desserte TC sur les prix fonciers¹⁷

Diverses études ont montré qu'il existe une corrélation négative entre le temps de transport pour se rendre dans le centre et les prix fonciers. Bien que les méthodes de mesure ne soient pas toujours identiques (méthode temporelle, spatiale ou spatio-temporelle) et que la relation soit plus ou moins importante selon les villes, les résultats de ces études vont dans le même sens :

- à Helsinki, Laakso a estimé qu'une augmentation de 1% du temps de transport se traduit par une baisse de 2% des prix fonciers ;
- Des Rosiers considère qu'un éloignement de 5 à 10 minutes du centre-ville de Québec induit une chute de la valeur moyenne des résidences de 4,6% ;
- Une étude menée en région parisienne par l'Association pour le Développement des Etudes foncières pour le compte du Ministère des Transports, a montré que sous l'effet d'une amélioration de l'accessibilité (en l'occurrence le doublement d'une ligne SNCF par la ligne C du RER) les prix fonciers avaient connu une croissance de 14,5%, de même à l'intérieur d'une commune la proximité à la gare a des conséquences sur le prix des logements.

16. On sait par ailleurs que, hors effets externes, l'impact redistributif de la faiblesse des tarifs est discutable.

17. Sur ce point voir notamment les études de DES ROSIERS et l'article d'Agnès DEBOULET. " A vendre appartement proximité gare...", *Transport Public*, mai 1993, pp.22-27.

Les subventions aux transports en commun sont également fréquemment justifiées par le souci de modifier les conditions de concurrence entre les différents modes de transport, au bénéfice des modes collectifs, ordinairement jugés socialement moins coûteux. Mais il est clair que les réseaux lourds (ferrés) différencient l'espace en privilégiant certaines localisations bénéficiant d'une bonne accessibilité. L'usage optimal des grands réseaux est donc conditionné par une localisation adéquate. L'accentuation des gradients d'accessibilité, alors que les prix des transports en commun sont artificiellement bas, se traduit par une accentuation des gradients de prix fonciers. Un phénomène de rente se développe alors qui tend à internaliser les effets positifs de la qualité des transports collectifs. Les charges foncières qu'il faut acquitter pour pleinement tirer profit du réseau de transport collectif tiennent lieu de péage pour l'accès au réseau et atténuent ainsi l'effet souhaité sur les conditions de concurrence entre modes.

Néanmoins, il est utile d'observer que l'internalisation, fut-ce partielle, par la rente foncière du surplus créé par les transports collectifs permet d'atténuer des distorsions de concurrence indésirables. L'attrait d'une localisation au sein de l'agglomération dont le réseau de transport est subventionné se trouve artificiellement augmenté, au détriment des localisations alternatives. Des prix fonciers élevés contribuent à atténuer cette distorsion des conditions de concurrence spatiale. Relèvent, entre autres, de cette analyse les subventions de l'Etat au système de transport parisien, performant tant au plan de la contenance du réseau qu'au plan des coûts d'exploitation. La hausse des coûts fonciers atténue l'impact distorsif des subventions de l'Etat en termes de concurrence spatiale.

2. Spécialisation des espaces et génération de trafic

Le jeu de la rente foncière conduit à des phénomènes de spécialisation des espaces par la sélection qui s'opère entre les différentes demandes de localisation. Mais se développent également des mécanismes d'éviction voire d'exclusion. Rente foncière et système de transport façonnent les formes urbaines de sorte que s'accroissent les échanges et les trafics.

Par son action d'allocation de l'espace, la rente encourage la division spatiale du travail et la spécialisation fonctionnelle des espaces urbains. Les déséquilibres entre les zones d'emplois et d'habitats ont été maintes fois étudiés. Il semble que le phénomène prenne à présent une extension géographique considérable avec la genèse de vastes régions urbaines. Au sein de ces territoires, la tendance est également à la formation d'espaces étroitement spécialisés. On observe des zones dévolues au commerce, à la recherche scientifique, ou encore à la logistique. Ces évolutions ne sont pas séparables d'un redéploiement spatial des activités productives. En termes de génération de trafic il semble hors de doute que la localisation en périphérie de ces pôles spécialisés encouragent l'usage de la voiture particulière.

Face à de tels déséquilibres, dont rien n'indique qu'ils correspondent à un optimum social, il est légitime de s'interroger sur les possibilités d'action de la collectivité. Les lois sur la décentralisation ont dilué la maîtrise du sol. La culture dominante libérale s'accommode fort bien du foisonnement des initiatives locales. Mais la question reste posée de l'utilité et de la possibilité d'une action publique en faveur d'un urbanisme cohérent. Les difficultés rencontrées lors de l'élaboration du nouveau SDAU de la RIF en témoignent. Problème délicat mais question capitale, qui comporte également de lourds enjeux sociaux.

Des coûts fonciers importants conduisent à des phénomènes d'éviction et de ségrégation. Inutile d'insister sur les effets pervers qu'on peut en attendre. Bien sûr la seule hausse des prix du sol n'explique pas totalement la tendance à la ségrégation, mais le phénomène de rente foncière est probablement l'un des tout premiers facteurs en cause. Il est intéressant de remarquer d'autre part que, indirectement responsable de la ségrégation par le biais de la rente foncière, la faiblesse des coûts de transport agit également directement, et de façon discriminante, sur les choix des individus en matière de localisation. Le coût du transport peut être analysé comme la somme d'une dépense monétaire et d'une perte de temps, qu'il est loisible de valoriser par l'intermédiaire d'une valeur affectée au temps. On obtient ainsi un coût généralisé (*cf.* formule [I]). Plus la dépense monétaire diminue plus les décisions sont fondées sur la perte de temps. Or la valeur que l'on accorde au temps est très fortement discriminante socialement. Elle est probablement très faible pour un chômeur. Les arbitrages prix-temps sont donc très discriminants socialement. C'est probablement l'un des facteurs qui contribue à la formation des ghettos.

La différenciation des espaces, par spécialisation fonctionnelle et ségrégation sociale, contribue à augmenter la longueur des déplacements, notamment pour les migrations alternantes. La circulation automobile s'en trouve souvent augmentée. Mais les avantages tirés de cette distribution spatiale du travail et de l'habitat constituent une source puissante de création de surplus et l'un des moteurs même de la dynamique urbaine. Le phénomène d'hyper-centralité en est l'illustration la plus forte. Sur l'autre versant, le cas des banlieues défavorisées est bien connu. L'une des missions assignée au système de transport est de tenter de réunifier cette ville ségréguée. Mais il autorise une accentuation de la spécialisation des espaces et dans une certaine mesure il l'encourage par le jeu du marché foncier.

S. Le jeu de la rente foncière : synthèse

D'un point de vue économique, la rente foncière peut être assimilée à un péage pur résultant d'une situation de rationnement. Les transports constituent l'un des moyens de desserrer les contraintes qui naissent de cette rareté absolue. Mais en augmentant la qualité des espaces, ils contribuent positivement à la capitalisation foncière. Cette interaction, consubstantielle au phénomène urbain, est la source d'effets distributifs patents ou masqués. Les grandes phases d'urbanisation de l'après guerre évoquées précédemment en témoignent, avec des phénomènes de création et de partage de surplus marqués notamment par l'accession à la propriété des classes moyennes. La spécialisation des espaces trouve son expression la plus forte dans les phénomènes d'hyper-centralité, générateurs d'externalités positives et par là même puissants ressorts de développement des villes. A contrario, cette ségrégation spatiale conduit à une augmentation des trafics ainsi qu'à des phénomènes d'exclusion qu'on tente de pallier tant bien que mal, notamment par des investissements en transport. Ceux-ci favorisent encore la spécialisation des espaces. Le système d'interaction apparaît donc comme assez fortement cumulatif.

SECTION 2 : MOBILITE ET SYSTEME DE TRANSPORT

On peut décomposer le système de transport en deux sous-systèmes correspondant aux principaux modes motorisés, le sous-système VP et le sous-système TC. Ces sous-systèmes se rencontrent lors de la circulation sur la voirie.

Dans cette section, nous nous consacrerons principalement à l'étude des politiques menées dans le cadre du sous-système VP pour en encourager l'utilisation. Bien sûr des actions sur le sous-système TC ont également été mises en oeuvre, cependant nous ne les détaillerons pas ici (nous y reviendrons dans la troisième partie) car elles n'ont permis que de maintenir (et même pas toujours) la part des TC dans les déplacements urbains. Ces mesures ne seront mentionnées que lorsqu'elles ont eu des répercussions sur la mobilité VP par le jeu des transferts qui se produisent sur la voirie entre ces deux sous-systèmes.

I. Des incitations directes à la mobilité VP

On considère comme incitation directe toute mesure destinée à abaisser le coût du déplacement. Ce coût peut être monétaire ou bien mesuré en temps. Dans ce dernier cas, toutes les mesures visant à améliorer les conditions de la circulation automobile sont des incitations à l'utilisation de la VP. Nous montrerons également ici que certaines politiques favorables aux TC (exemple : la création de métros) ont aussi agi dans le sens d'un développement de l'utilisation de la VP.

A. Les actions visant à réduire le coût monétaire du déplacement

La fiscalité sur l'automobile est très importante puisqu'elle représente environ 40% des dépenses qui lui sont consacrées. Elle est composée de diverses taxes :

- vignette,
- taxe sur le carburant : TIPP,
- taxe sur les assurances,
- TVA,
- taxe sur le permis de conduire,
- carte grise...

Après avoir augmenté jusqu'à la fin des années 70, le poids de la fiscalité dans les dépenses consacrées à l'automobile s'est stabilisé. Aujourd'hui, le taux de certaines taxes est même en diminution ce qui constitue un encouragement à la possession ou à l'utilisation de l'automobile.

En ce qui concerne la TVA, dans un but d'harmonisation européenne, le taux a été abaissé par trois fois :

- en 1987, il est passé de 33 à 28%,
- en 1989, il a été réduit à 25%.
- en 1992 il a encore été diminué, il s'élève désormais à 18,6%.

De même, des mesures visant à inciter les automobilistes à s'équiper de véhicules moins polluants ont été prises :

- la TIPP est plus faible pour les carburants "verts" (essence sans plomb) que pour les autres carburants. Ainsi, en 1989, alors que la TIPP sur le supercarburant s'élevait à 2,88 francs par litre, elle n'était que de 2,68 francs par litre de sans plomb. Cette mesure privilégiant les utilisateurs de véhicules moins polluants n'est pas la seule ;

- à la fin de l'année 1992, alors que la réglementation obligeant les véhicules à être équipés d'un pot catalytique n'était pas encore entrée en vigueur, le gouvernement a offert 2 000 francs aux automobilistes qui anticipaient cette réglementation en achetant un véhicule déjà catalysé ;

- aujourd'hui, le gouvernement offre une prime de 5000 francs à ceux qui acceptent de se séparer de leur voiture âgée de plus de 10 ans (traditionnellement les plus polluantes) pour en acquérir une neuve.

Ces mesures favorables à la préservation de notre environnement ne sont pas en elles même répréhensibles, néanmoins elles constituent par l'abaissement du coût d'achat ou du coût d'utilisation de l'automobile qu'elles provoquent, des incitations à se motoriser et donc à se déplacer en VP.

Une solution alternative qui aurait en outre permis de réduire la mobilité VP aurait peut-être été d'agir par des pénalisations plutôt que par des incitations. Ainsi, on aurait pu augmenter les taxes sur les véhicules polluants, dissuadant par là même leur utilisation. Cependant, cette mesure pose un problème important d'acceptabilité par l'opinion publique. Par conséquent, l'homme politique privilégie la méthode incitative.

B. Les actions visant à améliorer la fluidité de la circulation

Ces actions sur la fluidité du trafic ont donné lieu à la mise en oeuvre de trois types de politiques :

- la création de nouvelles voies afin de décongestionner les axes existants,
- la modification de la façon de circuler par des plans de circulation,
- la création de parkings pour faciliter le stationnement.

1. La création d'infrastructures

Elle était un élément fondamental de la politique française jusque dans les années 70 car elle servait deux buts :

- elle devait permettre, en les desservant, d'ouvrir à l'urbanisation de nouveaux terrains à une époque de pénurie de logements (voir section 1, I, B),
- elle devait résoudre les problèmes de congestion de la circulation urbaine.

A l'époque, la ville n'était pas adaptée à la circulation automobile qui se développait sous l'effet de la motorisation. Les flux s'écoulaient difficilement. C'est pourquoi, "*afin que la ville épouse l'automobile*"¹⁸ on a décidé de mettre en oeuvre des investissements en infrastructures.

Cette volonté de faciliter le trafic automobile en transformant la ville correspond à une subvention à la mobilité¹⁹. Cette subvention est d'autant plus importante que c'est l'Etat qui a pris à sa charge les investissements nécessaires à cette adaptation. Pour cela il crée dès le 01/01/52 le FSIR (Fonds Spécial d'Investissements Routiers) auquel il attribue une dotation budgétaire de fonctionnement et 20% du produit de la taxe sur le carburant. L'objectif du FSIR est d'investir dans le réseau viaire (et notamment les autoroutes).

Le 01/01/55, une tranche urbaine du FSIR est établie. Elle doit permettre de "*remédier à la congestion des voies urbaines supportant une circulation importante et financer la reconstruction des ponts détruits par faits de guerre*"²⁰. Cette tranche urbaine servira principalement à créer des rocade et des voies rapides urbaines inscrites à l'ordre des plans quinquennaux (et ce jusqu'au VIIème Plan). Ainsi :

- le IVème Plan se consacre à la réalisation du boulevard périphérique parisien et aux liaisons express vers la banlieue,
- le Vème Plan, qui déclare qu'"*un problème des plus préoccupants et des plus immédiats est celui des transports*", prône le développement des voies rapides facilitant la desserte interquartiers et permettant la déviation du trafic de transit,
- le VIème Plan consacre 4,3 milliards de francs à la création de 500 kilomètres de voies rapides nouvelles, notamment dans les métropoles d'équilibre.

18. Selon les termes du Président POMPIDOU.

19. On parle plus spécifiquement de subvention à la mobilité VP lorsque l'incitation occasionne une dépense nette de la part de la collectivité (c'est-à-dire non compensée par l'utilisateur).

20. Loi de Finance pour 1955.

Alors que les péages se développent sur le réseau autoroutier, les voies rapides urbaines n'y sont pas soumises car ce sont généralement des autoroutes non concédées²¹. Ainsi, alors que ces investissements ont un coût très élevé (car ils sont situés en ville où l'espace est rare), ils ne sont pas seulement financés par les automobilistes usagers de l'infrastructure mais par tous les contribuables (y compris ceux qui ne sont pas motorisés). Il y a donc bien une subvention accordée aux automobilistes (sous la forme de gains de temps lors des déplacements) par la Collectivité. De plus, dans la mesure où elles s'inscrivent dans un contexte où l'automobile est seulement en phase de diffusion (avec une minorité de la population équipée), ces subventions correspondent à une préférence nationale pour la motorisation et le développement de l'industrie automobile.

Ce choix est d'autant plus flagrant quand on compare les coûts respectifs de réalisation d'infrastructures massives, routières et ferroviaires, par rapport à leurs capacités :

Tableau 1 :

LOCALISATION CAPACITE	TYPE D'EQUIPEMENT		
	autoroute 2 x 3 voies	RER	méto
En proche banlieue (moins de 3 km du périphérique)	600 millions au km	idem autoroute	coût 2 fois plus faible
En moyenne banlieue (3 à 10 km du périphérique)	350 millions au km		
Capacité en heure de pointe	7 500 voyageurs 6 000 véhicules	60 000 voyageurs	30 000 voyageurs

Source : Pierre MERLIN, "Géographie, économie et planification des transports", 1991.

Ainsi, l'autoroute est l'infrastructure la plus coûteuse et la moins performante (en nombre de voyageurs transportés) en heure de pointe. Par conséquent, **le choix fait en faveur de l'autoroute en milieu urbain est bien un choix en faveur de l'automobile et de la mobilité VP.**

2. Les plans de circulation

En ville l'espace est rare. Par conséquent, alors que dans un premier temps on avait voulu adapter la ville à la VP par la création d'infrastructures, dans un second temps on a essayé d'adapter la VP à la ville grâce aux plans de circulation.

21. Ainsi, le décret n°60-661 du 04/07/1960 modifiant l'article 4 de la loi n°55-435 sur le statut des autoroutes déclare : "L'usage des autoroutes est en principe gratuit (...) mais l'Etat peut en concéder la construction et l'exploitation aux organismes prévus (...). Le concessionnaire peut percevoir des péages."

Cette notion de Plan de circulation apparaît seulement dans le VIIème Plan (1976-1980) qui annonce que "*les grandes agglomérations doivent définir des politiques globales de transport s'appuyant sur une organisation rationnelle des déplacements*" notamment par le biais de plans de circulation. Cependant, dès le Vème Plan, on mettait en avant la technique de synchronisation des feux (qui est un élément des plans de circulation).

Si on reprend les travaux de Marc DELAYER²², on peut distinguer deux types de plans de circulation (même si la plupart du temps ils combinent ces deux aspects) :

- les plans de circulation quantitatifs qui limitent la circulation,
- les plans de circulation qualitatifs qui ont pour objectif de rendre la circulation plus fluide en rationalisant les flux (sens uniques, hiérarchie des rues, ondes vertes...).

Alors que les premiers sont défavorables à l'automobile, les seconds peuvent dans certains cas²³ constituer un encouragement à son utilisation. En effet, leur objectif étant d'améliorer les conditions de circulation (vitesse plus élevée, confort de conduite plus important...), ils permettent donc de réduire le coût généralisé du transport et rendent ainsi la VP attrayante.

Cependant, on peut penser que cet effet d'incitation à l'utilisation de l'automobile n'est pas immédiat, surtout dans le cas des sens uniques. Dans un premier temps, leur mise en place aboutit à une détérioration des conditions de circulation car les automobilistes ne maîtrisent pas tout de suite le nouveau plan de circulation. Par conséquent, ils rencontrent des sens interdits et ne savent pas comment se rendre d'un point à un autre. Ils hésitent, roulent lentement et la circulation se fait difficilement. Ce n'est qu'à moyen terme, une fois que les automobilistes ont intégré le plan de circulation et qu'ils connaissent le sens des rues, que ses effets favorables à l'utilisation de l'automobile peuvent se faire sentir. Les usagers de l'automobile n'hésitent plus, ils savent quelles voies ils doivent emprunter et leur déplacement se fait plus rapidement qu'auparavant. L'exemple des "axes rouges" parisiens permet d'illustrer ce phénomène.

Le réseau principal parisien (périphérique, voies express et 300 km de rues sur 400 au total) constitue les "axes rouges". Le déplacement y bénéficie d'une priorité absolue sur le stationnement même si l'interdiction d'arrêt a été modulée selon les voies et les heures. Deux mois après la mise en service de la première tranche d'"axes rouges" (27 km en septembre 1986), on enregistrait une augmentation de 14% de la vitesse moyenne²⁴ de circulation sur l'ensemble du réseau des "Axes Rouges". Aujourd'hui, ce gain s'est stabilisé à 13% et les 2/3 des automobilistes déclarent mieux rouler depuis leur instauration. Les résidents par contre dénoncent un accroissement des difficultés de stationnement.

22. *Les variables de commande du système de transports urbains : première approche générale des différentes actions*, 1986.

23. dans certains cas seulement car quand le plan de circulation interdit la traversée de certaines zones et oblige l'automobiliste à faire un détour pour se rendre d'un point à un autre, ils sont défavorables à l'utilisation de la VP.

24. C. LAMBOLEY, B. JAMES, "Les Axes Rouges à Paris: un moyen simple d'optimiser le réseau existant", *TEC*, n°108, septembre-octobre 1991, pages 15 à 18.

La stratégie des "axes rouges" parisiens entre donc bien dans le cadre des encouragements à la mobilité VP : la fonction circulation est privilégiée au détriment des autres fonctions de la rue (espace de convivialité notamment).

3. L'augmentation de l'offre de stationnement

Avant d'énoncer les différentes mesures d'accroissement de l'offre de stationnement, il convient de préciser ses différentes composantes :

- le stationnement des résidents est un stationnement nécessaire, pour lequel des emplacements doivent exister. Cependant, alors qu'on ne peut pas interdire aux habitants du centre-ville d'avoir un véhicule, on peut quand même les obliger à avoir un emplacement privé ;

- le stationnement des migrants alternants pose deux problèmes :

* d'une part il correspond à une occupation de longue durée (toute la journée) d'un emplacement par un véhicule,

* d'autre part, comme les individus ont tous à peu près les mêmes horaires de travail, les migrants alternants sont responsables des pointes de trafic ;

- le stationnement de courte durée en journée : il correspond aux activités d'achat et est donc nécessaire à la vie commerciale du centre ;

- le stationnement de très courte durée pour motif de livraison est indispensable.

a) Les mesures prises

Le stationnement privé sur le lieu de travail

C'est une mesure très importante en faveur de l'automobile. A l'origine de cette mesure on trouve le stationnement anarchique sur la voirie. Les décideurs de l'époque ont considéré que le développement du stationnement le long des trottoirs reflétait un manque de places de parking hors voirie. Ils ont donc décidé de doter toutes les constructions de bâtiments neufs de places de parking et notamment, ils ont établi pour les immeubles de bureaux, des normes déterminant un nombre de places à construire en fonction du nombre de m² créés.

Les normes sont variables selon les villes (voir tableau suivant²⁵), elles dépendent de la qualité du réseau TC (s'il est très développé, peu de places sont créées).

25. il est issu de CETUR, CETE de Lyon, C.E.R.D.A-G.E.N.E.S.T., *Le stationnement privé sur le lieu de travail : facteur d'évolution de la mobilité et de la structure urbaine*, 1991.

Tableau 2 : Nombre de places de stationnement exigées par les POS pour 1000 m² (SHON) de bureaux en construction en centre-ville

	Nombre de places	surface des parkings (en mètres carrés)
PARIS	4	100
MARSEILLE (Zone UA)	8	200
NANCY	10	250
TOULOUSE	12,5	312
LYON MARSEILLE (Zone U.B.)	13,2	330
LILLE	16,7	418
BORDEAUX NANTES CHALON/MARNE	20	500
BREST	22	550
ANGERS, BELFORT, GRENOBLE, METZ, ORLEANS, REIMS, ANGERS	25	625
STRASBOURG	30	750
ST ETIENNE (*)	50	1 250

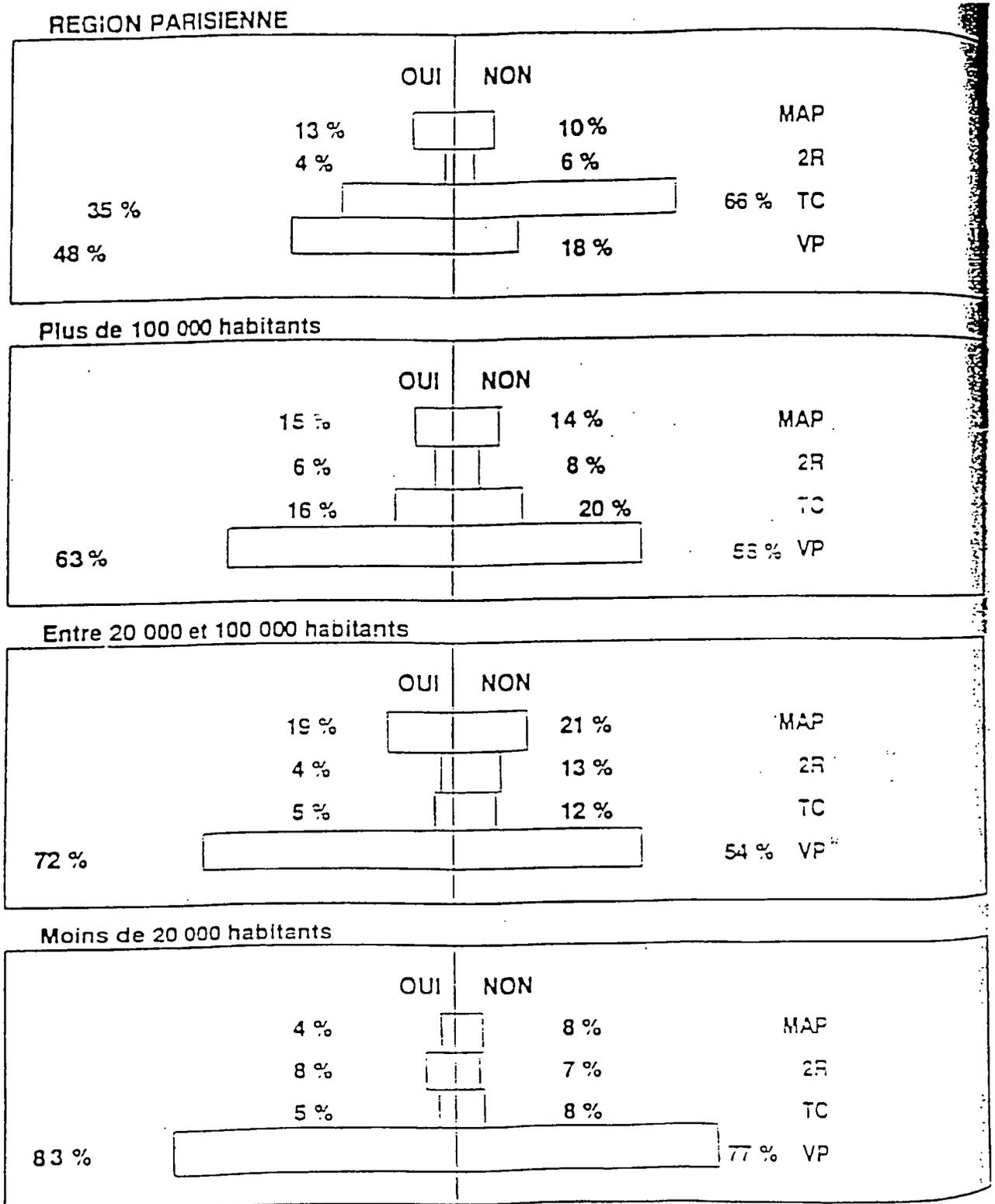
Cette mesure a été très efficace. On estime aujourd'hui que 68% des actifs ayant le permis de conduire disposent d'un garage sur leur lieu de travail. Cependant, c'est aussi une mesure très coûteuse pour les employeurs (car réaliser des places de stationnement en centre ville coûte cher²⁶) et très favorable à l'utilisation de la VP pour les déplacements domicile-travail. En effet, une étude de l'INRETS a déterminé que **60% des actifs disposant d'un parking au travail s'y rendent en voiture** (contre 41% de ceux qui n'ont pas de parking). La mise à disposition de places de stationnement sur le lieu de travail est donc très défavorable aux autres modes et surtout aux TC (voir graphiques ci-contre²⁷).

26. D'après Eric TABOURIN, le coût de réalisation d'un parking en province s'élève :

- pour un emplacement au sol : 10 à 15 000 francs,
- place un parking en étage : 50 000 francs,
- place dans un parking souterrain : 60 000 francs.

27. CETUR, CETE de Lyon, C.E.R.D.A-G.E.N.E.S.T., *Le stationnement privé sur le lieu de travail : facteur d'évolution de la mobilité et de la structure urbaine*, 1991.

Figure 9 : Répartition modale des actifs tertiaires en centre ville suivant la disposition d'un parking à destination par catégorie d'agglomération



Le cas de Paris est le plus caricatural compte tenu du fait que les places de stationnement y sont rares et notamment celles qui sont gratuites. En effet, on constate que les actifs ont une résistance assez forte au stationnement payant. Par conséquent, quand c'est l'employeur qui offre le stationnement, il existe un transfert important vers la VP qui passe de 18 à 48% des déplacements. Dans les autres grandes villes où le stationnement gratuit sur voirie est plus facile, le taux d'utilisation des VP est toujours élevé, même quand l'employeur ne fournit pas de places. Malgré tout, l'impact du stationnement privé demeure non négligeable.

Cette mesure pose problème, surtout aujourd'hui où le nombre de m² par employé augmente. Alors qu'au début des années 70 on comptait 12 m² par employé, à la fin des années 80 ce chiffre s'élève à 25 m² et les prévisions pour l'an 2000 sont de 30 m². En effet, dans les bureaux on note un développement des espaces de détente (salle de repas, fumoir...) ou de réunion (il y en a souvent plusieurs), salles d'attente²⁸.... Par conséquent pour un même nombre d'employés la surface des bâtiments s'accroît. Or, comme les normes sont fixées selon le nombre de m² de SHON, alors le nombre de places de stationnement par employé augmente. Ainsi, une plus grande partie des employés dispose de places de stationnement dans le parking de l'entreprise. Ceci amène à remettre en cause cette mesure d'autant plus que les résultats qu'elle a fournis aux objectifs qu'on lui assignait ne sont pas probants. **Les places libérées sur voirie par les actifs disposant de places sur leur lieu de travail ont été occupées par d'autres actifs qui jusque là ne pouvaient pas utiliser leur véhicule faute de pouvoir stationner. Cette mesure a donc fortement encouragé l'utilisation de la VP, non seulement pour ceux qui ont une place dans le parking de leur entreprise, mais aussi pour ceux qui n'en n'ont pas.** Le stationnement sur voirie est toujours aussi désordonné et on constaterait même un développement du stationnement interdit depuis quelques années.

Le développement des parkings dans le centre-ville

C'est une tendance qu'on observe dans les grandes villes françaises et qui va à l'encontre de ce qui se passe à l'étranger. Cette tendance est d'autant plus surprenante que les villes françaises sont déjà bien équipées en parkings par rapport aux villes étrangères [voir annexe n°1]. Néanmoins, ces nouvelles places sont généralement payantes donc moins attrayantes pour les migrants alternants que les places gratuites, même si des abonnements existent.

Ces places attirent surtout les déplacements pour motif d'achat (moins sensibles au fait de devoir payer pour stationner). Elles ont donc un impact positif pour l'activité commerciale. Cependant, en étant localisés trop près du centre, ces parcs attirent un flot de véhicules qui vont finalement engorger les voies d'accès au centre.

28. Ibidem.

b) Les conséquences de ces mesures de création de parkings

Elles ont deux effets favorables à l'utilisation de l'automobile et qui de plus se renforcent :

- un effet direct puisqu'elles permettent aux individus de stationner sans difficultés. Ainsi, ils n'hésitent plus à prendre leur VP,
 - un effet indirect par le biais de l'amélioration de la circulation qu'elles génèrent.
- La fluidité du trafic s'accroît ce qui encourage encore plus à utiliser la VP

Effet direct :

Lorsque le stationnement est difficile, l'avantage que représente la VP en termes de rapidité de déplacement est amoindri. En effet, si on est obligé de se garer à un kilomètre de son lieu de destination et ensuite de marcher, l'utilisation de l'automobile n'est pas intéressante. De la même façon, si le stationnement coûte cher on préférera peut-être utiliser un autre mode.

A l'inverse, si les possibilités de stationner sont nombreuses et gratuites alors l'automobile retrouve tout son attrait qui est de permettre de réaliser des déplacements de porte à porte dans des conditions de confort, de rapidité... incomparables avec celles des autres modes.

Par conséquent, toute mesure visant à développer l'offre de stationnement en ville (et notamment le stationnement gratuit) est une incitation à l'utilisation de l'automobile. Or depuis trente ans, la politique française prône le développement des places de parking.

Effet indirect

Les parkings, par la facilité de stationnement qu'ils permettent, améliorent la fluidité de la circulation. En effet, BAREM et KENTER (cités par Marc DELAYER) ont estimé que 20 à 30% de la circulation sont constitués d'individus à la recherche d'un emplacement (donc souvent d'individus qui gênent la circulation car ils roulent doucement...). Si on supprime ce trafic en créant une offre de stationnement abondante, alors on améliore les conditions de circulation des autres automobilistes et on favorise encore davantage l'utilisation de l'automobile.

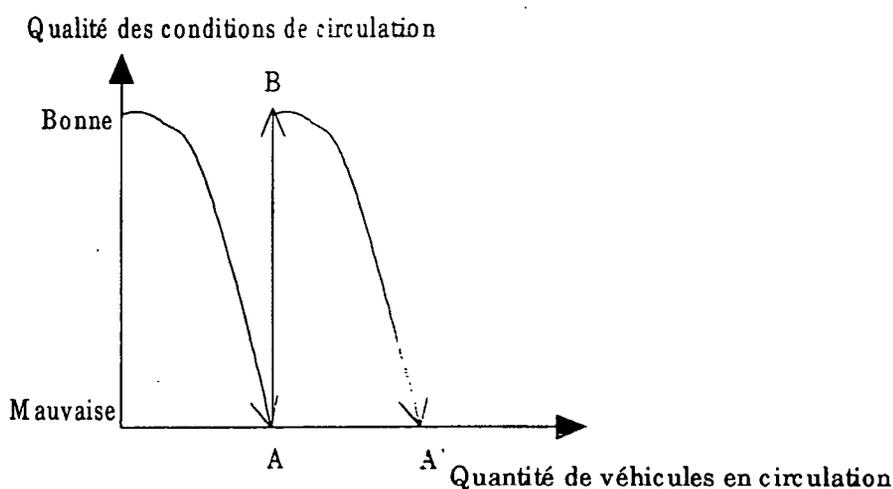
C'est pourquoi, d'après CHABROL "*on sait aujourd'hui que chaque nouvelle place de stationnement peut générer 5 à 10 déplacements supplémentaires, plus on augmente le nombre de places de parking et plus il y a de VP en circulation*"²⁹.

29. "L'automobile et la ville", *Circuler n°145*, septembre-octobre 1991, pp.9-24.

4. Le bilan de ces mesures

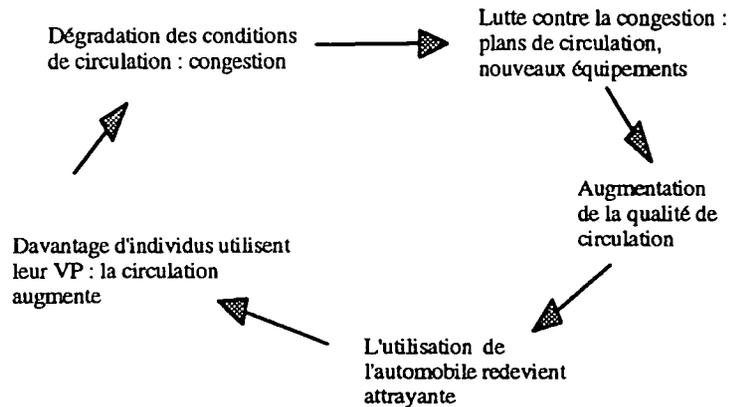
Il suffit d'aller en ville en heure de pointe pour s'apercevoir que, malgré la création de nouvelles voies et la gestion de la circulation à travers les plans de circulation, la congestion est généralisée. De même, après 9 heures du matin, les possibilités de trouver une place de stationnement sur voirie sont maigres et on a vu que le stationnement interdit se multiplie. Ces mesures n'ont donc pas été aptes à atteindre leurs objectifs (ou seulement à court terme). Une explication de l'inefficacité de ces mesures d'amélioration de la circulation renvoie au fait que ce sont des incitations à la mobilité en VP. En effet, dans un premier temps la création d'équipements routiers (voirie, stationnement) ou de plans de circulation permet de circuler dans de meilleures conditions (fluidité, facilité, sécurité...). Des individus qui n'utilisaient pas leur véhicule ou bien n'avaient pas souhaité se motoriser devant l'impossibilité de circuler ou de stationner, vont alors prendre leur voiture pour aller en ville. Ce flux de véhicules supplémentaires induit par l'amélioration des conditions de circulation va conduire, à terme, à une situation identique à celle qui existait avant l'amélioration de l'offre de voirie : la congestion. Il semble donc qu'on passe à un nouvel équilibre avec volume de circulation plus important comme le montre ce graphique :

Figure 10 : Le cercle vicieux de la congestion



La situation initiale est en A : la congestion, la qualité des conditions de circulation est donc nulle. Les décideurs, qui souhaitent lutter contre cette congestion, créent de nouveaux équipements routiers et établissent des plans de circulation afin d'adapter l'offre de voirie à la demande. Ces mesures permettent d'atteindre le point B où le confort de conduite est élevé (la circulation est fluide). En ce point l'utilisation de l'automobile est très attrayante et de nouveaux automobilistes apparaissent. C'est ainsi que progressivement la circulation augmente jusqu'à ce que les nouveaux équipements soient eux aussi saturés. On atteint alors le point A' : la congestion où la qualité de circulation est redevenue aussi mauvaise qu'en A mais où le volume de circulation est plus important. **Il semble donc que le système de circulation tende vers un point d'équilibre qui est la congestion et donc qu'on soit dans un cercle vicieux de la congestion.**

Ce processus est schématisé par cet enchaînement causal :



Ainsi, on peut dire qu'en matière de voirie l'offre crée sa propre demande. Toute offre additionnelle va attirer une demande nouvelle qui jusque là ne s'exprimait pas du fait de la situation de congestion. Néanmoins, ceci ne veut pas dire que toute création d'infrastructures soit inutile, il faut bien desservir les activités, les quartiers d'habitat, de commerces, d'affaires... et éliminer le trafic de transit par la création de rocares. Cependant, vouloir créer trop de voies rapides pour améliorer la circulation est inutile à terme. L'exemple de Los Angeles, décrit il y a pourtant plus de 30 ans par Lewis Mumford, illustre parfaitement cette situation.

Los Angeles, comme les villes anglo-saxonnes, est caractérisée par un habitat très dispersé qui a favorisé le développement de l'automobile. Pour permettre les déplacements des résidents, de nombreuses autoroutes ont été créées qui couvrent 1/3 de l'étendue de la région. De même, les rues, les parkings, équipements routiers divers absorbent 2/3 de la surface de l'agglomération américaine. Pourtant, malgré ces équipements, la ville est congestionnée et les trafics s'écoulent à très faible vitesse.

Source : Lewis MUMFORD, "L'automobile contre la ville"

C. Les mesures de développement des TC qui ont pu également favoriser l'utilisation de la VP

La création de Transports en Commun Site Propre (TCSP) est un élément central de la politique de développement des TC. En effet, après l'ouverture des métros ou tramways on constate partout une augmentation du nombre de voyages réalisés sur ces lignes (de plus de 30%). Ces métros ont souvent été créés en remplacement des lignes les plus fréquentées. Ainsi, on a substitué à un autobus de surface, mêlé à la circulation automobile, un métro enterré donc hors circulation. Ceci constitue bien une mesure d'amélioration de la fluidité du trafic puisqu'on enterre ce qui pourrait gêner la circulation. De ce fait, la création de métros est certes une subvention à la mobilité en TC (en réduisant la durée du déplacement) mais aussi une subvention à l'utilisation de l'automobile puisqu'on libère de la place en surface.

Ceci permet de comprendre qu'il y ait peu de reports modaux de la VP vers les TC lors de la création d'un site propre puisque celle-ci est aussi profitable aux automobilistes. Des transferts se produisent donc des TC vers la VP, ce sont ces transferts que nous allons maintenant analyser.

S. les incitations directes à la mobilité VP: synthèse

Trois types d'actions sur le système de transport ont favorisé le développement de l'utilisation de l'automobile. Tout d'abord les mesures visant à réduire le coût monétaire du déplacement VP (abaissement de la fiscalité à l'achat, des taxes sur le carburant...), ensuite les politiques menées pour faciliter l'écoulement de la circulation (création de voies, de places de stationnement, gestion de la circulation) et enfin des actions orientées vers un développement des TC mais qui ont pu également encourager la circulation automobile (en libérant des capacités sur la voirie). Avec la progression du trafic, la congestion se développe en heure de pointe et ce malgré les mesures de développement de l'offre de voirie. Il semblerait même que les encombrements soient un élément inhérent au fonctionnement du système de transport. En effet, en augmentant l'offre de voirie, on incite les individus à se motoriser ou à utiliser la VP ce qui débouche sur une augmentation de la demande de voirie jusqu'à ce qu'on se retrouve au point de congestion.

II. Les transferts cachés de la congestion

A. La congestion : résultat mais aussi source de transferts

Nous avons montré (Cf section 1) que, par le jeu des marchés fonciers et de déplacements urbains, la ville s'organise autour d'un centre fort, caractérisé par une rente foncière maintenue structurellement à la hausse. Ce sont des mécanismes que l'on reconnaît traditionnellement hors marché, les effets externes, qui sont à l'origine d'une telle situation, au sens où ils renforcent un processus se fondant sur les inégalités de ressources. Ces effets externes sont positifs et émanent tout à la fois du système transport et d'une création d'atmosphère propice au développement de certaines activités, entre lesquels des interactions se tiennent.

La ville qui en résulte présente des espaces fortement spécialisés, hiérarchisés et ségrégués socialement. La sauvegarde d'un centre fort pourrait faire partie des préoccupations des responsables, qui voient là la garantie d'un certain dynamisme. Comme le souligne M. H. MASSOT³⁰, les rentes foncières assurent la pratique de la spéculation et apparaissent à certains égards comme le reflet de la compétitivité de la ville. Le prix à payer semble toutefois être la garantie d'un transport performant et peu cher, tous modes confondus. L'enjeu est le maintien de la cohésion d'une ville ségréguée. Le résultat pourrait en être une sous-tarifcation des services de transport, ainsi qu'un processus entretenu d'étalement urbain.

Nous avons là les principes fondateurs du fonctionnement, et conséquemment des formes, de l'urbain, pour le moins dans nombre de pays européens. On le voit, la question des transferts est au centre du processus. Cette subvention accordée par la ville entière au système de transport a pour effet de permettre la réalisation d'une mobilité encouragée, tant en nombre de déplacements qu'en termes de distance. La congestion des infrastructures de transport en surface est alors fatale, d'autant qu'elle apparaît favorisée par les modalités propres à cette subvention. On s'accorde souvent à penser que l'automobile ne supporte pas la totalité des coûts qu'elle suscite, dans un rapport qui lui est notablement plus avantageux que les transports en commun, à l'exception peut-être des transports parisiens.

Cette congestion donne aussi naissance à des transferts se situant cette fois au sein même du système de déplacement, c'est-à-dire s'opérant dans la pratique des déplacements.

30. M. H. MASSOT, *La tarification dans les transports collectifs urbains*, Lyon : LET, cours du DESS TURP, 1993, p. 2-4.

B. Les transferts entre les usagers de l'automobile

En termes monétaires, les effets externes se définissent comme la divergence entre le coût privé et le coût social d'une activité. Cette divergence traduit, au plan des coûts, les interdépendances entre fonctions d'utilité ou de production. Concernant les déplacements urbains lorsqu'il y a congestion, l'allongement des temps de parcours constitue une source bien connue de divergence entre le coût privé et le coût social du déplacement. L'automobiliste qui décide d'un déplacement accroît le temps de transport des usagers déjà présents sur les infrastructures. Nous aurons l'occasion de revenir sur l'analyse de ces effets externes, et notamment sur la controverse que peut susciter l'idée de leur internalisation. Il s'agit d'abord d'examiner comment la divergence procure un avantage de situation à certains agents économiques, et se traduit par des transferts.

On se souvient de l'exemple célèbre, proposé par A. MARSHALL, du pêcheur qui en raréfiant le poisson, augmente les coûts marginaux de production des autres pêcheurs. Cette divergence coût privé-coût social peut alors être favorable au premier établi, ou plus généralement, aux pêcheurs qui ont une fonction de coût compatible avec l'augmentation des coûts de production. Dans le cas des déplacements urbains, ce sont les usagers les moins pressés qui bénéficient d'un avantage comparatif. On met ainsi en évidence un transfert entre les usagers de transport.

On peut chercher à savoir si "la congestion est redistributive", c'est-à-dire si les transferts s'exercent des automobilistes les plus fortunés vers les moins aisés. On a souvent avancé une explication se fondant sur la notion de coût d'opportunité du temps. Ce coût se définit comme l'équivalent monétaire d'une unité de temps, au sens du taux de salaire unitaire qu'un individu perçoit. Sur ces bases, on a alors affirmé que la congestion était redistributive, car un automobiliste aisé (donc par définition ayant un coût d'opportunité du temps fort) perd plus qu'un automobiliste moins aisé (coût d'opportunité plus faible). Mais en termes relatifs, c'est-à-dire en rapportant la perte de salaire au salaire mensuel par exemple, la perte devient alors rigoureusement identique.

En fait, il semble qu'il faille considérer le problème de façon différente, et poser la question de la redistribution sur le principe de la gratuité de la voirie³¹, mais non pas autour de la congestion. Il faut alors faire appel à la théorie économique des prix³². Lorsque l'usage de la voirie est gratuit, on a là un bien qui est demandé uniquement en fonction de l'intensité du besoin de déplacement, mais sans aucune contrainte de revenu. Il est clair alors qu'il s'opère une redistribution des ressources, car l'on ne se trouve pas dans une économie où les prix résultent de l'arbitrage besoin-coût. Mais il est difficile de savoir si la redistribution se réalise dans un souci d'équité sociale, c'est-à-dire des plus riches vers les moins fortunés.

31. Principe simplificateur, puisqu'il existe une tarification de l'usage de la voirie, au travers de la fiscalité sur l'essence par exemple.

32. Ou théorie de l'allocation optimale des ressources.

La gratuité de la voirie permet donc que s'opère une redistribution des ressources, cependant parmi les automobilistes exclusivement. On peut sans doute reconnaître ici une des raisons de l'opposition à toute mesure visant à restreindre le trafic automobile dans les villes. Ainsi, la sphère des déplacements participe à la redistribution des richesses et la collectivité ne serait pas prête à y renoncer. S. PELTZMAN³³ a développé des thèses qui peuvent ici éclairer les principes d'émergence de cette redistribution. Pour lui, le désir de redistribution s'accroît au fur et à mesure que la société devient plus égalitaire. Cette proposition contre-intuitive s'explique pourtant par la croissance quantitative d'une classe sociale à qui, institutionnellement (notamment au travers des systèmes fiscaux progressifs), les mécanismes redistributifs profitent davantage. Transposée à la catégorie des automobilistes, cela pourrait signifier que les avancées continues de la motorisation et de l'usage de l'automobile ont produit une situation dans laquelle les bénéficiaires de transferts se trouvent aujourd'hui majoritaires.

Mais il existe aussi d'autres transferts qui eux résultent assurément de la congestion. Ils se tiennent entre la sphère des déplacements automobiles et celle des transports en commun.

C. Les transports en commun subventionnent la congestion

1. Des transferts favorables à l'automobile et aux dépens des transports en commun

C'est encore par la médiation d'effets externes que s'exercent ces transferts, mais cette fois entre les usagers de l'automobile et ceux des transports collectifs. Ces effets externes se tiennent exclusivement en période de saturation du système d'offre de transport. On peut considérer que les transferts se manifestent presque exclusivement des déplacements en mode collectif vers les déplacements individuels. Ce sont donc toujours les automobilistes qui sont les bénéficiaires de transferts ayant une origine double :

- les surcoûts que la congestion impose à l'exploitation des transports collectifs ;
- les avantages que l'amélioration de l'offre TC apporte aux déplacements individuels.

Ainsi, dans la mesure où les transferts sont strictement favorables à l'automobile et qu'ils s'opèrent toujours lorsqu'il y a congestion, on peut affirmer que les transports en commun subventionnent la congestion. Deux remarques nous paraissent pertinentes pour étayer cette affirmation :

- Tout d'abord, on peut objecter que de tels transferts sont faibles. Mais il convient de rappeler que les déplacements concernés sont ceux en situation de congestion. Ils représentent donc des montants au déplacement non négligeables, nous l'illustrerons.

33. S. PELTZMAN, "The growth of the government", *Journal of Law and Economics*, Vol. 23, n° 2, 1980.

- Ensuite, on peut aussi prétexter que ces transferts sont justifiés pour permettre au système de transport urbain de fonctionner. Il nous semble au contraire qu'ils ont pour effet de soutenir et consolider ses déséquilibres. Par exemple, les améliorations de voirie procurent un surplus aux usagers VP indifférencié dans le temps, de telle sorte que ces investissements n'encouragent pas plus particulièrement l'usage automobile lorsqu'il y a congestion. De surcroît, l'avantage procuré est d'origine endogène. A l'opposé, les politiques TC favorisent l'usage de l'automobile, alors même qu'il serait sans doute préférable de le réfréner, qui plus est, aux dépens des usagers TC, c'est-à-dire par un transfert de surplus vers ceux de l'automobile.

Le traitement simultané des deux types de transferts demeure problématique. L'un résulte de l'accroissement de la congestion, l'autre d'une fluidification des déplacements. Nous les envisagerons d'abord successivement, pour ensuite tenter un rapprochement.

2. Les transferts par les améliorations de l'offre TC

Les valorisations que nous proposons ont été opérées en utilisant les sorties d'un modèle développé au Laboratoire d'Economie des Transports³⁴. Le modèle QUIN-QUIN simule à l'horizon 2000 les principaux traits du système transport³⁵ en fonction de variables d'entrée³⁶ choisies par l'utilisateur. Qu'il s'agisse de transferts découlant des améliorations d'offre TC ou des surcoûts de congestion, la fonction d'encombrement, liant vitesse TC et demande VP sur le réseau de voirie, est à l'évidence déterminante. Aussi, les évaluations que nous proposons doivent être prises à titre d'ordre de grandeur, en raison de leur grande sensibilité à cette fonction d'encombrement.

34. Par Eric TABOURIN, dans le cadre d'un Doctorat d'Université, pour l'agglomération lyonnaise (modèle QUIN-QUIN). Un autre modèle a été développé sur l'agglomération parisienne par Dominique BOUF (modèle GROS QUIN-QUIN).

35. Demande VP et TC, offre et vitesse TC, coûts et recettes TC, besoin de financement public.

36. Qui sont, au titre des principales, la croissance urbaine et économique et des variables du système TC (politique d'offre, tarifs, gain de productivité, etc).

Concernant le premier cas de transfert, nous reprenons des résultats présentés par Alain BONNAFOUS³⁷. Pour montrer dans quelle proportion les usagers de l'automobile bénéficient d'une politique attractive de transport en commun (investissement, tarifs attractifs), l'auteur a rapproché plusieurs couples de simulations issues de QUIN-QUIN. Dans chacun d'eux, la première simulation sert de référence invariante (niveau d'offre quasi-constant sur 1991-2000 et politique tarifaire peu attractive³⁸), tandis que la seconde simule une politique TC attractive. Evidemment, toutes les variables non relatives à l'offre TC sont maintenues inchangées entre les deux simulations³⁹. On dispose de trois comparaisons, rendues possibles par trois modalités différentes d'offre TC attractive :

- une politique de tarifs, les tarifs évoluent au même rythme que l'inflation, le niveau d'offre progressant comme dans la simulation de référence ;
- une politique de développement de l'offre : investissement supplémentaire en site propre lourd de 3 milliards, avec une politique tarifaire haute (hausse des tarifs de 2 % au dessus de l'inflation) ;
- une politique de promotion du transport public, mêlant à la fois l'investissement (semblable à la politique ci-dessus) et une hausse des tarifs au même rythme que l'inflation.

Ces quatre simulations (y compris la simulation de référence) permettent de disposer des éléments utiles au calcul de variation de surplus des usagers (surplusmarshallien), ceci entre les trois couples de politique. Pour les TC, la variation de surplus a été calculée en tenant compte des gains de temps, ainsi que des gains monétaires dans le cas d'une politique tarifaire attractive par rapport à la situation de référence. Pour la VP, on a retenu les gains de temps et les économies de consommation d'essence induites par le différentiel de congestion. Le tableau suivant rassemble les principaux résultats d'évaluation :

Tableau 3 : Partage de l'avantage global annuel

	USAGERS TC		USAGERS VP	
	%	millions de F	%	millions de F
Tarifs attractifs	80.4	158	19.6	39
Développement de l'offre	23.7	8	76.3	27
Promotion du transport public	72.9	168	27.1	63

37. Principalement dans, *Les effets comparés des investissements de transport urbain*, Paris : CEMT, Rapport O.C.D.E., 1991.

38. Les tarifs TC augmentent de 2 % par an au dessus de l'inflation.

39. Notamment la croissance économique est fixée à 3 % l'an, la croissance urbaine est nulle et l'inflation est de 2 % l'an.

Les usagers de l'automobile ont donc bénéficié de la relance des transports en commun. Si l'on considère les programmes qui ont été conduits assez globalement dans la décennie 75-85, il apparaît acceptable de retenir le scénario de promotion des transports en commun. C'est alors plus du quart du surplus global généré par les politiques TC qui a été capté par l'automobile. Les déficits financiers qui s'ensuivent dans nombre de réseaux de transport en commun ont certes été partiellement couverts par les usagers de l'automobile, qui sont aussi contribuables⁴⁰. Certains y ont vu l'acceptation d'un "subventionnement" des transports en commun en échange du maintien d'une mobilité individuelle dans de bonnes conditions. On ne peut s'empêcher de penser à un prix à payer pour le rejet de la mobilité automobile pour certaines populations.

Les automobilistes, en devenant majoritaires, ne se sont-ils pas donné les moyens tout à la fois de se redistribuer des ressources et d'exclure une frange marginale de population gênante. Cette exclusion implique un sacrifice financier indolore (ses effets sont dilués dans l'imposition), qui n'est pas sans renforcer le principe de redistribution entre les usagers de l'automobile. Ce sont en effet les automobilistes les plus aisés qui sont censés, toutes choses égales par ailleurs, le plus participer au besoin de financement public des réseaux de transport en commun. De surcroît, ce médiocre effort se trouve compensé par le transfert que la congestion offre aux automobilistes.

3. Les transferts par les surcoûts TC de congestion

L'évaluation que nous proposons se fonde aussi sur des simulations du modèle QUIN-QUIN. Elle est donc soumise aux limites déjà évoquées (sensibilité à la fonction de congestion). Soulignons toutefois que nos évaluations sont concordantes avec des études menées par le SYTRAL pour l'agglomération lyonnaise et par le S.T.P. pour la région Ile-de-France (compte transport RIF).

Compte tenu de la sensibilité de l'usage VP à la croissance économique, nous avons simulé divers états de congestion du système de transport en jouant sur l'hypothèse de croissance économique⁴¹ entre 1991 et 2000. Toutes les autres entrées ont été maintenues invariantes⁴², notamment aucun investissement de transport en commun n'est réalisé, ni non plus en voirie. De la sorte, l'augmentation des coûts d'exploitation ne peut être imputable qu'à l'accroissement des charges salariales lié à l'évolution des revenus et aux surcoûts d'exploitation procédant de la congestion.

40. N'oublions pas que, à l'inverse, les usagers des transports en commun participent aux coûts de voirie, qui eux se trouvent intégralement fiscalisés.

41. Les simulations se distinguent par des taux de croissance des revenus allant de 0 % à 4 % l'an, par sauts de 0,5 %.

42. Pour tous les scénarios de croissance économique, la croissance urbaine est nulle, l'inflation est de 2 % l'an, l'offre de transport collectif (en P.K.O.) est maintenue identique.

Entre le scénario à 0 % l'an de croissance des revenus (accroissement de 0 % à l'an 2000) et le scénario à 4 % l'an (augmentation des revenus de 43 % à l'an 2000), les coûts d'exploitation croissent de 56 %. Cet indice 156 peut être décomposé en une croissance liée à l'effet revenu (augmentation des charges salariales de l'entreprise exploitante), que nous avons supposée être égale à l'indice de croissance des revenus. C'est là une hypothèse qui peut être haute et qui en conséquence minore l'effet congestion⁴³. Le reliquat (156 - 143 soit 13 %) constitue donc l'indice d'augmentation des coûts d'exploitation résultant de la congestion croissante. Ainsi, la croissance totale des charges est expliquée à 76,8 % par l'effet revenu et à 23,2 % par l'effet congestion.

Ces pourcentages permettent de calculer l'augmentation totale de coût consécutif à la congestion. Il faut la rapporter au nombre de déplacements responsables de ce surcoût. La question se pose alors d'identifier les déplacements en situation de congestion. Sur la base d'une hypothèse considérant que la congestion touche essentiellement les déplacements centre-centre et centre-périphérie et aux heures de pointe du matin et du soir, on obtient un pourcentage de 36 % des déplacements quotidiens qui sont congestionnés (jours ouvrables à l'enquête ménage 1986). Nous considérons que ce pourcentage reste valide pour le scénario de croissance 0, le nombre de déplacements étant sensiblement le même à l'an 2000 et en 1991 (donc aussi, proche de 1986). Pour le scénario à 4 % de croissance un tel pourcentage est sans doute insuffisant. Plusieurs effets peuvent en être à l'origine :

- un étalement spatial de la congestion, pouvant atteindre par exemple les déplacements périphérie-périphérie. Ce premier effet est cependant à minorer dans notre cas de figure car de tels flux ne concernent que de façon marginale les lignes de bus ;
- un étalement temporel de la congestion ;
- enfin, à structure spatio-temporelle constante, une part plus importante des déplacements congestionnés peut résulter d'une croissance plus forte de la mobilité VP pour les déplacements domicile-travail.

En se fondant sur l'hypothèse que les déplacements quotidiens (scénario 4 %), en augmentation par rapport à l'hypothèse de croissance 0, se réalisent tous à l'heure de pointe, on obtient un pourcentage de 47 % de déplacements quotidiens congestionnés⁴⁴. Une telle hypothèse est sans doute excessive. Nous retiendrons toutefois un pourcentage de 45 % pour le scénario 4 % de croissance, ce qui a pour effet de sous-évaluer le coût unitaire de congestion.

Il est maintenant possible d'évaluer le coût unitaire de congestion VP sur TC. Le tableau suivant donne les éléments nécessaires au calcul de ce second transfert monétaire entre VP et TC, ici au titre de la congestion. Il s'élève à près de 1,77 F au déplacement V.P. en situation de congestion (136,996/77,517).

43. Cela revient à faire l'hypothèse que la croissance supposée des revenus s'applique entièrement aux charges d'exploitation (alors que les charges salariales ne représentent que 70 % des coûts d'exploitation), et dans les mêmes proportions (la hausse des revenus est intégralement reportée sur les salaires de l'entreprise exploitante). Cela est pertinent dans la mesure où les autres charges d'exploitation sont relativement bien corrélées à la croissance des revenus.

44. $46,92 \% = [(2,327 - 1,93) + 0,6948] / 2,327$ (Cf tableau 4 suivant).

Tableau 4 : Données de calcul du transfert TC vers VP du fait de la congestion

Pour l'an 2000	0%	4%	Variation
Coût d'exploitation total (millions de F)	1065.8	1656.3	590.5
Surcoût de congestion (millions de F)			136.996 ⁴⁵
Déplacements VP par jour ouvrable (millions)	1.93	2.327	0.397
Déplacements VP congestionnés par jour (millions)	0.6948	0.83772	0.14292
Déplacements VP congestionnés par an (millions)	152.856	184.2984	31.4424 ⁴⁶

Il est intéressant de confronter nos évaluations du coût de congestion VP sur TC aux valorisations dont on dispose d'origine diverses. En premier lieu, le chiffre global de 137 millions entre les deux scénarios est compatible avec une étude menée par les gestionnaires du réseau de l'agglomération lyonnaise. Dans cette étude⁴⁷, les Transports en Commun Lyonnais avancent que la perte d'un kilomètre-heure sur l'ensemble du réseau de surface induit une augmentation de 35 millions par an du budget de fonctionnement de l'ensemble des TC de l'agglomération. Entre nos deux scénarios, la vitesse du réseau de surface passe de 15,5 Km/h à 12,5. Cela donne donc une augmentation des coûts de 105 millions sur la base de l'évaluation des T.C.L. (à rapprocher de nos 137 millions). Nos estimations sont aussi compatibles avec les données R.A.T.P.. Sur la base du coût unitaire de 1,77 F et des trafics 1991, on obtiendrait à Lyon un coût de congestion VP sur TC de 281,77 millions de F (159,192 millions de déplacements congestionnés * 1,77 F). Le compte transport de voyageurs de la région Ile-de-France mentionne un coût de congestion TC pour l'année 1990 de 850 millions (surcoûts d'exploitation uniquement). L'ordre de grandeur est donc grossièrement respecté, pour un réseau qui réalise une offre de surface (en termes de P.K.O.) plus de trois fois supérieure qu'à Lyon ($3 * 281,77 = 845$).

4. Le bilan des transferts TC vers VP

Nous proposons maintenant une synthèse de ces analyses de transfert. Elle a pour objet de faire émerger la logique (et de donner un ordre de grandeur) des transferts qui se sont opérés durant les années 70 et début 80, alors que la croissance économique était encore soutenue, et tandis que l'on menait, de façon quasi-généralisée, des politiques d'offre TC ambitieuses.

45. 23,2 % de 590.5.

46. 0.14292×5 jours ouvrable $\times 4$ semaines $\times 11$ mois (en écartant le mois d'août).

47. SYTRAL-S.L.T.C., *Schéma de développement des priorités aux transports en commun*, Lyon : T.C.L. - Etudes et développement, mai 1990, 45 p.

Nous reprenons pour cela les trois scénarios d'offre TC déjà analysés (tarifs attractifs, développement de l'offre, promotion des TC), menés sous une croissance économique annuelle de 3 %⁴⁸. Dans un tel contexte, les améliorations d'offre TC dégagent un surplus pour les usagers de l'automobile, mais la croissance économique est suffisamment forte pour maintenir l'usage VP élevé, de telle sorte que ces politiques ne sont pas suffisantes pour supprimer les coûts de congestion VP sur TC. Il s'ensuit un transfert global TC vers VP résultant de la somme d'un transfert de "fluidification" et d'un transfert lié au maintien des surcoûts d'exploitation. Cette somme est enfin rapprochée de l'accroissement du besoin de financement résultant de la poursuite de la politique TC ambitieuse⁴⁹. Les éléments chiffrés sont contenus dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Rapprochement transfert et besoin de financement TC

Pour l'an 2000	Tarifs attractifs	Développement de l'offre TC	Promotion des TC
Avantage VP de la politique TC attractive (en millions de F) (1)	39	27	63
Nombre de déplacements congestionnés (en millions)	225,6	224,25	223,6
Avantage VP au déplacement congestionné (en F)	0,17	0,12	0,28
Coût unitaire de congestion VP sur TC (en F)	1,77	1,77	1,77
Surcoût total de congestion VP sur TC (en millions de F) (2)	399,3	396,9	395,8
Transfert TC vers VP total (3) = (1) + (2)	438,3	423,9	458,8
Variation de besoin de financement TC (en millions de F) (4)	121,9	379,4	521,8
Vitesse sur le réseau TC (Km/h) (en 1991 : 17 Km/h)	14,4	15,1	15,5

Les résultats ci-dessus montrent que lorsqu'il est mené une politique attractive de transport en commun, alors que la croissance économique reste soutenue (situation relativement bien représentée par les années 70-début 80), les transferts monétaires des TC vers les VP sont d'un ordre de grandeur comparable à l'augmentation du déficit résultant de la politique ambitieuse. Lorsqu'il s'agit d'une simple politique de-tarif, ces transferts sont même beaucoup plus importants que le creusement du déficit. Dans l'hypothèse hardie où l'essentiel de ce déficit serait supporté par les usagers de l'automobile (par le fait d'une fiscalité progressive par exemple), il reste que l'automobile a pu accroître le nombre de ses déplacements quotidiens⁵⁰. Néanmoins, les vitesses du réseau TC (surface et site propre confondus) sont là pour donner une idée de la perte d'efficacité du système de transport, qui devrait, selon toute vraisemblance, toucher aussi les déplacements individuels. Le résultat en est donc une mobilité VP accrue qui s'enlise dans la congestion, cela appelant de nouvelles solutions.

48. Donc sensiblement égale à la moyenne de ce qu'elle fut durant les années évoquées ci-dessus (70, début 80).

49. Obtenu par soustraction du besoin de financement à l'an 2000 lorsqu'il n'est mené aucune politique TC attractive au même besoin de financement avec une politique TC ambitieuse.

50. La mobilité VP s'est accrue de 14 % dans l'hypothèse la plus faible, soit près de 260 000 déplacement par jour.

Bien sûr, on peut voir aussi dans le rapprochement proposé par le tableau 5 la perspective d'une participation directe des usagers de l'automobile au déficit des transports en commun. La tarification dans l'optique du coût marginal social prendrait alors l'exact contre-pied de la subvention TC à la congestion.

S. Les transferts cachés de la congestion : synthèse

Si le système d'interaction transport-localisation est source de transferts entre les populations urbaines, la congestion qui en résulte est alors responsable d'autres transferts entre les usagers de transport :

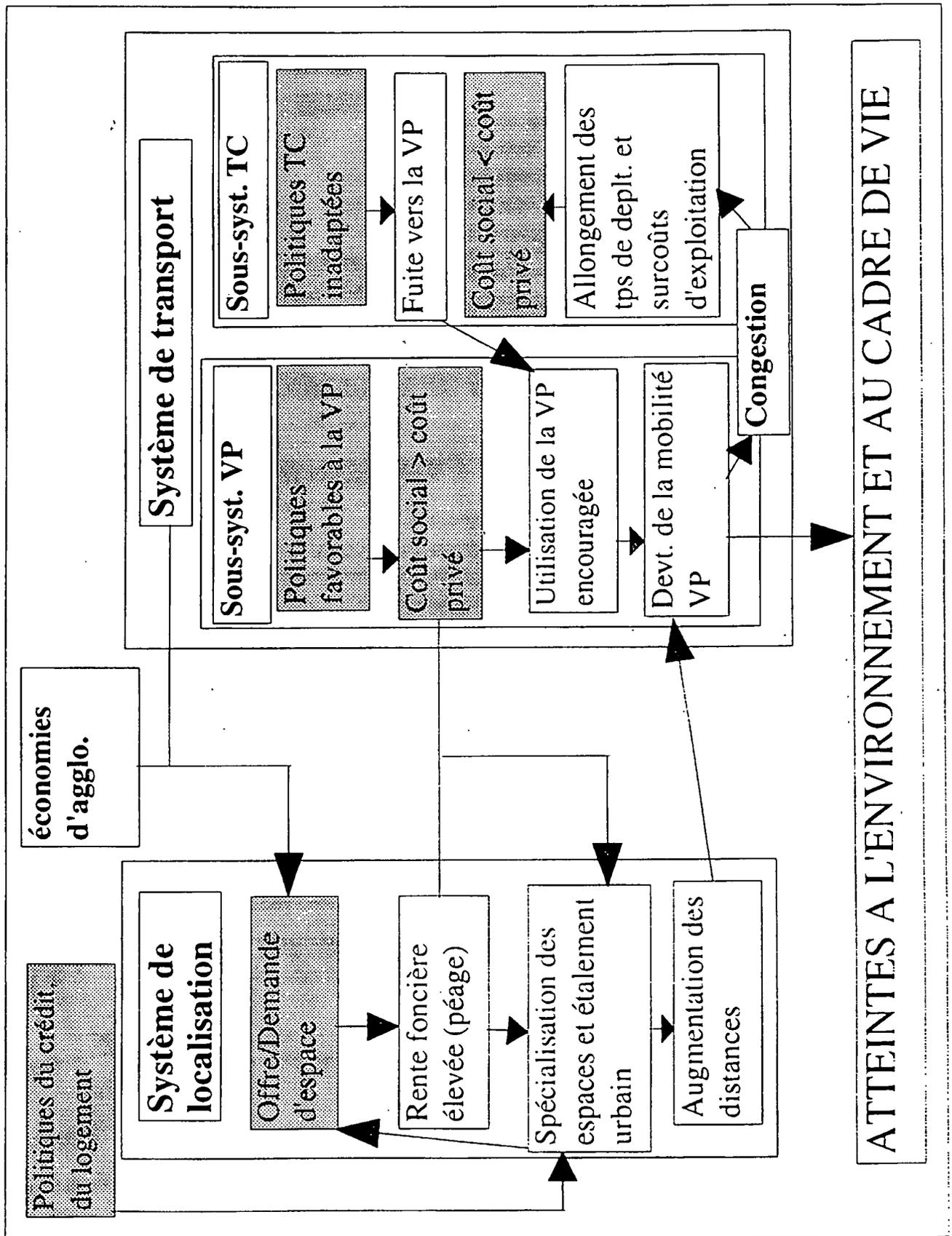
- De façon théorique, l'absence d'une véritable tarification des déplacements automobiles laisse penser que certains transferts de ressources s'opèrent au sein des automobilistes. Il est toutefois difficile de savoir dans quelle mesure ils sont véritablement redistributifs.

- Les politiques d'offre TC bénéficient aussi aux usagers de l'automobile du fait de l'amélioration de la circulation. Le surplus global dégagé par ces mesures peut être capté à plus de 75 % par les automobilistes (développement de l'offre et tarifs attractifs) et de façon plus réaliste (développement de l'offre seulement), à plus de 25 %. Au déplacement concerné, c'est-à-dire en situation de congestion, cela représente un transfert TC vers VP de l'ordre de 0,20 F.

- A l'inverse, les surcoûts d'exploitation imputés aux transports en commun du fait de la congestion peuvent être estimés à 1,77 F par déplacement VP en situation de congestion.

Les transferts entre les deux sphères de déplacement se faisant toujours des TC vers les VP, et tandis qu'ils s'opèrent exclusivement à l'heure de pointe, il en résulte d'une certaine manière que les transports en commun subventionnent la congestion. Le bilan de ces transferts montre par ailleurs qu'ils correspondent approximativement au creusement du déficit résultant des politiques ambitieuses de transport en commun. Ne serait-ce alors pas la Puissance Publique qui subventionne la congestion ? Cela débouche sur une mobilité VP accrue, mais qui s'enlise dans la congestion, renforçant ainsi les transferts entre les usagers de l'automobile.

Schéma récapitulatif des interrelations entre système de localisation et système de transport



Ce schéma présente les relations que nous avons pu mettre en évidence au cours de cette première partie. Il anticipe sur la suite de ce rapport puisqu'il fait apparaître les atteintes à l'environnement et au cadre de vie que nous verrons dans la seconde partie.

Cette présentation sous forme de systèmes nous permet de déterminer les éléments clés sur lesquels des actions sont possibles si l'on souhaite modifier les tendances actuelles. Les deux principaux champs d'action sont :

- au niveau du système de transport : les mesures visant à égaliser coûts privés et coûts sociaux des déplacements (tant pour les VP que pour les TC) ;
- au niveau du système de localisation : la lutte contre la pression foncière qui favorise l'étalement urbain.

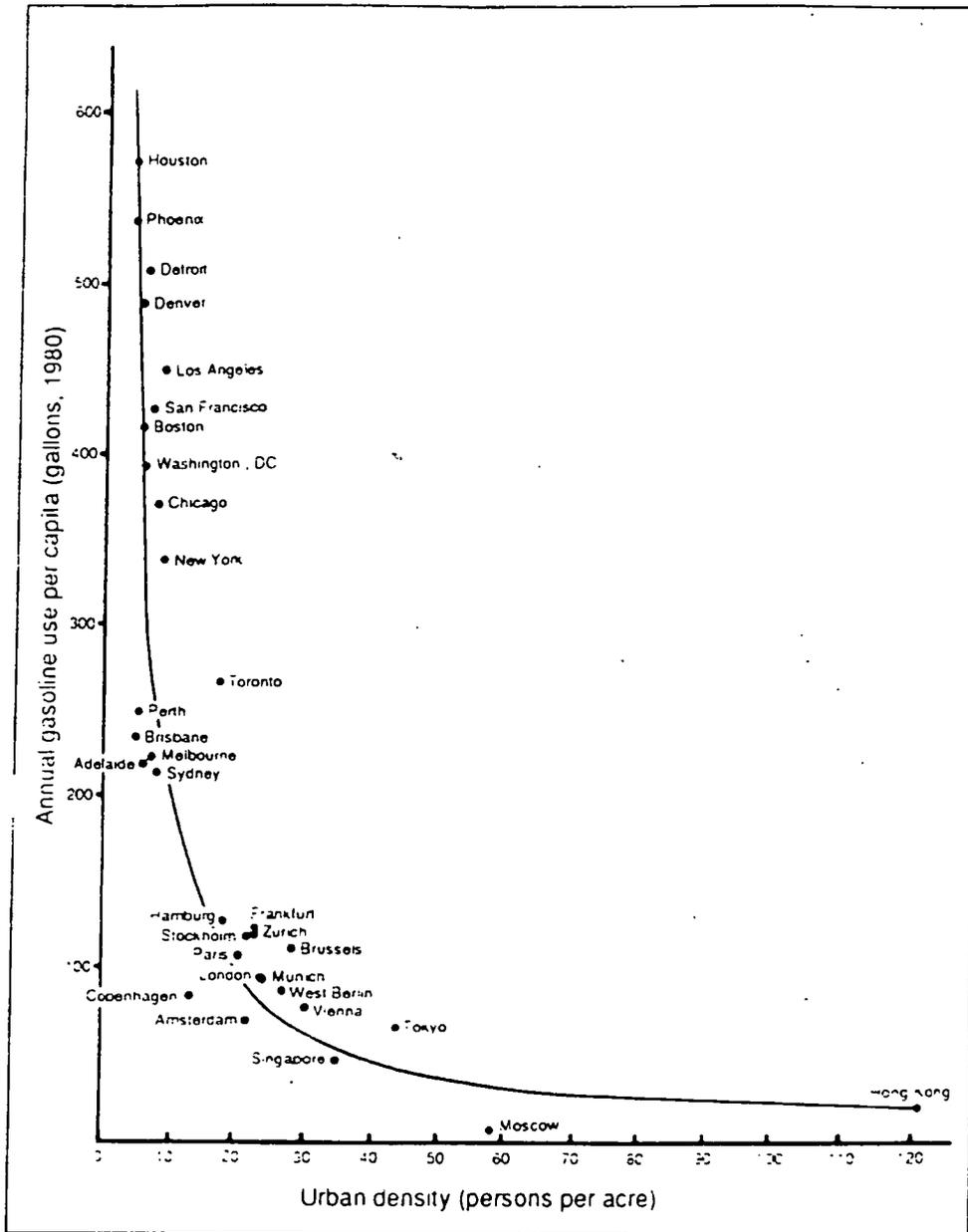
Pour assurer leur efficacité, ces actions devront être engagées en gardant à l'esprit les interrelations et les transferts qui existent dans/entre les systèmes et qui viennent renforcer certaines tendances. Par exemple, c'est notamment parce que le coût privé de la VP est inférieur à son coût social que le coût privé des TC est supérieur à son coût social. En agissant sur l'un de ces deux modes on peut donc avoir des répercussions sur l'autre. De même, si la préférence pour la mobilité était remise en cause par la montée de la préférence pour l'environnement, des actions pour réduire les nuisances de la circulation VP devraient porter à la fois sur le système de transport et sur le système de localisation car pollution-localisation-transport sont fortement interdépendants ainsi que le montre le schéma⁵¹ ci-contre.

On s'aperçoit que la consommation de carburant est corrélée négativement (-0.74) avec la densité. Les villes les moins denses sont donc celles où la consommation de carburant (et par conséquent l'utilisation de la VP) est la plus forte. Ainsi, les villes européennes qui sont 4 fois plus denses que les villes américaines ont une consommation de carburant par tête 4 fois moins élevée. Les villes asiatiques, qui sont 10 fois plus denses que les villes américaines, ont une consommation de carburant par tête 10 fois moins élevée. Ce phénomène de consommation accrue de carburant lorsque la densité diminue s'explique par l'allongement des distances qui résulte de l'étalement urbain et par le fait que les TC ne sont pas performants lorsqu'on ne peut pas massifier les flux : l'utilisation de l'automobile est donc fortement encouragée.

Par conséquent, si on souhaite réduire la consommation de carburant et la circulation VP il faut agir en direction d'une ré-urbanisation (augmentation de la densité dans les centres) et d'un développement des réseaux de TC accompagné de restrictions de la place de l'automobile en ville.

Dans cette étude, nous nous limiterons aux actions concernant la sphère des transports car les moyens d'action sur la densité nous sont moins bien connus. Il faudrait sans doute revenir vers plus de planification et remettre en cause le droit de chacun à choisir la localisation de son logement ce qui pose d'importants problèmes d'acceptabilité. Tout en gardant à l'esprit que cette piste est à approfondir, nous nous contenterons de présenter (dans la troisième partie) les mesures qu'il serait possible de mettre en oeuvre dans le cadre du système de transport pour réduire l'utilisation de l'automobile.

51. Peter W.G. NEWMAN, Jeffrey R. KENWORTHY, "Gasoline consumption and cities", *APA journal*.



DEUXIEME PARTIE :

Coûts de la congestion et émergence d'une préférence sociale pour l'environnement et le cadre de vie

La première partie a permis de montrer comment la logique actuelle pousse à la mobilité automobile et conduit en situation extrême -mais non exceptionnelle- à une congestion socialement bien acceptée sinon bien assumée. Avant de s'interroger sur les moyens de revenir sur cette logique, il convient de savoir si le jeu en vaut la chandelle. C'est ce que nous allons essayer de montrer dans cette partie en soulignant les conséquences pour le moins négatives qu'elle entraîne et en tentant une évaluation monétaire des coûts externes induits.

Nous nous pencherons successivement sur le problème particulier de la congestion et sur la question plus générale du coût des nuisances routières en milieu urbain.

Les conséquences de la congestion peuvent être abordées à deux niveaux :

- au niveau du système de transport lui-même puisqu'elle modifie la qualité du service rendu par les infrastructures routières ;

- au niveau de l'environnement de ce système car les variations de vitesses et les réadaptations d'itinéraires ont des répercussions tout à la fois sur les niveaux de nuisance émis par véhicule et sur le nombre et la répartition spatiale des riverains affectés.

Nous établirons ensuite une évaluation des coûts externes des transports routiers urbains. La réflexion précédente sur la congestion aura permis de souligner une des principales spécificités de ce domaine, les deux autres concernant le grand nombre de petits déplacements, moteur "froid", qui ont des répercussions au niveau de la pollution atmosphérique, et l'importance des répercussions locales des nuisances du fait de la concentration des activités humaines.

Cette évaluation se fera tout à la fois sur la base d'une synthèse bibliographique et sur des calculs propres à cette étude. Enfin, pour éviter de figer la réflexion autour de chiffres uniques dans un domaine où la "réalité" se mesure à l'aune de préférences collectives difficiles à établir et évoluant avec le temps, les évaluations se feront suivant une fourchette basse de coûts "pertinents" (dépenses consenties aujourd'hui) et une fourchette haute de coûts "potentiels" (coûts induits par un objectif de développement soutenable).

SECTION 1 : LA CONGESTION EN MILIEU URBAIN : UN CAS TYPIQUE D'EFFET EXTERNE

I. Les coûts externes entre usagers de la voirie : de la mesure en terme de temps perdu à la mesure en terme d'espace

Nous avons vu d'abord comment la logique de sous tarification du transport pouvait encourager le phénomène de rente foncière, puis ensuite comment la préférence pour la gratuité de la voirie publique entraînait par l'intermédiaire de la congestion des transferts plutôt favorables aux classes moyennes. Il nous apparaît intéressant d'estimer à présent les coûts implicitement acceptés jusqu'alors par la collectivité pour maintenir ces logiques de transferts.

Pour cela, nous sommes conduits à revenir sur le principe de régulation du système de transport urbain, c'est-à-dire la congestion. Les coûts de la congestion peuvent en effet être interprétés comme des coûts sacrifiés d'un commun accord par les individus et la collectivité au profit de la poursuite d'une logique urbaine qui satisfait le plus grand nombre. En acceptant d'inciter la mobilité sur une voirie urbaine gratuite, la collectivité accepte un système de régulation dont on peut évaluer les coûts à plusieurs niveaux, comme nous allons le voir.

La congestion constitue en milieu urbain à la fois une évidence et un casse-tête. Les mécanismes en oeuvre sont complexes : multiplicité des variables et paramètres en termes d'ingénierie de trafic, difficile repérage des coûts et des avantages de la circulation automobile urbaine en termes d'optimisation économique.

L'incertitude des analyses est aussi évidente que la congestion elle-même. Ainsi, le coût de la congestion doit être ignoré pour certains¹ alors que pour d'autres, il représente des sommes élevées². En réalité, les uns et les autres sont généralement d'accord pour constater l'existence des effets négatifs des embouteillages (temps perdu, hausse du coût de fonctionnement des véhicules, stress...) mais reconnaissent qu'il ne s'agit pas d'un effet externe au sens habituel du terme. Nous développerons donc volontairement notre analyse de la congestion indépendamment des effets externes sur l'environnement que nous introduirons dans la seconde section. Nous verrons d'ailleurs que la distinction entre congestion et environnement est primordiale dans l'analyse des stratégies politiques d'internalisation.

1. Dans le document sur les comptes des transports en 1992, publié par l'OEST en juin 1993, il est écrit : « les coûts de congestion ne sont pas des nuisances car ils sont supportés par les usagers de la route. »

2. Le coût des encombrements était estimé en Allemagne à 15 milliards de marks à la fin des années 80. Chiffre cité dans le *Rapport Planco*, Coûts externes du trafic rail, route, voie navigable, Essen 1990. Dans le même rapport, il est aussi indiqué : "Toutefois, pour les coûts cités, il ne s'agit pas de coûts externes car ils ne touchent que le cercle des utilisateurs du trafic routier".

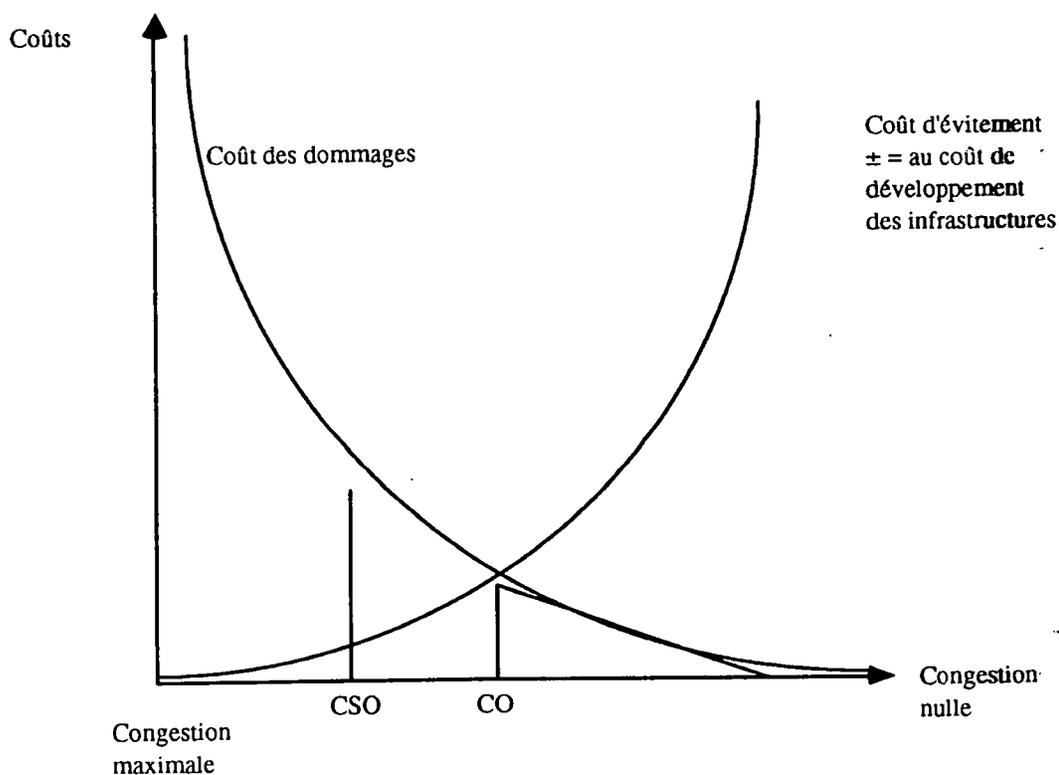
A. Du temps à l'espace, des dommages à l'évitement de la congestion

Tout d'abord, qu'est-ce que la congestion ? Comment la repère-t-on et comment en mesure-t-on les effets négatifs ? Ces questions apparemment simples marquent la limite entre un discours général sur les embouteillages et une démarche analytique. Elles constituent aussi la trame de notre progression.

Il est évident que si la demande détermine la quantité de véhicules qui entrent dans le réseau de voirie urbain, c'est la dimension de ce dernier qui fixe le débit maximum c'est-à-dire le point où l'on passe à une situation de congestion qui induit des coûts en termes de temps perdu, mais aussi de surcharge d'un espace urbain rare ouvert à d'autres usages que l'automobile. Développer de nouvelles infrastructures permet de reculer le point où survient ce dernier. Cela nous amène à la distinction traditionnelle entre coût des dommages et coût de l'évitement.

En reprenant le schéma que E. Quinet lui même a vulgarisé en France, le développement des infrastructures n'a de justification que si le coût des dommages imputables à la congestion est supérieur au coût de l'évitement par la construction de nouvelles infrastructures. On est alors en situation de congestion sous-optimale, notée CSO sur le graphique et située à gauche du point d'équilibre, noté CO pour congestion optimale. Si on est au point d'équilibre, alors on se contente d'évaluer le coût des dommages résiduels d'une congestion qu'il serait trop coûteux de réduire encore.

Figure 1 : Dommages et évitement

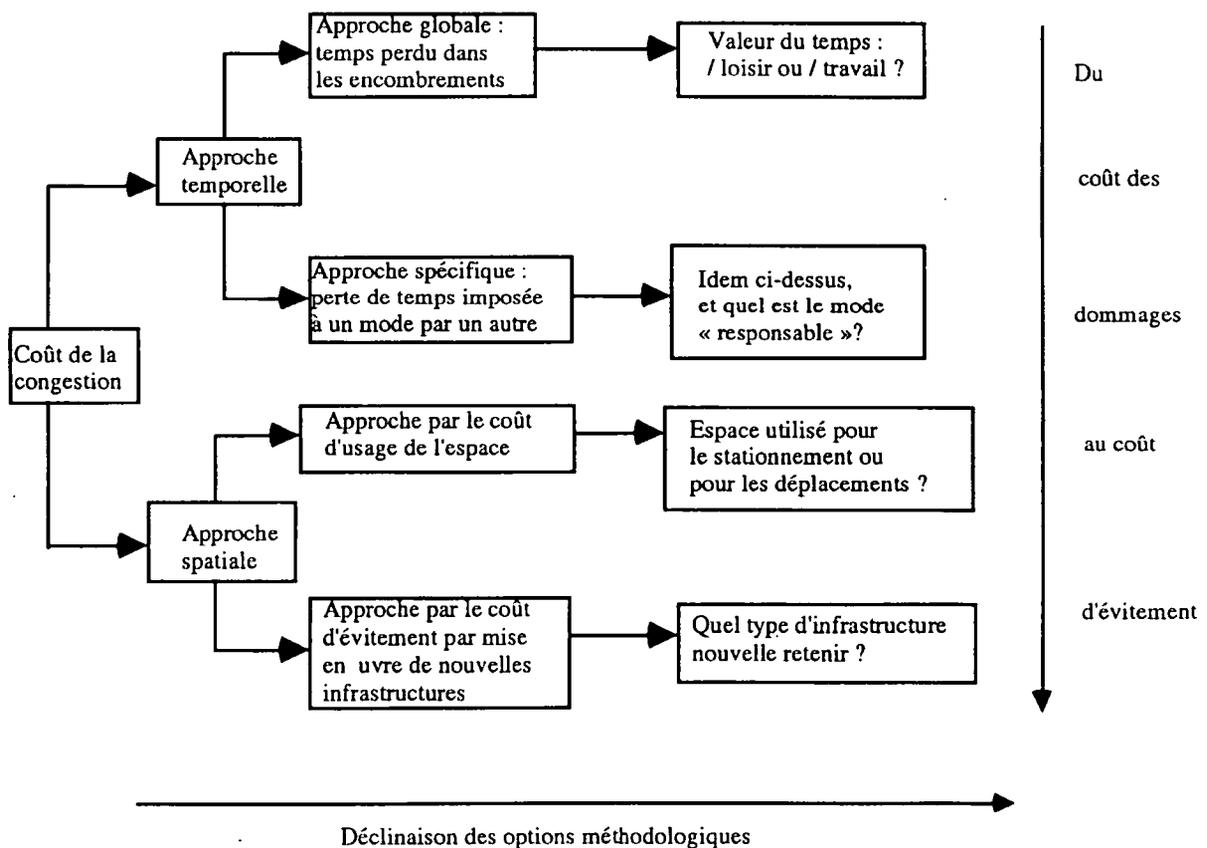


Représenté par le triangle hachuré, ces dommages résiduels sont pratiquement ignorés par le calcul économique puisque leur élimination coûterait plus que le montant des dommages. Toute la problématique de la valorisation des coûts de la congestion, que nous allons maintenant passer en revue, s'inscrit dans cette question simple : dans quelle mesure doit-on prendre en compte les dommages résiduels ? Gardons bien à l'esprit que l'élimination de ces dommages implique un développement de l'offre routière.

Pour prendre en compte les dommages résiduels, il faut dans un premier temps les mesurer. Pour cela, on retrouve la distinction entre temps et espace d'une part, dommage et évitement d'autre part. En combinant ces deux critères, nous commencerons par une présentation générale des pistes de recherche avant de détailler celles qui se fondent sur le temps, puis du fait de leur médiocre opérationnalité, celles qui se fondent sur l'usage de l'espace.

Encore une fois l'évidence est trompeuse, la mesure des effets négatifs de la congestion se révèle aussi délicate que l'analyse du phénomène du fait de la multiplicité des approches possibles. Pour éviter de s'en tenir à un simple inventaire, efforçons-nous d'organiser nos connaissances. Nous le ferons en montrant que l'approche par le temps perdu débouche progressivement sur une approche par l'espace utilisé, ce qui conduit à passer d'une logique de dommage à une logique d'évitement. Le schéma ci-dessous résume les options possibles

Figure 2 : Évaluation du coût de la congestion : les options



Pour chaque option, les choix méthodologiques se déclinent au fur et à mesure que l'on avance dans la détermination des paramètres qui serviront de base dans les calculs. Nous allons le voir en nous intéressant d'abord à la mesure et à la valorisation du temps perdu, ou approche par les dommages, après quoi nous nous intéresserons à l'approche spatiale, qui en termes de coût d'évitement, rencontre les mêmes questions de choix des paramètres.

Nous placerons la valorisation du temps perdu dans la catégorie des coûts supportés par les usagers (et donc implicitement consentis), et les coûts d'usage de l'espace dans les coûts supportés (et donc consentis) par la collectivité, dans la mesure où nous considérons la voirie comme un espace public. Nous ajouterons dans cette deuxième catégorie les pertes de temps occasionnées par les VP sur les TC.

B. Les dommages consentis par les automobilistes en termes de temps perdu

La valorisation est relativement simple, elle consiste à multiplier le nombre d'heures perdues dans les embouteillages par une valeur horaire du temps. Un choix décisif doit alors être opéré sur ce point. On peut en effet comparer le temps perdu à ce qu'aurait rapporté le même temps passé au travail. C'est l'hypothèse haute qui conduit à valoriser chaque heure selon le montant du salaire horaire moyen, ou au moins minimum. L'hypothèse basse au contraire consiste à rapprocher le temps passé en voiture (en écoutant la radio ou de la musique) à un temps plutôt assimilable à du loisir dont la valeur horaire est moindre. Entre ces deux extrêmes, toute une palette de choix est disponible, et les évaluations retiennent généralement un chiffre correspondant à la valeur d'une heure de travail divisée par 2. En Allemagne (voir rapport Planco), le coût d'une heure de déplacement était évalué à 7 DM.

Il est aussi fréquent, pour accroître la pertinence des calculs, de distinguer selon les mobiles du déplacement. En Allemagne, on évalue ainsi le coût d'une heure entre 1,64 et 11 DM selon qu'il s'agit d'un déplacement pour effectuer des achats domestiques ou selon qu'il s'agit d'un déplacement lié au travail. Pierre Merlin a publié en 1984 une synthèse des valeurs retenues selon le mobile dans les différents pays, elles s'échelonnent de 20 à 76,5% du salaire ou revenu horaire moyen.

Pour s'en tenir au cas français, on sait par exemple que les habitants de la région parisienne perdent environ 300 millions d'heures par an³ dans les embouteillages. Comme par ailleurs le salaire horaire net moyen est de 64 francs dans cette même région, on aboutit, en retenant comme valeur d'une heure passée dans les embouteillages la moitié du salaire moyen, à un coût total de :

$$300 \text{ millions d'heures} \times 32 \text{ francs} = 9,6 \text{ milliards de francs}$$

3. Source : *Revue Transport Urbain*, n°71, avril-juin 1991.

Ce chiffre est relativement modeste. Si on le rapporte aux 62 milliards de voyageurs x kilomètres (pour les seules VP) de l'agglomération parisienne, on aboutit en effet à un coût de 9,6/62 soit **15,4 centimes⁴ par voy.km**. Cette valeur est à rapprocher des résultats avancés par la SOFRETU, qui propose une fourchette de **45 centimes (agglomérations de 100 000 à 300 000 habitants) à 1,57 franc par voy.km (agglomérations de plus de 800 000 habitants)**. Comment expliquer un tel écart ?

Les facteurs qui expliquent ces énormes écarts sont les suivants :

- la valeur unitaire du temps perdu est tout d'abord plus importante puisque la SOFRETU retient l'intégralité du coût du salaire horaire moyen soit 64 francs. Cela conduit d'emblée à multiplier par deux l'évaluation,

- la façon de mesurer le temps perdu est ensuite différente. Au lieu d'une estimation forcément grossière des heures perdues dans les embouteillages, la SOFRETU propose de comparer les temps moyens de déplacement effectifs au temps moyen qui prévaudrait si chacun pouvait conserver une vitesse moyenne de 40 km/h. Cette valeur est celle constatée dans les villes de moins de 100 000 habitants, et elle est proche de la vitesse maximale de 50 km/h. Elle est donc retenue comme valeur objectif sachant qu'actuellement, la vitesse moyenne est de 30 km/h dans les agglomérations de 100 000 à 300 000 habitants, de 25 km/h dans les agglomérations de 300 000 à 800 000 habitants et de 20 km/h au-delà de 800 000 habitants. On aboutit ainsi à un total de 2,8 milliards d'heures perdues sur l'ensemble du territoire national (en zone urbaine) soit, pour une valeur horaire de 64 francs en Région parisienne et 54 francs ailleurs, un coût total de 168 milliards de francs.

Si on rapporte ces 168 milliards au trafic VP urbain (119,8 milliards de véhicule x kilomètre pour l'OEST et 111,4 pour l'INRETS), on aboutit à une fourchette de 1,4 à 1,5 francs par véhicule.kilomètre ou encore, avec 1,36 personne par véhicule, de **1,02 à 1,1 francs par voyageur.kilomètre**.

Au total, en ce qui concerne les pertes de temps, on arrive donc à une fourchette large allant de quelques centimes à 1,64 francs par voyageur x kilomètre. Pour trancher entre ces extrêmes, il suffit de remarquer que les évaluations basses correspondent aux seuls coûts externes alors que les évaluations hautes sont de fait assimilables à des coûts internes. Du point de vue des coûts externes, l'approche temporelle est donc peu concluante. En est-il de même pour l'approche spatiale ?

4. Cela signifie que pour un déplacement de 10 kilomètres (par exemple un aller domicile travail) un utilisateur VP seul dans sa voiture ne perdrait en moyenne que 1,5 franc par voyage dans les embouteillages. Si cette évaluation était pertinente, elle expliquerait pourquoi les embouteillages perdurent : le coût qui leur est associé par les automobilistes étant finalement très faible.

C. Les dommages consentis par la collectivité

1. Les coûts supportés par les TC

Par contre, on peut toujours considérer comme coût externe les pertes de temps que les usagers des voitures particulières font supporter aux usagers des TC et les surcroûts de dépenses imposés aux entreprises de transport en commun. Le fait pour la collectivité d'adopter le principe d'une voirie gratuite conduit la mobilité VP à affecter considérablement les TC dans leurs recettes, ce qui oblige la collectivité à les subventionner eux aussi.

En effet, la circulation automobile, stimulée par l'absence de prise en charge de ses coûts, génère de la congestion dont les TC sont, nous l'avons déjà vu, doublement victimes :

- d'une part, la durée de déplacement en TC augmente ce qui accroît son coût généralisé. Ainsi, le coût généralisé d'un déplacement en TC est accentué par la subvention aux VP alors que celui du déplacement en VP est diminué. Par conséquent, il y a une fuite de la clientèle des TC vers la VP et les usagers des transports en commun se réduisent aux captifs. De ce fait, la congestion augmente et les recettes tarifaires des sociétés exploitantes des réseaux de TC diminuent,

- d'autre part, ces sociétés doivent augmenter leur parc pour parvenir au maintien d'un certain niveau de service. Leurs coûts d'exploitation s'accroissent donc.

La conjonction de ces deux phénomènes conduit ces sociétés à des déficits qui doivent être financés par la collectivité. Ainsi, elle doit augmenter ses subventions aux TC. On constate donc que, du fait de la non prise en charge par l'automobile de ses coûts réels, la collectivité est obligée de les financer elle-même mais aussi d'aider les réseaux TC.

Dans cette perspective, retenue par la SOFRETU on retient l'hypothèse selon laquelle la congestion de la circulation automobile provoque des ralentissements de la vitesse commerciale des bus. Il faut donc prendre en compte les effets de ces ralentissements. On peut ici retenir directement les évaluations de la SOFRETU pour la simple raison qu'elles aboutissent à un coût par voyageur x kilomètre extrêmement faible :

- pour les pertes de temps des usagers des TC, de 2 à 4 centimes par voyageur.kilomètre selon la taille de l'agglomération ;
- pour le surcoût imposé aux sociétés exploitant les réseaux de transports en commun, 1 centime par voyageur x kilomètre au plus.

2. Les coûts d'usage de l'espace

L'approche spatiale des dommages de la congestion de la voirie raisonne en termes de coût d'usage. A ce propos, deux questions clés se posent :

- La première renvoie à l'espace que l'on va retenir. Soit on se contentera de l'usage de l'espace pour le stationnement, considéré alors comme un usage privé d'un espace public. Implicitement, on considérera alors que l'espace public est par destination gratuit car correspondant à un usage collectif⁵. Soit on prendra en compte toute la voirie, circulation et stationnement. Dans les deux cas, on raisonnera à partir du nombre moyen de m² utilisés par les différents modes en stationnement : piéton 0,3 m², bicyclette 1,5 m², automobile 10 m², autobus 30 m². Si, comme Pierre Merlin⁶, on considère que chaque autobus transporte 30 personnes et que chaque voiture en transporte 1,25, on aboutit à des surfaces par voyageur de respectivement 0,3; 1,5; 8 et 1 m². Si l'on s'intéresse aux déplacements, on notera que la surface par voyageur-kilomètre est de 0,4 m² x heure pour un piéton, 1,5 m² x heure pour une bicyclette, 2,4 m² x heure pour une voiture et 0,33 m² x heure pour un bus. Au total, la VP consomme huit fois plus d'espace que le bus en stationnement comme en déplacement.

- La seconde concerne la valeur à attribuer au m² d'espace utilisé. Comme en matière de valorisation des heures perdues, on se trouve ici devant un spectre extrêmement large d'estimations : coût annuel d'un m² de parc de stationnement ou de parking privé, coût annuel d'entretien et de réfection d'un m² de chaussée (approche du coût comme flux de dépenses), et comme le proposait la SOFRETU⁷ dans une solution extrême, ce que rapporterait un m² utilisé à des fins privatives (approche du coût comme flux potentiel de revenu d'un patrimoine).

Comme dans le cas de l'évaluation du temps perdu dans les embouteillages, le coût par voyageur ou véhicule.kilomètre varie sensiblement selon que l'on retient telle ou telle approche. Les résultats proposés par la RATP⁸, qui doivent être considérés comme se situant en haut de la fourchette, sont ainsi les suivants pour la région parisienne :

- **coût de la consommation d'espace de stationnement : 29 milliards de francs soit 0,62 francs par véhicule.kilomètre ou 0,45 francs par voyageur.kilomètre (1,36 personnes par voiture).**

- **coût de la consommation d'espace pour la circulation, 117 milliards de francs, soit 2,5 francs par véhicule.kilomètre ou 1,85 francs par voyageur.kilomètre.**

5. N'oublions pas par exemple que si les autoroutes urbaines sont gratuites en France et que seuls les trajets interurbains peuvent être payants (c'est le contraire aux États-Unis), c'est que sur ces derniers il existe un espace public gratuit alternatif, la route, ce qui n'est pas forcément le cas en milieu urbain.

6. "Les politiques de transport urbain", *Notes et études documentaires* N°4797 (1985) page 63.

7. Notons que cette approche défendue par P. Auzannet et A. Bellaloum (*Le coût des déplacements pour la collectivité en Ile de France*, RATP, Mars 1993) a été abandonnée dans le Compte transport national de voyageurs. Mais comme l'hypertrophie du coût de la perte de temps y a remplacé l'hypertrophie du coût de la consommation d'espace, les deux études sont à notre sens sujettes à attirer de vives critiques.

8. Ibid.

Avec de telles évaluations utilisées sans précaution, on pourrait dire que l'internalisation des coûts externes liés à la congestion devrait conduire en région parisienne à un paiement d'un péage moyen de plus de 3 francs par véhicule.kilomètre, soit 30 francs pour un déplacement de 10 kilomètres ! Sans nul doute, une telle mesure aurait pour effet de réduire de façon drastique la circulation automobile, mais ne s'agirait-il pas d'un remède propre à « tuer le malade » ? Ou pour dire les choses autrement, de telles évaluations nécessitent de revenir à la distinction entre dommage et évitement, en retournant le raisonnement. Au lieu de comparer les dommages liés aux embouteillages et leur coût d'évitement, on obtiendrait symétriquement les dommages liés à la suppression des embouteillages et le coût d'évitement de cette suppression. Ce dernier, c'est-à-dire le coût de la congestion, n'est-il pas, dans le cadre des estimations ci-dessus, inférieur au coût de la fluidité ? Si la réponse est positive, nous comprenons pourquoi la congestion est souvent un mode de régulation du trafic préféré à la tarification. Faut-il pour autant abandonner toute valorisation du coût de la congestion ?

Nous ne répondrons pas favorablement à cette dernière question tout simplement car les *maxima* proposés par P AUZANNET et A. BELLALOUM peuvent être aisément modulés. Il suffit pour cela de revenir à leur méthode. Pour eux, le coût de la consommation d'espace dérive d'un raisonnement en termes de coût d'opportunité de l'usage d'un stock de capital. Ils observent ce que coûte la mise en place d'un espace viaire dans l'agglomération parisienne en tenant compte du coût du foncier et de l'ensemble des dépenses d'investissement et de fonctionnement. Dans Paris *intra muros*, ils arrivent ainsi à une valeur de 500 millions de francs le kilomètre, contre 170 millions en petite couronne et 50 en grande couronne. Puis, en choisissant un taux d'actualisation élevé (8%), ils observent ce que devrait rapporter annuellement un tel capital. Cette somme est alors considérée comme le coût annuel de l'espace public qu'il suffit de rapporter au trafic pour obtenir les valeurs unitaires indiquées ci-dessus.

Il va de soi qu'un tel raisonnement est discutable sur plusieurs points...

- Une critique interne tout d'abord consiste à refuser un taux d'actualisation aussi élevé, ou à discuter le temps d'amortissement considéré. Il aurait d'ailleurs été intéressant de disposer de plusieurs estimations en faisant varier ces paramètres. On peut en outre et sans grand risque évacuer le coût du stationnement des coûts externes dans la mesure où celui-ci est déjà largement répercuté sur les usagers. Ainsi pour la région parisienne, P. Auzannet et A. Bellaloum évaluent les dépenses privées de stationnement à 21 milliards de francs alors que l'espace occupé par le stationnement devrait dégager, s'il était rentabilisé à 8%, 29 milliards de francs. Compte tenu de l'hypothèse extrême retenue par les auteurs et de la faible différence obtenue in fine entre dépenses effectives et rentabilisation maximale, on peut penser que l'internalisation est déjà largement effectuée.

- Mais c'est la critique externe qui demeure la plus décisive. Elle se décline en plusieurs questions cruciales. La première concerne le niveau extravagant du coût de la congestion quand on raisonne en termes de coût total. Près de 120 milliards de francs pour le seul coût de la consommation d'espace par les déplacements c'est, pour une année, près de deux fois le total des dépenses prévues dans le cadre du XI^e plan (5 ans) pour les Transports en commun en Ile de France.

A ce propos, gardons à l'esprit que dans l'estimation des coûts d'usage de l'espace, l'assimilation de l'espace public à un espace privé à rentabiliser est plus que discutable. Par la suite, on pourrait aussi objecter que la masse des impôts directs et indirects prélevés sur ceux qui utilisent l'espace viaire peut être considérée comme la véritable recette de l'ensemble des investissements en infrastructures publiques. Or, on sait bien que dans ce cadre, la région parisienne est de loin une contributrice nette au budget des administrations. On se gardera donc de considérer celles-ci du seul point de vue des dépenses en transport et des recettes afférentes.

D. L'évitement de la congestion : tarification et développement de l'offre

Si on veut s'efforcer de mesurer un coût d'usage de l'espace, nous allons voir que l'on peut aussi considérer l'ensemble des dépenses annuelles de voirie ou plus précisément le coût de son développement. Car comme le fait remarquer P. Auzannet, le coût d'usage de la voirie obtenu par la SOFRETU pour la région parisienne, est proche du coût imputable à l'usager d'une voirie enterrée comme dans les projets Laser ou Muse. Ce qui nous conduit à la version la plus évidente du raisonnement en termes de coût d'évitement : par le développement des infrastructures. Elle conduit généralement aux évaluations les plus fortes du coût de la congestion⁹. Cette approche est d'autant plus intéressante qu'elle met en relief la signification du principe "d'internalisation" du coût de la congestion. Mais tout d'abord, récapitulons dans ce tableau nos estimations des coûts de congestion :

Tableau 1 : Les coûts de la congestion

	Coût des dommages	Coûts de l'évitement
Coûts pour la collectivité	Principalement surcoût imposé par les usagers VP aux TC (usagers et exploitants) soit 5 centimes par voy.km .	Coût de développement des TC = 0,14 F/voy.km
Coûts internes aux automobilistes	Temps perdu par les usagers VP et surconsommation de carburant soit 1,1 franc par voy.km	Coût de développement des voiries urbaines = 24 centimes par voy.km

Ces évaluations sont obtenues de la façon suivante :

- Coût des dommages, évaluation de la SOFRETU dans le compte national transport de voyageurs (page 81),
- Coût d'évitement, soit ce qu'il faut dépenser en transport collectif pour éviter une détérioration de la situation pour les VP, c'est-à-dire les dépenses prévues dans le cadre du XI^e plan¹⁰.

9. Pour les projets Laser et Muse, le prix envisagé au véhicule kilomètre est de 2,5 à 4,5 francs.

10. Cf rapport du Commissariat Général au Plan, La politique des Transports et ses orientations à moyen terme.

Pour les TC (21 milliards par an) rapportés au trafic VP urbain en voyageurs.kilomètres

- Coûts dus aux VP, évaluation de la SOFRETU dans le compte national transport de voyageurs (page 81)

- Coût de développement, soit ce qu'il faut dépenser en voirie pour que la circulation urbaine reste fluide, c'est-à-dire les dépenses maxima prévues au XI^e plan (36 milliards par an) rapportées au trafic VP urbain en voyageurs.kilomètres.

Avec de telles évaluations, on aboutit à des valeurs grossières mais significatives de ce qui est déjà supporté par les uns et les autres, et de ce que l'on pourrait imputer dans une perspective maximaliste de tarification : **43 centimes par voyageur.kilomètre, soit le coût externe imposé aux TC et les coûts de développement des TC et des voiries (5 + 14 + 24)**. Le temps perdu par les automobilistes est déjà internalisé. La valorisation des effets négatifs de la congestion se révèle délicate en raison d'une multitude d'approches, qui peuvent se décliner, d'une part, en une approche temporelle fondée sur la valeur du temps et le coût des dommages, et d'autre part, en une approche spatiale, qui nous oriente vers une réflexion en termes de coûts d'évitement.

Ces résultats ne prennent pas en compte, d'une part, le temps perdu par les automobilistes qui est *interne* et, d'autre part, le coût *interne* de développement des voiries urbaines. Dans une *perspective maximaliste de tarification*, on pourrait estimer ce coût à 65 milliards de francs (0,54 francs par véh.km), soit le coût externe imposé aux TC et les coûts de développement des TC et des voiries VP (8 + 21 + 36 milliards de francs).

Ce coût paraît *a priori* extrêmement élevé. Que l'on s'intéresse à la valeur du temps perdu dans les embouteillages ou que l'on tente de valoriser l'usage gratuit de l'espace public, on aboutit à des valeurs unitaires exorbitantes : de 1 à 3 francs par véhicule.kilomètre. On peut alors s'interroger : ou bien ces estimations sont extravagantes et il serait bon de les moduler (en réduisant la valeur accordée à chaque heure perdue dans les embouteillages ou en redéfinissant le coût de l'usage de l'espace) ; ou bien elles sont proches de la réalité. Mais quel que soit le cas, la question qui se pose est de savoir si les dommages ainsi mesurés sont inférieurs ou non aux dépenses d'évitement qu'il faudrait engager pour y échapper (notamment dans les grandes agglomérations le coût du développement des voiries enterrées).

Tant que la congestion est socialement acceptée, cela signifie implicitement que le coût de réalisation d'une infrastructure nouvelle est jugé exorbitant : les usagers et la collectivité préfèrent perdre du temps plutôt que de payer une infrastructure dont le montant serait supérieur à la valeur du temps perdu.

Par contre, dès lors que l'on parle d'internalisation des coûts de la congestion, cela signifie que l'on se place dans une logique d'évitement, c'est-à-dire de développement de l'offre. Autrement dit, régler le problème des encombrements par une tarification du temps perdu, ou de l'espace consommé conduit droit au développement de nouvelles infrastructures routières.

C'est bien là que se situe l'enjeu fondamental de la mesure des coûts de congestion : on s'aperçoit qu'une telle évaluation ne conduit pas forcément vers une autre conception des déplacements en milieu urbain. Elle peut même conduire, en optimisant par la tarification de réseaux routiers toujours plus développés, à améliorer la circulation automobile de telle manière qu'elle encourage encore plus mobilité routière et extension urbaine.

Nous verrons dans la deuxième section, à partir du problème des effets externes d'environnement, que le problème mériterait d'être posé de façon large. A la construction d'une nouvelle voirie routière, il faut en effet opposer d'une part la construction d'une nouvelle voirie pour un autre mode, et d'autre part les réglementations et interdictions de circulation propres à modifier le partage modal entre VP et TC. Cependant, à ce stade de notre rapport, contentons nous de constater que la régulation du système de transport par une tarification de la congestion, c'est-à-dire l'internalisation d'un certain nombre de transferts présentés auparavant, représente une solution qui peut en définitive satisfaire le plus grand nombre. En effet, elle se heurte certes à une aversion sociale au péage, mais c'est une solution qui peut permettre de poursuivre la logique actuelle en faveur de la mobilité (avec polarisation des centres urbains et poursuite de la péri-urbanisation), tout en réglant le problème des impasses financières vers lesquelles conduisait cette logique.

S. Les coûts externes entre usagers de la voirie : synthèse

Les coûts de la congestion peuvent être interprétés comme des coûts sacrifiés d'un commun accord par les individus et la collectivité au profit de la poursuite d'une logique urbaine qui satisfait le plus grand nombre. Les coûts du temps perdu par les automobilistes dans les embouteillages peuvent être estimés de l'ordre de 100 milliards de F/an ($1,1/\text{voy.km}$). De son côté, la collectivité dans son ensemble consent à un effort de 40 mds F ($0,43 \text{ F/voy.km}$), soit le coût externe imposé aux TC et les coûts prévus de développement des TC et des voiries. La valorisation des effets négatifs de la congestion se révèle délicate en raison d'une multitude d'approches, qui peuvent se décliner, d'une part, en une approche temporelle fondée sur la valeur du temps et le coût des dommages, et d'autre part, en une approche spatiale, qui nous oriente vers une réflexion en termes de coûts d'évitement.

La question qui se pose est en fait de savoir si les dommages ainsi mesurés sont inférieurs ou non aux dépenses d'évitement qu'il faudrait engager pour y échapper (notamment dans les grandes agglomérations le coût du développement des voiries enterrées). Tant que la congestion est socialement acceptée, cela signifie implicitement que le coût d'extension des voiries routières est jugé exorbitant : les usagers et la collectivité préfèrent perdre du temps plutôt que d'accepter un péage dont le coût serait supérieur à la valeur du temps perdu. Par contre, si devant l'augmentation progressive des dommages, on s'oriente vers une internalisation des coûts de la congestion, cela signifie que l'on se place dans une logique d'évitement, c'est-à-dire de développement de l'offre. Une tarification du temps perdu, ou de l'espace consommé est donc directement liée au développement de nouvelles infrastructures routières.

II. L'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie

La partie précédente s'est essentiellement attachée aux conséquences de la congestion sur le système de transports lui-même. Il existe cependant un second niveau d'analyse de l'impact de cette congestion routière, sur l'environnement en général et le cadre de vie des personnes résidant le long des axes de transport en particulier. En effet, la baisse des vitesses moyennes sur certains tronçons de voirie va d'une part modifier les caractéristiques d'émissions des véhicules et d'autre part conduire à une redistribution des flux.

Cette partie va s'attacher à une analyse fine des spécificités des nuisances des transports routiers lorsque la circulation devient difficile. Le fil directeur de la réflexion est la comparaison entre une situation congestionnée et une situation où la voirie est supposée suffisamment bien dimensionnée pour conserver fluide la circulation routière, toutes choses égales par ailleurs (on suppose notamment que le nombre de déplacements ainsi que leurs origine et destination sont les mêmes dans les deux situations).

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'utilisation d'un modèle d'affectation du trafic routier, DAVIS, développé par l'INRETS et la mise à disposition par le CETE de Lyon des fichiers contenant l'ensemble des origines et destinations des déplacements en heure de pointe du soir et décrivant le réseau de voirie de l'agglomération lyonnaise en 1990.

La méthode de travail est brièvement présentée dans un premier point, une description détaillée étant renvoyée en annexe. Un second point, présentant les résultats, met en évidence deux principaux effets de la congestion : de très fortes variations unitaires des nuisances des transports routiers et une redistribution sensible des flux qui contribue d'une part à atténuer les conséquences des variations unitaires et d'autre part à étaler ces nuisances sur l'ensemble du territoire. La mise en lumière de ces différents effets conduira à s'interroger en conclusion sur la pertinence d'une recherche systématique de fluidité du trafic au regard du critère "environnement et cadre de vie".

A. Points de méthode

Avant de présenter plus en détail les hypothèses de calcul des niveaux d'émission et la façon dont a été conçue la comparaison entre situations fluides et congestionnées, une présentation rapide du modèle et des données utilisées permettra de mieux comprendre le cadre et les limites de la réflexion [pour des renseignements complémentaires voir annexe n°2].

1. Modèle et données utilisées

a) Présentation du modèle DAVIS

DAVIS (Distribution, Affectation, VISualisation) est un modèle statique d'affectation du trafic développé par l'INRETS. De nombreux enrichissements ont été apportés depuis sa création en 1972 mais nous ne présenterons ici que les grandes lignes de la version¹¹ et des options utilisées dans le cadre de ce travail.

DAVIS est un modèle d'affectation du trafic : à partir d'une représentation simplifiée d'un réseau de voirie (dont les arcs¹² sont caractérisés essentiellement par leur direction, leur longueur et leur capacité) ainsi que d'une matrice supposée contenir l'ensemble des déplacements effectués sur ce réseau à une période donnée et caractérisés par leur origine et leur destination, le modèle va rechercher les itinéraires utilisés pour fournir, en sortie, les flux par arc et les vitesses qui découlent des contraintes de capacité.

Le modèle est statique dans le sens où ces flux et vitesses par arc sont censés représenter la situation moyenne sur la période considérée et ne cherchent pas à rendre compte des évolutions de la situation du trafic à l'intérieur de cette période.

Pour retrouver les itinéraires des déplacements, différentes procédures de calcul sont possibles. Nous avons privilégié ici la procédure dite de Wardrop du nom de l'ingénieur anglais qui en a posé les fondements : s'il existe plusieurs itinéraires pour joindre deux lieux, le trafic se répartit de telle sorte que les temps de parcours entre ces deux lieux (1) sont toujours égaux, quels que soient les trajets finalement utilisés et (2) sont toujours inférieurs aux temps de parcours sur les autres trajets possibles. Le modèle reproduit ce principe à partir de temps généralisés intégrant le temps de parcours, la longueur des itinéraires et le confort des axes empruntés.

Enfin notons que pour prendre en compte autant que faire se peut le phénomène de la congestion, DAVIS calcule la longueur des files d'attente qui se créent lorsqu'un goulot d'étranglement se forme. Si la longueur de cette file est supérieure à la longueur de l'arc considéré, il répercute le trop plein en aval.

b) Les bases de données utilisées

Pour effectuer son affectation, DAVIS nécessite deux principales informations : une description du réseau de voirie et une matrice des déplacements avec leurs zones d'origines et leurs zones de destinations. Les simulations faites dans le cadre du présent exercice ont été réalisées à partir des données fournies par le CETE de Lyon concernant le réseau de l'agglomération lyonnaise en 1990 et les déplacements d'une heure de pointe du soir pour la même époque.

11. DAVIS-PLUS Version 2.3., TRIBUT Equilibre

12. Pour éviter toute confusion, nous désignerons un tronçon par la portion de voirie située entre deux carrefours, tous sens confondus. Un arc ne correspondra quant à lui qu'à un sens de circulation : on aura en général 2 arcs pour 1 tronçon, sauf dans le cas des sens uniques où ils seront confondus.

La page suivante donne une représentation cartographique de ce réseau. La matrice de demande a été composée à partir de 161 zones, il n'est donc pas question de l'insérer ici. Par contre un tableau regroupant ces zones en centre-ville (Lyon et Villeurbanne), première couronne, seconde couronne et extérieur peut être fourni à titre indicatif pour donner une image de la répartition des déplacements dans l'agglomération :

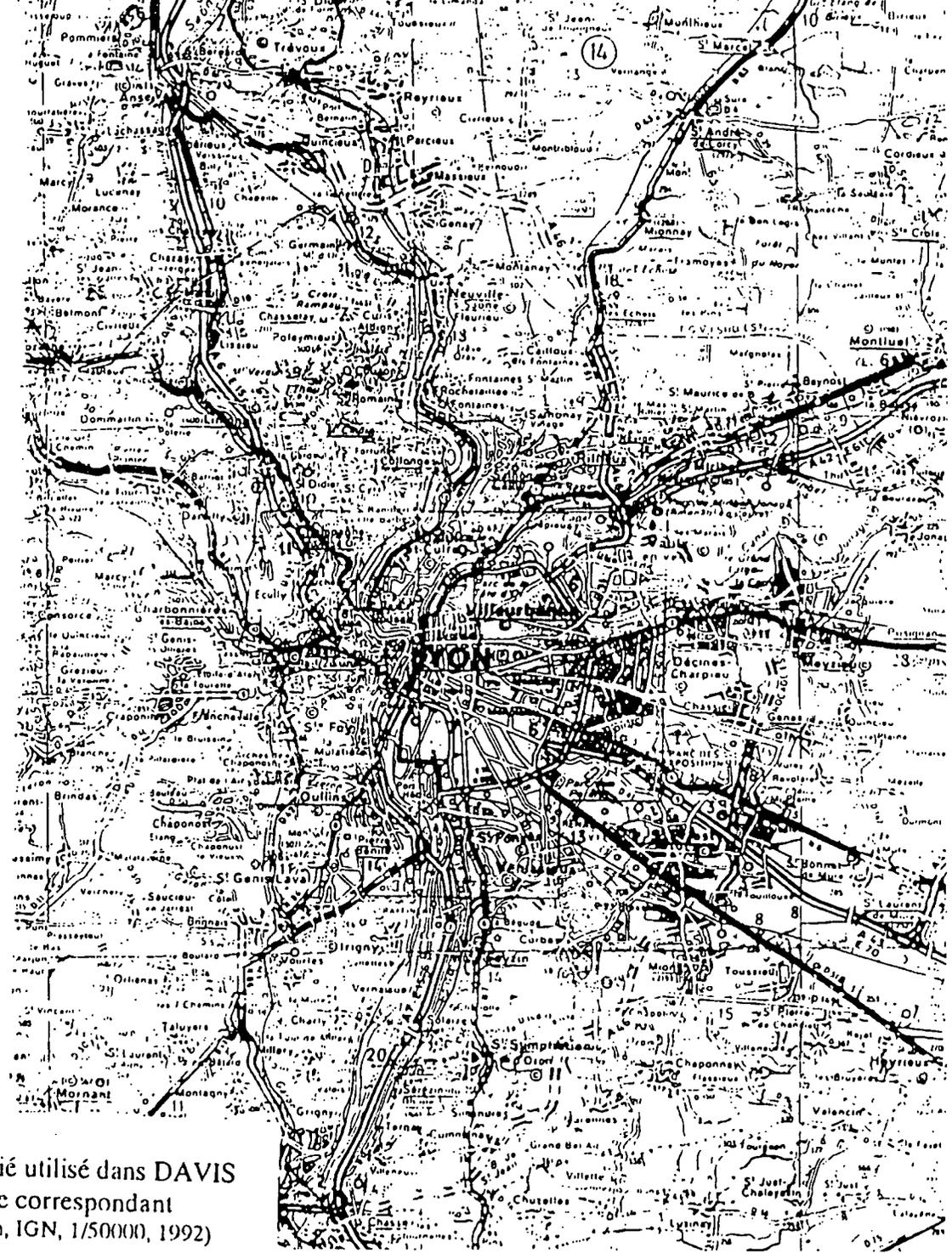
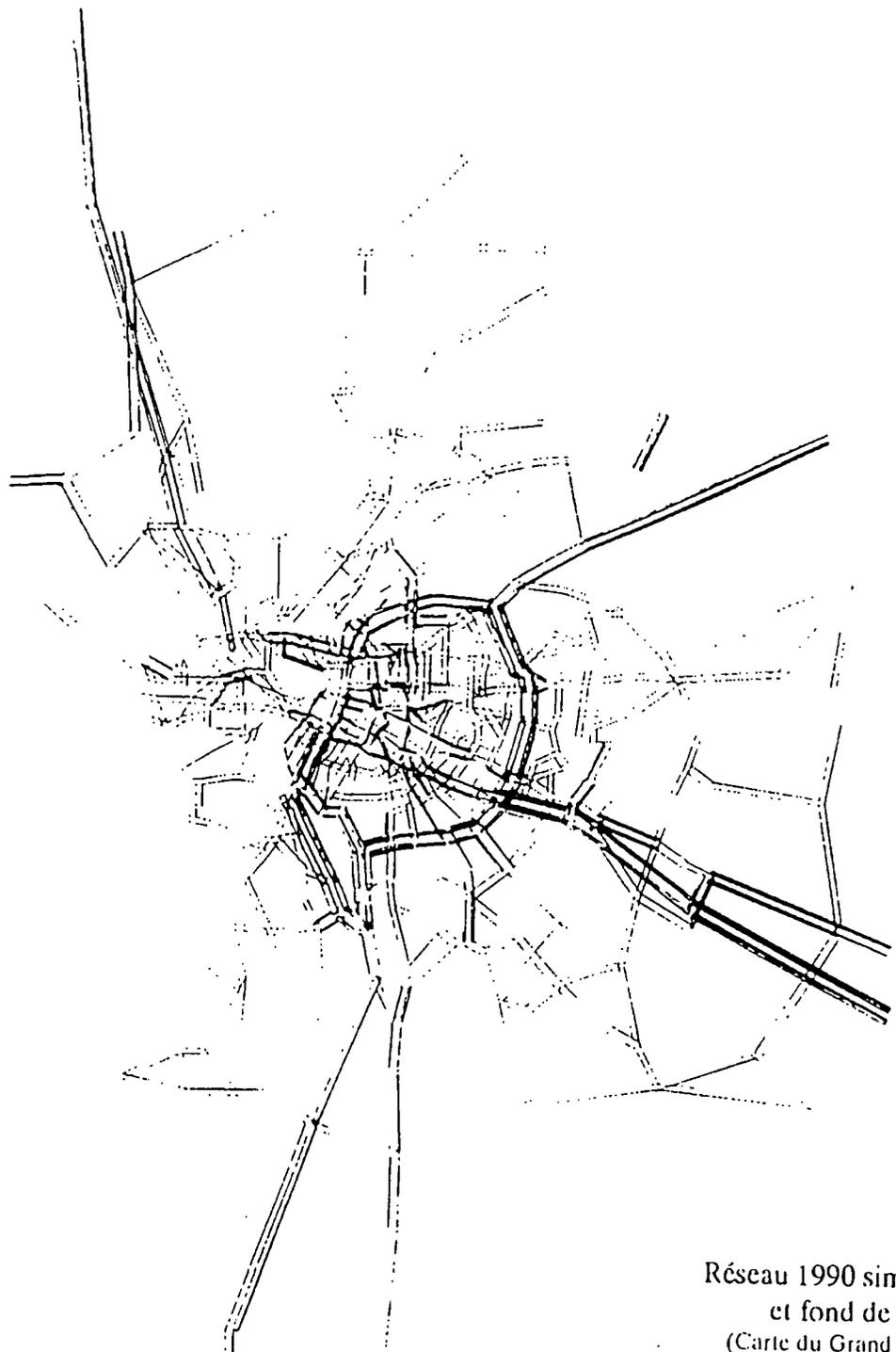
Tableau 2 : Répartition des déplacements dans l'agglomération de Lyon une heure de pointe du soir en 1990
(à partir de la matrice origine-destination utilisée par le CETE de Lyon)

OD	Centre	1 ^{ère} couronne	2 ^{de} couronne	Extérieur	Total (% et effectifs)
Centre	23%	10%	6%	5%	45% (68 819)
1 ^{ère} couronne	8%	6%	6%	2%	23% (34 830)
2 ^{de} couronne	6%	6%	9%	3%	24% (36 919)
Extérieur	4%	2%	2%	1%	9% (13 945)
Total (% et effectifs)	41% (62 769)	25% (38 393)	23% (35 778)	11% (17 573)	(154 513)

2. Situation "congestionnée" / situation "non congestionnée"

Pour analyser les effets de la congestion, la méthode a consisté à faire une double affectation du trafic, la première en conservant les capacités de voirie fournies par le CETE de Lyon, la seconde en supposant que ces capacités soient suffisantes pour ne poser aucune contrainte à la circulation. Pour chacune de ces affectations, des calculs d'émissions atmosphériques et sonores ont été faits en fonction des vitesses de circulation, des flux de véhicules et des types de voirie. Les écarts entre ces deux situations, tant en termes de vitesses moyennes et de répartition des flux sur le réseau que d'émissions sonores et atmosphériques, sont ensuite attribués aux effets de la congestion.

De plus les conséquences de la congestion ne relèvent pas de processus linéaires : par exemple, plus un axe est chargé, plus une variation donnée du trafic aura d'impact sur la vitesse moyenne de circulation. Pour vérifier si ce phénomène de non linéarité se retrouve également à un niveau global et affecte d'autres paramètres que la vitesse, le travail de double affectation a été fait plusieurs fois avec un nombre total de déplacements différent, tout en conservant constante la part de chaque origine-destination. Au total, 9 simulations ont été effectuées, chacune "avec" et "sans" congestion. Si l'on prend la matrice Origine-Destination d'heure de pointe du soir 1990 fournie par le CETE de Lyon comme matrice originelle, ces simulations se sont faites sur les volumes de déplacements suivants :



Réseau 1990 simplifié utilisé dans DAVIS
et fond de carte correspondant
(Carte du Grand Lyon, IGN, 1/50000, 1992)

Tableau 3

Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volume de déplacements	46 350	77 260	108 160	123 610	139 060	154 510	169 960	185 420	200 870
Coef. multiplicateur	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3

Avant d'exposer rapidement les méthodes d'évaluation des émissions sonores et atmosphériques à partir des sorties de DAVIS, soulignons dès à présent certaines limites de l'exercice :

- Ces différentes simulations ne jouent que sur deux paramètres, le volume de déplacements et la capacité de la voirie, toutes autres choses étant supposées égales par ailleurs. La qualité de la voirie et les vitesses autorisées restent identiques. Au niveau de la demande, la structure de la matrice O-D reste inchangée : certains effets de la congestion comme par exemple l'annulation de certains déplacements, les changements de destination, les réorganisations temporelles des activités ou les reports modaux n'ont pas vocation à être analysés ici.

- Pour effectuer ses calculs, le modèle utilisé pose l'hypothèse de comportement rationnel des conducteurs connaissant parfaitement l'état de la circulation sur tous les itinéraires possibles. Cette hypothèse se traduit par une forte variabilité des itinéraires en fonction du trafic. Cependant, certains paramètres ont été introduits sous DAVIS pour atténuer cette conséquence et obtenir des résultats plus satisfaisants [Cf. annexe n°2].

- Enfin, les origines et les destinations des déplacements correspondent en fait à des centres de zones. D'une part les déplacements à l'intérieur d'une même zone ne sont pas pris en compte. D'autre part la représentation de la voirie à l'intérieur des zones est schématisée à l'extrême : elle est en général représentée par 2 ou 3 tronçons qui relient le centre de zone au réseau de voirie principal. Pour éviter toute confusion, le parti a été pris de ne prendre en compte aucun trafic intrazone.

La démarche suivie permet donc d'obtenir des indications sur les conséquences d'une augmentation du nombre de déplacements sur la voirie interzone, toutes choses égales par ailleurs. Elle n'a pas pour objectif de donner une image exacte des "effets de la congestion" mais plutôt de donner une idée de la façon dont les transports routiers entrent en conflit avec l'environnement et le cadre de vie dans une agglomération lorsque leur importance augmente.

3. L'évaluation physique des nuisances

Les différentes simulations ont été la base d'évaluations physiques des nuisances sonores et atmosphériques.

Concernant les émissions de polluants atmosphériques par les transports routiers, nous nous sommes largement inspirés de la méthode mise au point par la société EUROPLAN qui a eu l'occasion d'évaluer les émissions de polluants atmosphériques et la consommation d'énergie au niveau de la COURLY en 1990¹³. Dans un premier temps, la méthode consiste à retrouver, à partir de la vitesse et du type de voirie fournis par les sorties de DAVIS, les cycles de circulation définis par l'INRETS¹⁴. A ces cycles sont associés des niveaux d'émission moyens par véhicule.kilomètre qui permettent d'établir, pour chaque arc, le niveau d'émissions polluantes en fonction de sa longueur et du flux de véhicules. Ces calculs sont affinés en prenant en compte la part des différents types de véhicules en circulation (Véhicules Légers, essence et diesel, Poids Lourds et Autobus) ainsi que la part de véhicules roulant avec le moteur encore froid. Ce calcul par arc peut ensuite être agrégé suivant le découpage géographique désiré. Le détail chiffré de cette méthode est présenté en annexe. Notons que les résultats présentés ici diffèrent de ceux présentés par EUROPLAN du fait que nous avons éliminé tous les déplacements ou parties de déplacements intrazonas.

Les évaluations d'émissions sonores ont été établies à partir du Guide du bruit des Transports Terrestres¹⁵. A partir de la vitesse, du type de voirie et d'une estimation du type d'écoulement des flux de véhicules (fluide ou pulsé), on a calculé la puissance acoustique émise par type de véhicule (VP, PL) exprimée en $Leq(1 \text{ heure})$ en dB(A)¹⁶. Ces émissions unitaires sont ensuite agrégées par tronçon, suivant les flux et les parts relatives estimées de chaque type de véhicule sur chaque arc du tronçon. Des résultats globaux peuvent ensuite être présentés en nombre de kilomètres de voirie générant un niveau sonore compris dans une fourchette de dB(A) donnée.

13. EUROPLAN : POLYEN, *analyse des émissions de pollution liées à l'énergie dans l'agglomération lyonnaise. Volumes I, II et III*. Etude pour le compte de la COURLY, la Commission des Communautés Européennes (DG VII) et Rhônalménergie. Lyon, Mars 1992. Pour ce qui concerne la méthode d'évaluation des émissions de polluants atmosphériques des transports routiers, confère pp. 229-252 du Volume II.

14. Cf. JOURMARD et alii : *Emissions unitaires de polluants des véhicules légers*. Rapport INRETS n°116, Bron, Mars 1990. 120 p.

15. CETUR : *Guide du bruit des transports terrestres - Prévision des niveaux sonores*. Ministère de l'environnement et du cadre de vie, Ministère des transports - Direction Générale des Transports Intérieurs- Bagneux, Novembre 1980. 303 p.

16. Cf. notamment pp. 90-103 du *Guide du bruit des transports terrestres...* Op. Cit. pour cette méthode de calcul et, plus précisément, p. 99 pour les abaques permettant de déduire la puissance acoustique par véhicule en fonction des vitesses et des types d'écoulement. Une représentation simplifiée de ces abaques est par ailleurs fournie en annexe.

Il faut bien préciser que ce niveau sonore correspond au cas théorique d'une réception située sur "l'isophone de référence" c'est-à-dire "à 30 mètres du bord de voie, 10 mètres au dessus du plan de la chaussée dans le cas d'une voie rectiligne à bords dégagés, de même trafic, placée sur un sol très réfléchissant"¹⁷. Autant dire que les calculs faits ici n'ont aucune prétention à représenter un niveau sonore réellement perçu : il faudrait intégrer de nombreux autres paramètres tels que la nature du sol, le type de bâti autour de la voirie, les protections acoustiques existantes (murs antibruit, vitrages ou double vitrage)... De même, certains facteurs importants pour les émissions sonores des véhicules, comme la pente de la voirie ou la proximité d'un carrefour, n'ont pas été pris en compte.

Les évaluations qui ont été faites, tant pour les émissions sonores qu'atmosphériques, se veulent plus être des indicateurs permettant de comparer différentes situations que de véritables mesures d'une quelconque réalité. Leur étude, comme nous allons le voir maintenant, permet déjà de rendre compte de et de s'interroger sur la manière dont évoluent ces types de nuisances lorsque le nombre de déplacements routiers augmente.

B. Les effets de la congestion

Une première lecture des résultats peut être faite en observant la manière dont évoluent les caractéristiques des déplacements lorsque leur nombre augmente : une baisse progressive de leur vitesse moyenne avec comme corollaire une hausse significative de leur durée mais aussi, du fait d'une réadaptation de leurs itinéraires par les conducteurs, une baisse sensible des distances parcourues (-12% entre les scénarios 1 et 9).

Tableau 4

Caractéristiques moyennes par déplacement	Sc. 1	Sc. 2	Sc. 3	Sc. 4	Sc. 5	Sc. 6	Sc. 7	Sc. 8	Sc. 9
Vitesse (km/h)	35,3	30,8	25,7	23,3	20,3	17,6	15,1	13,1	11,4
Durée (mn)	14,4	15,6	18,4	20,3	23,1	26,4	30,4	35,1	39,0
Longueur (km)	8,4	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,7	7,6	7,4

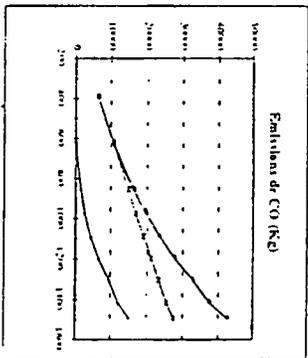
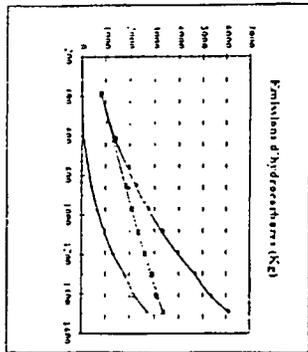
Avant de s'interroger sur la signification et les implications de la baisse de la longueur moyenne des déplacements, nous allons d'abord estimer l'impact de la variation des vitesses sur les émissions sonores et atmosphériques.

17. Idem p. 88.

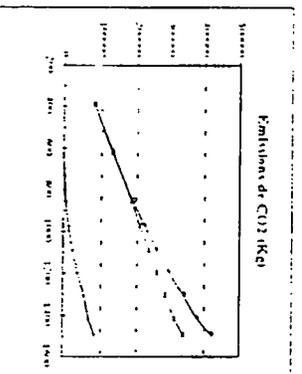
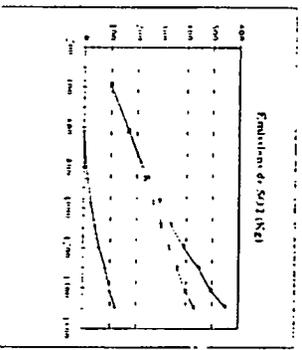
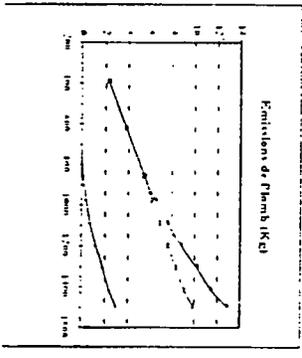
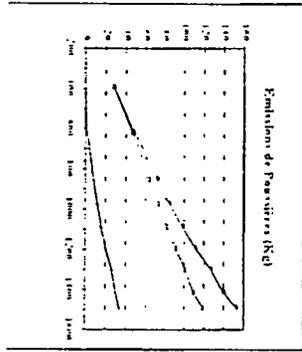
Evolution des émissions de différents polluants atmosphériques en fonction de la hausse des véhicules kilomètres

Sensibilité au trafic : Niveau d'impact : Local Régional Global

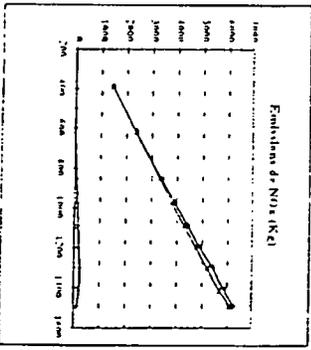
Très sensibles



Sensibles



Peu sensibles



Légende :
 Abcisses : nombre de Véhic.Km, en millions
 x : émissions liées à la simple hausse du trafic
 + : surémissions liées à la congestion
 0 : total des émissions pour le polluant considéré

1. Un impact important sur les niveaux d'émissions

a) Pollution atmosphérique...

La série de graphiques page précédente permet de donner une idée de la sensibilité des différents types de polluants à la hausse du trafic exprimée en véhicules.kilomètres. Pour chacun d'entre eux, la part des émissions liée à la congestion (courbe inférieure) et celle liée à la simple hausse du trafic s'il n'y avait pas eu de congestion (courbe centrale) sont représentées. La courbe supérieure fait le bilan de ces deux effets réunis.

Une première conclusion, immédiate, renvoie à l'hétérogénéité des liaisons à la congestion. Cependant, trois "familles" peuvent être dégagées :

1. Les hydrocarbures et le monoxyde de carbone (CO) sont très affectés par le niveau de congestion : les parts d'émissions liées à la congestion de ces polluants représentent respectivement 44 et 35% du total des émissions lors de la simulation n°9 (derniers points des courbes).

2. Les poussières, le plomb, le soufre (SO₂) et le gaz carbonique (CO₂) forment un groupe homogène avec une part d'émissions liées à la congestion de l'ordre de 22-23% du total dans la dernière simulation.

3. Les oxydes d'azotes (NO_x), enfin, restent totalement indépendants de l'état de la circulation.

Il faut noter ensuite que si l'on reprend cette classification, les polluants les plus sensibles à la congestion sont ceux qui ont un impact essentiellement local et à court terme. La lutte pour la fluidité de la circulation, à volume de trafic égal, aura un impact important et immédiat sur la qualité de la vie des résidents d'une agglomération en provoquant une baisse notable des émissions d'hydrocarbures et de CO et en réduisant la teneur en plomb, en poussière et en soufre de l'air. Les niveaux régionaux (notamment pluies acides dues à la conjonction de SO₂ et NO_x) et globaux (effet de serre lié aux émissions de CO₂) bénéficieraient certes d'une telle lutte mais dans une moindre mesure.

b) ...et nuisances sonores

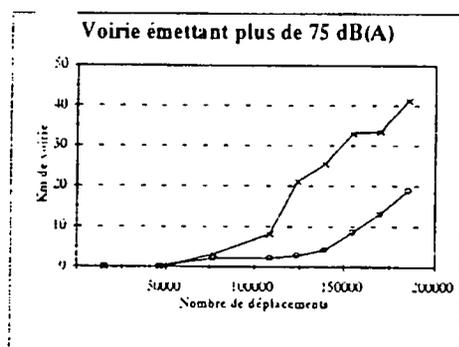
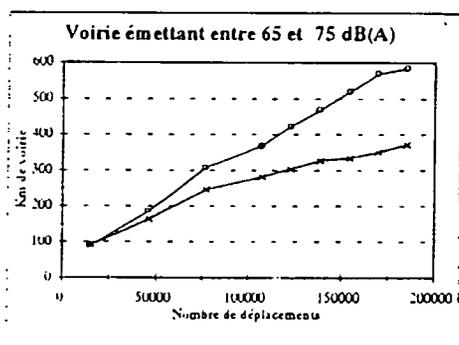
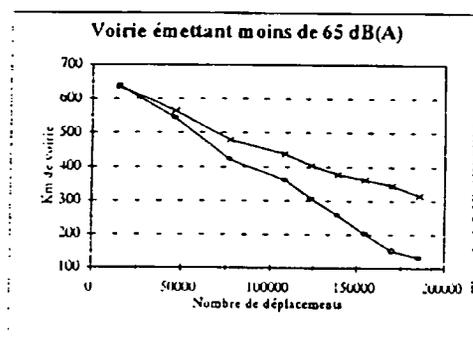
L'indicateur de nuisance sonore qui a été retenu correspond au nombre de kilomètres de voirie émettant tel ou tel niveau de bruit sur l'isophone de référence. L'agent émetteur considéré n'est donc plus le véhicule mais la voirie elle-même. Cet indicateur est dépendant à la fois de la vitesse moyenne et du flux de véhicules par tronçon de voirie.

- La vitesse a une grande influence sur les émissions sonores par véhicule. D'après les indications fournies par le CETUR¹⁸, la vitesse optimale au regard du critère "bruit" est d'environ 40-50 km/h pour les véhicules légers et 60 km/h pour les poids lourds. A ce niveau, le régime des moteurs est, en moyenne, le plus performant et le moins bruyant. A une vitesse supérieure, le bruit du moteur se trouve progressivement masqué par celui du contact entre les pneumatiques et la chaussée.

- Les flux vont permettre, par réaggrégation, de calculer le bruit émis au niveau des tronçons. De plus, ces flux dépendent de l'état général de la circulation sur l'ensemble du réseau car c'est en fonction de ce dernier que les conducteurs vont adapter leur itinéraire.

Ce n'est qu'en tenant compte de ces deux variables que l'on peut tenter de lire les trois graphiques ci-dessous.

**Indicateur d'émissions sonores sur l'isophone de référence :
Evolution des longueurs de voirie émettrices en fonction du nombre de déplacements**



Légende :

o : congestion prise en compte
x : voirie sans contrainte de capacité

18. CETUR, *Guide du bruit des transports terrestres*. Op. Cit. On peut également se référer à l'annexe dans laquelle les abaques d'émissions sonores en fonction des vitesses sont reproduites.

Sans se pencher sur le détail des modifications d'itinéraires qui est abordé dans la partie suivante, on s'aperçoit déjà que la congestion permet de réduire notablement les zones catastrophiques où le niveau sonore serait supérieur à 75 dB(A). A nombre égal de déplacements, une situation fluide conduit à concentrer un trafic important sur certains axes privilégiés, avec une vitesse élevée. L'introduction de contraintes de capacité va d'une part réduire les vitesses sur ces axes et d'autre part déporter un certain nombre de déplacements sur d'autres itinéraires. De ce point de vue, la situation s'améliore de façon spectaculaire.

Par contre cette réduction des zones soumises à un niveau de bruit catastrophique va se payer par une réduction bien plus importante des zones "confortables", soumises à moins de 65 dB, alors que celles en situation critique, entre 65 et 75 dB, vont augmenter. Si l'on ne considère que la dernière simulation, la diminution de zones catastrophiques se joue sur une vingtaine de kilomètres de voirie pour une baisse de 200 km dans les zones qualifiées de confortables qui basculent en zones critiques.

La congestion, par la redistribution spatiale des itinéraires qu'elle entraîne, conduit donc à une nette détérioration dans les zones en principe protégées car *a priori* non considérées comme zones de transit. La diminution globale des vitesses ne compense pas cette détérioration. On peut de plus se demander dans quelle mesure le fait d'éviter des nuisances très fortes dans quelques zones localisées peut justifier l'étalement de ces nuisances sur une échelle plus importante, même à un niveau moindre : le processus est redistributif mais non parétien.

c) Conclusion

Cette première analyse des effets de la congestion a montré que leurs enjeux se situent essentiellement à un niveau local, sur le cadre de vie des résidents du territoire considéré, tant pour la pollution atmosphérique que pour le bruit. Les niveaux régionaux et globaux, même s'ils sont également concernés, restent d'abord et avant tout affectés par le niveau de trafic, quel que soit l'état de la circulation. Dans ce contexte, il est nécessaire de s'interroger sur la redistribution des itinéraires pour en mesurer les conséquences tant au niveau local puisque, nous l'avons vu pour le bruit, la congestion étale les nuisances sur des périmètres importants, qu'au niveau régional ou global car les variations des longueurs des déplacements induisent une modification du trafic total exprimé en véhicules.kilomètres.

2. Une redistribution des flux

L'adaptation des automobilistes face à une situation d'engorgement se traduit par une redistribution à la fois temporelle et spatiale des flux : temporelle du fait d'un report des déplacements en dehors des périodes les plus difficiles qui se traduit par un étalement dans le temps de la pointe de trafic ; spatiale car comme nous l'avons déjà évoqué les conducteurs en recherche d'itinéraires moins encombrés vont éviter les axes lourds surchargés et envahir le reste de la voirie. Compte tenu de nos outils à disposition, nous ne nous sommes attachés ici qu'à l'aspect spatial de cette redistribution.

a) Une baisse de la longueur des déplacements

La première conséquence de la réaffectation des déplacements est la diminution de leur longueur moyenne. Entre une situation considérée comme totalement fluide (première simulation ne comprenant qu'1/3 des déplacements de la matrice originelle) et une situation de circulation très difficile (+ 30% de déplacements par rapport à cette même matrice qui correspond à une heure de pointe du soir), cette longueur passe de 8,4 à 7,4 km soit une baisse d'environ 12%.

Le mécanisme qui pousse à ce phénomène est relativement simple : en situation de circulation fluide, les automobilistes n'hésitent pas à faire un détour pour rejoindre les grands axes sur lesquels la vitesse peut être élevée tant du fait des caractéristiques de la voirie que des limitations moins contraignantes. Lorsque le nombre de déplacements augmente, ces axes lourds se trouvent de ce fait parmi les premiers touchés par la congestion. Un nombre croissant d'automobilistes a alors intérêt à rectifier leurs itinéraires et à abandonner leurs détours : la distance moyenne par déplacement a tendance à baisser.

Cette diminution va avoir comme corollaire une baisse du trafic en situation congestionnée par rapport à une situation avec les mêmes déplacements mais sans contrainte de capacité de voirie. Par exemple, à une heure de pointe du soir en 1990 dans l'agglomération lyonnaise (Simulation 6) correspond une baisse totale de 8% des véh.km par rapport à une situation fluide à demande de déplacements identique. On peut donc estimer que cet effet induit par la congestion a permis d'éviter une hausse encore plus forte des nuisances de la route : les émissions sonores et atmosphériques se sont faites sur une distance totale parcourue inférieure de 8% à ce qu'elle aurait pu être...

Remarquons cependant que ce phénomène a été mis en évidence en supposant que les conducteurs ont une connaissance parfaite tout à la fois du réseau de voirie et de l'état de la circulation au moment où ils effectuent leur déplacement. Cette hypothèse ne peut apparaître vraisemblable que sur des points de congestion récurrents et des déplacements répétitifs tels que le domicile-travail. En situation exceptionnelle comme un encombrement provoqué par un accident ou des travaux temporaires ainsi que lors de déplacements non habituels pour lesquels les automobilistes n'ont pas la même connaissance des points noirs et des itinéraires alternatifs, les réadaptations risquent d'être moins nombreuses et ne respecteront pas le même mécanisme.

La baisse des distances moyennes liée à l'augmentation du nombre de déplacements peut donc être considérée comme une tendance lourde mais elle n'est certainement pas aussi forte que ce qui est proposé par DAVIS.

b) L'envahissement des zones résidentielles

La baisse de la longueur des déplacements peut donc être considérée comme un moindre mal si l'on dresse un bilan global des émissions des transports routiers. Cependant cette baisse se fait, nous l'avons vu, par un report des itinéraires passant par les axes lourds sur la voirie à gabarit plus réduit que nous qualifierons ici de **secondaire**¹⁹.

Tableau 5 : Reports liés à la congestion suivant le type de voirie (mesurés en milliers de véh.km)

exemple d'une heure de pointe du soir sur l'agglomération lyonnaise en 1990

	véh.km hors contrainte de capacité de voirie	véh.km après reports liés à la congestion	Variation (en %)
Grands axes	887	757	- 17%
Voirie secondaire	417	439	+ 5%
Total	1304	1197	- 9%

La baisse des distances moyennes - et donc l'ampleur des reports qui y sont **liés** - est plus importante en périphérie que dans le centre dans la mesure où, en situation fluide, les différentiels de vitesse suivant les itinéraires sont beaucoup plus élevés : **toutes** les autoroutes et une part importante des voies rapides urbaines se situent en première et seconde couronne.

Tableau 6 : Reports liés à la congestion suivant la distance au centre (mesurés en milliers de véh.km)

exemple d'une heure de pointe du soir sur l'agglomération lyonnaise en 1990

	véh.km hors contrainte de capacité de voirie	véh.km après reports liés à la congestion	Variation (en %)
Centre ville (Lyon+Villeurbanne)	485	460	- 5%
1 ^{ère} couronne	442	397	- 11%
2 ^{ème} couronne	377	340	- 11%
Total	1304	1197	- 9%

19. Ce terme désigne habituellement un type plus précis de voirie. Le réseau secondaire correspondra ici à l'ensemble de la voirie hormis :

- Les grands axes : autoroutes, voies rapides urbaines ainsi que les pénétrantes qui correspondent à la continuation logique de ces axes vers le centre ville ;

- Le réseau fin de desserte locale, qui n'a pas été pris en compte dans cette réflexion (Cf. première partie méthodologique). Il nous semble cependant que le raisonnement qui sera poursuivi ici sur le réseau "secondaire" peut être étendu à ce réseau local.

La congestion implique donc une redistribution du trafic des grands axes sur l'ensemble du réseau. Cette redistribution n'a pas grande importance pour ce qui concerne les émissions dont l'impact se mesure à un échelon régional ou global. Par contre, pour les nuisances de proximité, les conséquences sont toutes autres : elle évite des concentrations encore plus fortes en certains points noirs mais, par contre, va étendre le nombre de zones concernées par les nuisances des transports routiers. Cet aspect de concernement de proximité est d'autant plus important à souligner que, comme nous l'avons vu, les émissions qui sont le plus affectées par la congestion ont des impacts essentiellement locaux : bruit, hydrocarbures, oxyde de carbone et, dans une moindre mesure, plomb et poussière.

On peut parler en quelque sorte de la tendance redistributive et égalitariste de la congestion sur l'ensemble des résidents d'une agglomération. Par contre les mesures de protection qui peuvent éventuellement être prises en certains points localisés sont difficilement susceptibles d'être étendues à l'ensemble du territoire, même si elles sont plus légères du fait d'une moindre concentration des flux.

C. Lutter contre la congestion : une réponse adéquate ?

Nous venons de montrer que le phénomène de congestion, qui génère des coûts externes à l'intérieur même du système de transport, a également des répercussions à l'extérieur de ce système, et ce à au moins deux niveaux :

- D'une part l'altération des vitesses entraîne de fortes variations des nuisances par véhicule.kilomètre. Il y a surconsommation d'énergie et surémission de polluants atmosphériques. Par contre les émissions sonores, qui sont en partie liées positivement à la vitesse, se trouvent amoindries.

-D'autre part-l'adaptation des automobilistes face à une situation d'engorgement se traduit par une redistribution à la fois temporelle et spatiale des flux sur la voirie. Nous ne nous sommes intéressés ici qu'à l'aspect spatial. La recherche d'itinéraires moins encombrés amène les automobilistes à éviter les axes lourds surchargés et à envahir les voiries secondaires. Ce phénomène va avoir une double conséquence. Tout d'abord les distances parcourues par déplacement ont tendance à baisser entraînant, globalement, une baisse sensible du nombre total de véhicules.kilomètres et donc des nuisances qui y sont liées. Par contre cette redistribution a tendance à disperser les nuisances sur un territoire plus vaste au lieu de les laisser concentrées en certains points noirs bien localisés. Et même si cette dispersion permet d'atténuer la hausse globale des émissions de polluants atmosphériques, il n'empêche qu'elle entraîne une dégradation du cadre de vie sur une échelle beaucoup plus vaste.

Ainsi, malgré certaines tendances contradictoires, les inconvénients supplémentaires liés à la congestion sont indéniables, notamment en ce qui concerne la hausse de la pollution atmosphérique et la dégradation du cadre de vie sur un territoire élargi.

a) Non à certains types de mesures

Cependant, ce bilan négatif de la congestion par rapport au critère "environnement et cadre de vie" ne permet pas une recherche tous azimuts de la fluidité du trafic. En effet, la cause première des nuisances routières reste d'abord et avant tout le nombre de véhicules en circulation. Les mesures de lutte contre les encombrements qui ne visent pas, en même temps, à réduire le trafic routier (soit par une baisse du nombre de déplacements, soit par une diminution de leur longueur moyenne) conduisent, au regard de ce seul critère, à une détérioration de la situation. Ainsi en est-il des investissements dans de nouvelles infrastructures ou des améliorations de la voirie existante comme la mise en place des plans de feux gérés en "temps réel" : à court terme, leur effet va être amoindri par l'allongement des distances de déplacements qu'elles vont provoquer ; à long terme, le trafic induit par ces nouvelles potentialités de circulation va ramener le niveau de congestion à son état initial avec cependant un nombre accru de véhicules.kilomètres parcourus.

b) L'effet masque des progrès technologiques

Dans ces conditions, si le niveau de nuisances ne s'aggrave pas, c'est qu'entre-temps les progrès technologiques ont rendu les véhicules plus performants dans ce domaine. Ainsi, jusqu'à présent, la lutte contre la congestion n'a pu se justifier que pour pallier aux dysfonctionnements internes du système de transport en tablant sur les progrès technologiques pour éviter l'apparition de contradictions entre mobilité - automobile- et environnement. Pour l'avenir, on peut penser que la montée des exigences environnementales, tant locales que globales, va encore accélérer le processus d'amélioration technologique des véhicules routiers. La question est de savoir si ces améliorations permettront de contrebalancer suffisamment les effets d'une hausse des flux pour satisfaire à la montée des exigences environnementales. La réponse reste en suspens.

D. Conclusion

Si l'on recherche des moyens complémentaires pour satisfaire à ces exigences, la lutte contre la congestion en tant que telle n'est pas une réponse pertinente, il faut plutôt se tourner vers des mesures touchant à la logique de la mobilité : soit par restrictions réglementaires ou tarifaires, soit par l'encouragement des modes de transport collectifs, soit enfin, en amont du système de transport, par une action sur la localisation de l'habitat et des activités pour tenter d'enrayer la tendance à l'allongement des distances de déplacement. C'est à une présentation de certaines de ces mesures que la prochaine partie est consacrée.

Cependant une évaluation monétaire, aussi discutable soit elle, reste nécessaire pour rendre compte des enjeux qui sous-tendent de telles politiques. Une première évaluation a été faite concernant les coûts externes de la congestion sur le système de transport lui-même. Par contre, la réflexion menée sur les effets de la congestion en matière environnementale est restée essentiellement théorique et les évaluations sur lesquelles elle a pu déboucher sont restées de l'ordre des quantités physiques. Le chapitre suivant va donc être consacré à une tentative de monétarisation des nuisances de la route sur l'environnement et le cadre de vie, les développements qui viennent d'être faits permettant de mieux comprendre les spécificités du milieu urbain en ce domaine. Ceci permettra de déboucher sur un tableau synthétique des coûts externes des transports urbains justifiant la mise en place de mesures d'internalisation.

SECTION 2 : LES ATTEINTES DE LA CIRCULATION ROUTIERE URBAINE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE CADRE DE VIE

L'OCDE a proposé une liste des divers types d'atteintes à l'environnement en fonction des modes de transport. Elle est reprise en page suivante car elle offre une bonne synthèse des connaissances en la matière. Parmi l'ensemble des nuisances recensées par cet organisme, nous en avons privilégié quatre, le bruit, la pollution atmosphérique, l'insécurité et la congestion car elles font l'objet d'un réel débat collectif et sont les mieux susceptibles d'être évaluées compte tenu des connaissances actuelles. Une très forte incertitude reste cependant attachée aux chiffres que nous allons fournir, tant du fait des discussions encore contradictoires autour des méthodes d'évaluation physiques et monétaires de ces nuisances que du fait des modifications possibles du nombre de nuisances considérées comme importantes (il y a 15 ans, la question des conséquences du CO₂ émis par les activités humaines n'était pas soulevée).

Précisons que, dans notre évaluation des coûts externes des transports urbains, nous considérerons essentiellement ceux liés aux trafics VP. Nous nous plaçons en effet dans une logique de conflit entre la préférence pour l'environnement (urbain) et pour l'automobile, dans lequel les TC représentent en partie une production sociale parmi d'autres destinée à pallier aux nuisances des VP. Evaluer les coûts externes à la charge de la collectivité d'une production de cette même collectivité est quelque peu redondant et inutile, sinon pour constater l'évidence, c'est-à-dire la crise de leur financement, ce qui nous amène aux mesures d'internalisation présentées en dernière partie. Rappelons que les nuisances et l'insécurité des TC sont estimées au maximum à l'ordre de grandeur inférieur à celles des VP, ce qui rend nul l'enjeu de leur monétarisation. Par ailleurs, nous avons rappelé les limites des monétarisations, donc nous ne présenterons pas un tableau présentant "objectivement" les coûts externes comparatifs des TC et des VP. Tout au plus, nous permettrons nous d'avancer quelques résultats concernant l'automobile, dont la croissance structurelle des trafics paraît insoutenable à terme.

Tableau 7 : Effets des principaux modes de transport sur l'environnement

PRINCIPAUX MODES DE TRANSPORT	AIR	RESSOURCES EN EAU	RESSOURCE SOL	DÉCHETS SOLIDES	BRUIT	ACCIDENTS RISQUES ET EFFETS	AUTRES EFFETS
TRANSPORTS MARITIMES ET NAVIGATION INTÉRIEURE		Modification des systèmes hydrologiques lors de la construction des ports et lors du creusement et du dragage de canaux	Utilisation de terrains pour les infrastructures. Abandon des installations portuaires et canaux désaffectés	Navires et bâtiments retirés du service		Transport en vrac de combustibles et de substances dangereuses	
TRANSPORTS FERROVIAIRES			Utilisation de terrains pour les voies et les gares. Abandon des installations désaffectées	Voies ferrées, équipement et matériel roulant abandonnés	Bruit et vibrations autour des gares et le long des voies ferrées	Déraillement ou collisions de trains de marchandises transportant des substances dangereuses	Effets de coupure et dégradation de quartiers, de terres agricoles et d'habitats de la flore et de la faune sauvages
TRANSPORTS ROUTIERS	Pollution atmosphérique (CO, HC, NO _x , particules et additifs pour carburants comme le plomb)	Pollution des eaux de surface et des eaux souterraines par les eaux de ruissellement. Modification des systèmes hydrologiques lors de la construction de routes	Utilisation de terrains pour les infrastructures. Extraction des matériaux de construction des routes	Dépôts abandonnés et matériaux de démolition de chantiers routiers. Véhicules routiers retirés du service. Huiles usées	Bruit et vibrations produits par les automobiles, les motocyclettes et les poids lourds dans les villes et le long des routes	Décès et dommages corporels ou matériels dus aux accidents de la route. Risques liés au transport de substances dangereuses. Risques d'apparition de défauts de structure dans les équipements routiers anciens ou usés	Effets de coupure et dégradation de quartiers, de terres agricoles et d'habitats de la flore et de la faune sauvages. Congestion
TRANSPORTS AÉRIENS	Pollution atmosphérique	Modification des niveaux phréatiques, de trace des cours d'eau et des écoulements à la surface des terres lors de la construction des aéroports	Utilisation de terrains pour les infrastructures. Abandon des installations désaffectées	Appareils retirés du service	Bruit autour des aéroports		

Méthodologie de valorisation

Rappelons qu'en matière de coûts externes, la connaissance du coût des dommages dus aux externalités est *a priori* indispensable. Elle est cependant *a posteriori* inaccessible, sauf de façon approximative pour le bruit et les effets locaux de la pollution. Devant cette contradiction, rappelons que les monétarisations ne peuvent apporter que des éléments d'information et d'aide à la décision, pour des choix qui restent politiques. Par la suite, on ne pourra fonder des évaluations monétaires relativement rigoureuses que sur des *minima* en ce qui concerne les estimations de dommages, et sur la base de dépenses d'évitement nécessaires pour atteindre des objectifs politiques ou scientifiques adoptés comme hypothèse. Ce glissement méthodologique conduit à abandonner la notion d'évaluation monétaire "objective" qui n'existe pas, pour adopter dans cette étude les qualificatifs de "pertinents" pour des valeurs *minima* de coûts effectivement révélés, et de "potentiels" pour des valeurs de coûts correspondant à des objectifs d'évitement qui pourraient être adoptés à l'avenir.

Pour le bruit mais aussi pour la pollution et l'insécurité, nous appliquerons la méthode suédoise développée par HANSSON, consistant à estimer des coûts suivant des hypothèses d'objectifs de politique d'environnement. "Déontologiquement parlant", nous essayerons de toujours bien préciser les hypothèses liées à ces évaluations monétaires. Mais à côté de ces valeurs de coûts correspondant à des préférences collectives pour l'environnement relativement fortes pouvant en cela être critiquées, n'existe-t-il pas des estimations de valeurs de dommages ou de pertes minimales, relativement sûres et moins sujettes à la controverse ?

En fait, il apparaît fondamental de bien distinguer les coûts externes déjà internalisés collectivement par des normes ou par des mesures d'évitement (coûts "légitimes", car effectivement révélés collectivement ou individuellement) de ceux qui restent externes au marché (coûts externes "potentiels" correspondant à tel ou tel objectif futur). Rappelons à ce sujet la distinction faite par Pigou entre les coûts externes "pertinents", et les coûts externes "potentiels" :

- les premiers représentent les effets qui ont effectivement donné lieu à une internalisation soit privée, soit collective : cette internalisation provient d'une révélation effective des préférences individuelles ou collectives en ce qui concerne ces effets ; les coûts externes "pertinents" correspondent donc aux dépenses privées ou collectives engagées de fait ;

- les seconds peuvent être classés en deux catégories : les dommages résiduels, qui restent après l'internalisation, et/ou les dommages latents mais qui n'ont pas (encore ?) donné lieu à une réaction économique ou politique d'internalisation (dommages mal connus ou à long terme, "coûts possibles") ; les coûts "potentiels" correspondent aux dépenses que la collectivité "pourrait" engager.

Dans l'évaluation, nous garderons donc cette distinction proposée par Pigou, en estimant :

- des valeurs minimales relativement sûres fondées sur les valeurs les plus basses des études de monétarisation, que nous appellerons valeurs "pertinentes" ; les sous-entendus méthodologiques sont alors les suivants : "les valeurs de telle nuisance internalisée soit par les individus, soit par la collectivité sont de tant, ce qui correspond à un coût marginal d'internalisation de tant : une tarification au coût marginal social conduirait à tarifier ce coût marginal d'internalisation".

- des valeurs fondées sur la méthodologie suédoise, estimées par des hypothèses telles que : "si la valeur de telle nuisance, pertinente dans tel pays, l'était aussi en France, le coût externe serait de..." ; ou bien : "un développement soutenable impliquerait tel objectif de réduction, soit un coût externe de...". Rappelons encore qu'une telle démarche qui conduira de la sorte à valoriser des effets "potentiels" correspond à une démarche plus prospective et indicative qu'"objective". Complétant les valeurs minimales, les évaluations de coûts externes "potentiels" permettront de préciser des ordres de grandeur, fixant à la fois l'étendue de coûts pertinents possibles, et les enjeux d'une prise en compte à venir de l'effet en question.

Par la suite, l'évaluation des coûts externes définis comme différence entre coûts marginaux et prix se fondera sur une hypothèse forte d'égalité des coûts moyens aux coûts marginaux (cette hypothèse peut être facilement contestée, elle semble pourtant inévitable, faute de mieux).

I. Le bruit

Le bruit apparaît, dans les enquêtes sur les nuisances urbaines, comme la première préoccupation des citoyens. Il est occasionné principalement par l'automobile, et secondairement par les poids lourds. Dans une perspective de mobilité automobile croissante, et malgré les progrès techniques, la gêne due au bruit devrait s'étendre à l'avenir dans les espaces péri-urbains.

Nous évaluerons le coût du bruit de la façon suivante :

- présentation des études qui permettent d'évaluer les dépenses globales effectives de cette nuisance, d'évitement ou de dommages ;
- hypothèse d'objectif envisageable pour proposer une monétarisation complémentaire de coûts "potentiels", ou "latents" qui pourraient apparaître à l'avenir si la préférence collective évoluait dans le sens d'une plus forte valorisation de l'environnement ;
- évaluation de la part du transport urbain dans la génération de cette nuisance ;
- calcul des coûts moyens par unités de trafic, effectifs et latents.

A. Evaluation minimale des dépenses et pertes occasionnées par le bruit

1. Dépenses publiques

L'IRT²⁰ a évalué en 1983 les dépenses de l'Etat et des collectivités locales. Au total, les dépenses de protection ont été évaluées à 650 MF/an. Un rapport plus récent de l'INRETS²¹ (avril 1990) affirme que la politique menée (ou décidée) par l'Etat conduira à dépenser annuellement entre 500 et 700 millions de F (Programme de rattrapage).

2. Pertes de valeurs immobilières

Les pertes de valeurs immobilières peuvent être interprétées comme une dépense involontaire de la part des propriétaires de logements exposés au bruit. Le prix des logements dépend d'un grand nombre de variables telles que la surface, la qualité de construction, mais aussi la proximité de commerces, la qualité de la desserte, ou l'exposition au bruit. Une analyse statistique permet de dégager l'effet de la "variable bruit". On arrive ainsi à rapporter un coût par dB.

20. MAURIN, M., IRT-CERNE, "Enquête nationale sur les nuisances dues aux transports en France". *Collection Recherche Environnement* n°22, 1984.

21. J. LAMBERT, GERPA, *Evaluation économique des politiques à long terme de lutte contre le bruit*, INRETS, 1990.

Des études ont été réalisées par de nombreux pays, dont la Norvège, les Pays-Bas, la Grande Bretagne. En France, l'IRT cite en 1983 plusieurs études ayant déterminé des indices de dépréciation se situant entre 0.15 et 0.71% par dB. Mais actuellement on s'accorde plus volontiers sur un indice de l'ordre de 0.5% du prix du logement par dB.

Le seuil à partir duquel un coût est estimé se situe entre 50dB, en dessous duquel aucune gêne n'est ressentie, et la valeur de 65dB qui est une limite légale dans quelques pays. A titre indicatif, avec un indice de 0.4%/dB compté à partir de 55dB, J. LAMBERT²² a estimé un coût des dommages dus au bruit à 110 milliards de F 1990, soit une perte annuelle d'environ 5 milliards sur 20 ans.

Les évaluations actuelles de dépréciation du prix des logements restent très aléatoires, donnant des résultats extrêmement sensibles aux hypothèses retenues. On remarquera aussi que la dépréciation du prix des logements peut être due à d'autres nuisances telles que la pollution atmosphérique, liée au bruit dans le cas de la circulation routière. Cependant, les incertitudes sur la perception de la pollution atmosphérique ne permettent pas d'affirmer qu'elle puisse avoir une importance significative dans le prix d'un logement. Des progrès sont sans doute possibles, mais ils demandent de lourds travaux d'enquêtes, sans que l'on puisse être sûr d'aboutir à des résultats satisfaisants. De plus, il est à rappeler que la dépréciation du prix des logements n'est qu'une composante des effets du bruit. Mais la mesure d'autres effets, comme les effets sur le sommeil, et à long terme sur la santé, même si elle est légitime, serait plus qu'aléatoire (Etude norvégienne). Du fait de ces limites, nous ne pouvons considérer avec certitude les pertes de valeur immobilière comme pertes effectives. Retenons tout de même que ces pertes pourraient atteindre des montants de l'ordre de 5 milliards de F/an.

3. Dépenses de protection privées

En France, selon l'enquête nationale sur le bruit des transports de l'IRT, chaque ménage ayant insonorisé son logement pour se protéger du bruit extérieur (1 français sur 5 est concerné) a dépensé 11 600 F. En supposant un amortissement sur 20 ans et une moyenne de 2 personnes par ménage, cela correspond à une dépense privée annuelle de :

$$(11\ 600 \times 1/20) \times (1/5 \times 1/2 \times 60 \text{ millions}) = 3,5 \text{ milliards}$$

Notons cependant le caractère approximatif de ce calcul et ne retenons que l'ordre de grandeur du résultat.

4. Bilan des pertes et dépenses publiques et privées

Dépenses publiques : ordre de 500 millions de F annuels, incertitude faible
Dépenses privées : ordre de quelques milliards de F annuels, incertitude forte
80 % à la charge des VP

22. J. LAMBERT, "Nuisances et coût social de l'automobile, essai de quantification", RTS n°11, 1986.

Ces résultats nous autorisent à avancer une dépense annuelle minimale de 1 milliard de francs. Le coût externe "pertinent" du bruit routier à la charge de la collectivité peut donc être estimé à au moins 1 milliard de francs par an.

B. Evaluation du coût du bruit en fonction d'un objectif de réduction (développement soutenable)

Nous venons d'évaluer un minimum du coût externe "pertinent" du bruit. Si l'on se place à présent dans une perspective dynamique, on peut envisager à l'avenir une augmentation de la sensibilité à la nuisance "bruit", qui rende insoutenable certains niveaux actuels d'exposition : cela revient à nous placer dans une logique d'objectif. Lorsqu'il s'agira de ramener ce coût global à une valeur annuelle, nous prendrons une durée d'actualisation de 20 ans, valeur généralement utilisée.

Une première revue de différentes études étrangères peut déjà fixer quelques ordres de grandeur.

En Suisse, dans le cadre d'un projet de nouvelle législation sur le bruit, les CFF ont dû établir un ordre de grandeur pour le financement nécessaire des mesures de réduction²³. Pour respecter une norme maximale de 65dB de jour et 55dB de nuit, les CFF ont évalué un investissement compris entre 260 et 300 millions de francs suisses (1984), ramenant ce montant à une charge annuelle de capital et d'entretien de 20 millions de francs suisses. Bien que ne concernant pas le transport urbain, cette méthodologie est intéressante à signaler, puisqu'elle pourrait tout à fait être appliquée aux voiries urbaines.

Les Pays-Bas (source UIC) ont eu les premiers une politique résolument volontariste en matière de lutte contre les nuisances des transports. Dès 1979, en accord avec le principe pollueur-payeur, a été instauré un système de redevances sur la circulation, sous forme d'une surtaxe sur le carburant. Les fonds dégagés sont destinés à financer des mesures de lutte contre le bruit. La politique de lutte contre le bruit routier représentait ainsi 0,02 % du PNB, ce qui correspondrait en France à un budget annuel d'environ 1,3 milliards de francs (1990).

En RFA²⁴, pour la totalité des routes existantes, ramener le bruit de la circulation à 70dB(A) de jour et 60dB la nuit coûterait 12 à 18 milliards de DM. Pour des valeurs limites de 65/55dB(A), ces coûts se chiffreraient entre 25 et 40 milliards de DM, soit environ 90 à 150 milliards de F 1990.

Les études françaises que nous avons pu recenser nous fournissent quant à elles les renseignements suivants :

23. études citées par l'UIC, Tarification de l'usage des infrastructures à imputer aux exploitants des transports terrestres. Arguments pour faire reposer cette tarification sur le coût marginal social, 1987.

24. étude citée par le CETUR, Recensement des points noirs dus au bruit, annexe 4, 1984.

Tableau 8 : Les différentes évaluations françaises concernant le bruit routier

Etude	Champ d'évaluation	Coût estimé pour un objectif de confort sonore donné pour le Leq(8h-20h) en Mds de francs 1990		
		< 75 dB	< 70 dB	< 65 dB
J. Lambert, IRT 1978.	Essai d'évaluation du coût global d'insonorisation des logements exposés à des niveaux de bruit excessif.			108
Réduction du bruit de la circulation urbaine. Enjeu économique (CETUR, 1979)	L'étude a porté sur 751 communes de plus de 5000 habitants recensées par l'INSEE réparties en 5 classes, la région parisienne étant exclue. Seules les voies ayant un trafic supérieur à 1700 véh/jour ont été considérées, ce débit correspondant à un niveau sonore de 65dB (Leq 8-20h).			233
Rapport intermédiaire à l'intention des commissions et comités du 8ème plan - Intergroupe "Environnement", 1980.	A partir du recensement des infrastructures les plus bruyantes, un programme de correction est envisagé (Programme général comprenant des travaux d'aménagement, le développement du transport collectif...) Traitement des VRU (voies rapides urbaines), réduction du bruit pour 800 000 personnes exposées à plus de 65dB(Leq 8-20h). Protection des logements exposés à un Leq diurne supérieur à 70dB (13 millions de personnes concernées).		11,5	130
Plan intermédiaire sur deux ans 1981	Les travaux préparatoires évaluent à 300 000 les logements soumis à un Leq (8-20h) > 75dB.	13		
IRT - CERNE 1981	Estimation de l'exposition des logements au bruit de la circulation (route et chemin de fer).	3,4	34	106
Recensement des points noirs dus au bruit des transports terrestres.	Cette étude française a consisté en un recensement par chaque Direction Départementale de l'Equipement de tous les logements exposés à plus de 70dB, ainsi qu'à l'évaluation des coûts de résorption de tous ces points noirs suivant un objectif de 65dB. Cette étude exclut cependant les centres urbains. Ce recensement n'est complet qu'en ce qui concerne la voirie nationale (incertitude de +/-10%). Pour les autres types de voirie, il est, selon ses auteurs, "probablement sous évalué". Sur le total, y compris les voies ferrées, les auteurs annoncent un ordre de grandeur plus précis que lors d'études antérieures, avec cependant une incertitude de 20 à 30%.	5	9-11	
Rapport de la Commission des Comptes Transport de la Nation, cité par la DTT	Politique volontariste permettant de limiter l'exposition du bruit à 65dB pour les constructions existantes, et à 55dB pour les nouvelles.			200

L'ensemble de ces résultats est assez dispersé à première vue : certains proviennent d'évaluations d'après modèles, d'autres d'après des enquêtes ou recensements, certains concernent plus les zones urbaines, d'autres les zones péri-urbaines, ou encore les voiries nationales. N'oublions pas que ce ne sont que des estimations. Cependant, si l'on excepte les résultats du rapport intermédiaire de 1980, qui ont été établis sur la base de dépenses globales (aménagements, transports alternatifs....) et non uniquement sur la protection des logements, des tendances assez nettes se dégagent, récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Exigence en matière de bruit/Coûts de protection des logements (Ordres de grandeur, Milliards 1990)

75dB(8-20h)	5 à 10
70dB(8-20h)	10 à 30
65dB(8-20h)	100 à 200

C. Conclusions

L'évaluation des dépenses envisageables pour lutter contre le bruit suivant une exigence donnée est difficile, d'une part du fait du nombre de paramètres à prendre en compte, et d'autre part du fait de la variation de ces paramètres au cours du temps. L'habitat évolue, s'étend vers la périphérie des grandes villes, et le trafic routier augmente constamment d'une année sur l'autre. On ne peut donc pas être certain que des mesures de rattrapage diminuent effectivement la part des populations exposées au bruit. Cependant, même des résultats avec une incertitude de 50% sont intéressants, puisque nous nous plaçons dans une logique d'objectif de programme soutenable de lutte contre le bruit routier.

La définition d'un programme soutenable de lutte contre le bruit consiste en un objectif de suppression des zones exposées à un niveau de bruit supérieur au seuil-de gêne ($Leq(8-20h) > 65dB$). Un tel programme aurait un coût de l'ordre de 100 milliards de F. Sur 20 ans, il devrait donc être de l'ordre de 5 milliards de F par an. Ce programme soutenable est à comparer aux dépenses effectives évaluées précédemment à 1 milliard par an.

On peut à présent affecter ce coût aux différents usagers de la voirie à partir des données de trafic précédentes. Pour cela, il faudra d'abord se préoccuper des Poids Lourds (PL), qui sont plus bruyants que les autres véhicules. Nous ferons donc une distinction entre les VP et les Véhicules Utilitaires Légers (VUL), supposés être également bruyants, et les PL de plus de 3,5T. Pour cela, rappelons que l'on peut prendre un coefficient d'équivalence entre le bruit d'un PL et d'une VP de : $1PL=10VP^{25}$. Ce coefficient nous permet de définir une relation déterminant la part du bruit routier revenant aux PL :

$$\begin{aligned} \text{posons } \% \text{ trafic PL / trafic Total} &= TPL / TT = TPL / (TPL+TVP) = tPL \\ \% \text{ coût bruit PL / coût bruit total} &= CPL / CT = CPL / (CPL+CVL) = cPL \end{aligned}$$

25. Marc PEREZ., *Coûts externes du transport marchandises*, LET, pp. 22-24.

A partir du coefficient d'équivalence qui peut s'écrire : $CPL / CVP = 10.TPL / TVP$

On arrive alors à : $cPL = 10.tPL/(9.tPL+1)$

Nous avons un trafic VP+VUL urbain de 143,1 Mds de véh.km/an pour un trafic PL urbain de 5,4 Mds de véh.km/an, soit $5,4/(143,1+5,4)=tPL= 3,64\%$. On calcule $cPL=27\%$. Il faudra donc répartir 27% du coût du bruit sur les PL, et le reste soit 73% du total sur les VP et VUL. Pour les seules VP, le calcul conduit rigoureusement à une responsabilité de 65%, que nous arrondons à 70% du total, soit 0,7 MdsF/an pour les coûts "pertinents", et 3,5 MdsF/an pour les coûts "potentiels". Nous présentons dans le tableau qui suit la répartition fine des coûts du bruit de la circulation urbaine par type de véhicule.

Tableau 10 :

	Traffics urbains (Mds véh.km)	COUTS "PERTINENTS"		COUTS "POTENTIELS"	
		F/an	F/véh.km	F/an	F/véh.km
Total	148,5	1 Mds	0,007 F / véh. km	5 Mds	0,034 F/ véh. km
VP+VUL	143,1 73% du coût	730 M	0,005 F / véh.km	3,65 Mds	0,025 F/ véh. km
VP	119,8	611 M	0,005 F / véh.km	3,05 Mds	0,025 F/ véh. km
VUL	23,3	119 M	0,005 F / véh.km	0,6 Mds	0,025 F/ véh. km
PL	5,4 27% du coût	270 M	0,05 F/véh.km	1,35 Mds	0,25 F/véh.km
PL 3,5-10t	0,6	30 M	0,05 F/véh.km	0,15 Mds	0,25 F/véh.km
PL>10 t	4,8	240 M	0,05 F/véh.km	1,2 Mds	0,25 F/véh.km

Etabli à partir des trafics OEST 1990.

S. Le coût du bruit : synthèse

Le coût externe "pertinent" du bruit correspond aux dépenses annuelles effectives de lutte contre le bruit routier et est estimé à une valeur minimale approchant les 0,7 milliards de francs par an pour le trafic VP urbain et péri-urbain. Si l'on fait l'hypothèse de proportionnalité des coûts aux trafics en milieu urbain, estimés à 120 milliards de véh.km, une telle dépense conduit à un coût marginal social du trafic VP à la charge de la collectivité d'environ 0,01 F/veh.km. Selon une logique d'objectif, retenons que le choix de 65 dB comme valeur de bruit soutenable à ne pas dépasser conduirait à engager des dépenses correspondant à un coût externe "potentiel" du bruit à la charge des VP de l'ordre de 3,5 milliards de francs par an, soit environ 0,3 F/véh.km.

II. La pollution atmosphérique en milieu urbain

Là encore, comme pour le bruit, il est relativement subjectif de vouloir appréhender la pollution atmosphérique sous l'angle monétaire. Pourtant, à une mesure physique des quantités de polluant émises correspond bien d'une certaine façon un coût économique, qu'il s'agisse des dommages subis ou des dépenses engagées pour tenter de s'en prémunir. Ainsi, la plupart des monétarisations font explicitement référence à l'évaluation des dommages ou de l'évitement. La diversité des résultats obtenus s'explique donc en partie par le choix de la méthode, par le panel plus ou moins large des agressions à l'environnement ou des techniques d'évitement et par les techniques de chiffrage utilisées.

A. Les évaluations existantes

Il existe peu d'études qui se soient penchées sur la question des dommages dus à la pollution des trafics urbains. On peut toutefois noter trois tentatives allant plus ou moins dans ce sens.

1. Parmi les études fondées sur l'évaluation du coût des dommages, il faut noter celle réalisée par Heinz, Klaassen et Mielke (1989) concernant les seuls coûts liés à la santé. Les auteurs notent des différences très nettes dans la fréquence et la durée des maladies cardio-vasculaires et respiratoires entre les habitants des régions polluées et les autres. Cela étant, les éléments de chiffrage visant à rendre compte de ces différences sont quasiment inexistantes.

2. Les études fondées sur le principe du consentement à payer pour lesquelles il s'agit de demander aux personnes enquêtées combien elles sont prêtes à payer pour bénéficier d'un environnement amélioré dans un certain nombre de domaines (bruit et pollution essentiellement) peuvent être utiles pour comparer des différences dans les comportements. Leur nature mérite cependant d'être quelque peu précisée. En effet, de telles évaluations doivent-elles être rangées dans le camp du coût des dommages ou dans celui des coûts de l'évitement ? La question mérite d'être posée ; les préférences déclarées pouvant s'assimiler implicitement à une appréciation des dommages subis par la personne interrogée ou aux dépenses qu'elle est prête à consacrer pour se protéger de la nuisance envisagée. Les deux approches peuvent paraître contradictoires sauf à considérer que l'on est à l'équilibre sur le marché de l'évitement²⁶, auquel cas le coût marginal des dommages est égal au coût marginal d'évitement. Dans ce cas de figure, il faut implicitement faire l'hypothèse que les préférences déclarées rendent correctement compte de ce que seraient les préférences révélées. Or généralement, les premières, de l'ordre de l'intention, surévaluent celles validées *ex-post* par le marché. On peut néanmoins estimer, en première approximation, que les approches en termes de consentement à payer relèvent indistinctement des deux logiques dès lors que l'on est à l'équilibre. Leur intérêt est de permettre de comparer les variations dans les préférences déclarées en fonction du lieu d'habitation des personnes interrogées. A ce titre, l'étude PLANCO donnait les éléments suivants :

26. Voir *Evaluation des effets externes du secteur des transports* recherche réalisée pour le compte de la SNCF, juin 92.

Trois classes de population ont été retenues selon le lieu d'habitation des personnes enquêtées. La population vivant en centre ville des grandes conurbations subit une atmosphère dite "berlinoise" (19,6 millions d'habitants), la population des conurbations une atmosphère de type "grande ville" (12,4 millions d'habitants) et le reste de la population (29,3 millions d'habitants) des conditions atmosphériques de petite ville ou de campagne. Bien que cette décomposition demeure très floue, les résultats des estimations sont malgré tout riches en enseignements, même si, il faut le noter, elles concernent au-delà du seul transport, l'ensemble de la pollution atmosphérique. La disponibilité à payer des habitants de la première classe se monte à 25,7 milliards de DM (1310 DM/tête), celle de la seconde à 9,9 milliards de DM (798 DM/tête) et celle de la troisième à 4,9 milliards de DM (167 DM/tête). Le consentement à payer d'un habitant de la deuxième zone est donc 4,8 fois plus élevé que celui d'un habitant de la troisième. Le ratio s'établit selon un rapport de 1 à 1,6 en passant de la deuxième à la première zone. La répartition géographique de la population n'est sans doute pas le seul élément d'explication, d'autres variables socio-démographiques (âge, revenu, sensibilité à la préservation de l'environnement) jouent aussi un rôle. Il n'en demeure pas moins que le lieu d'habitation est pour beaucoup dans les différences observées.

3. Parmi les études fondées sur le principe de l'évitement, on retiendra les éléments présentés dans l'étude SOFRETU/CETUR. Le coût d'évitement moyen, pour les voitures particulières serait de 0,10 franc par véhicule.kilomètre mais de 0,11 franc pour les agglomérations de plus de 300000 habitants. Une analyse plus fine par zone donne pour les voitures particulières les résultats suivants.

Tableau 11 : Coûts d'évitement de la pollution atmosphérique des VP selon la zone

Zone (nb d'habitants)	coût en franc par véh.km	coût en franc par voy.km
+ de 800000 h.	0,12	0,09
300000 à 800000	0,11	0,08
100000 à 300000	0,10	0,08
- de 100000	0,10	0,07
Non urbain	0,09	0,04

Source : SOFRETU/CETUR

Au bout du compte, peu d'études font le point quant à la désagrégation géographique de leurs résultats. Sur les trois considérées, la première évoque le problème sans proposer de chiffrage et la seconde ne concerne pas spécifiquement les transports. En fait, que l'on regarde d'un côté ou de l'autre, la question trouve peu de solutions définitives. En toute rigueur, seule l'approche en termes de dommages paraît satisfaisante, mais l'on sait combien elle présente d'inconvénients en pratique (connaissance très imparfaite tant dans le domaine médical qu'en écologie des liaisons de cause à effet, hypothèses disparates et plus ou moins discutables dans les techniques de chiffrage). A ces difficultés, il faudrait donc ajouter celles liées à la désagrégation spatiale des dommages et à leur évaluation : l'entreprise paraît bien hasardeuse !

B. Le coût important de la pollution atmosphérique du trafic urbain

Nous aurons donc recours à l'approche en termes d'évitement pour aborder le problème. Plus précisément, nous retrouverons les évaluations en termes de normes, notamment suédoises qui estiment les coûts inhérents à la réalisation d'objectifs en matière de réduction globale des émissions²⁷. En toute rigueur, la désagrégation spatiale des coûts paraît discutable dans la mesure où nous considérons des objectifs globaux en matière de réduction des émissions, qu'il s'agisse ou non des émissions urbaines. Il faudrait en fait distinguer des coûts d'évitement spécifiquement urbains, démarche peu justifiée dans la mesure où le coût lié à l'installation d'un équipement donné sur un véhicule s'envisage *a priori* sans référence à l'usage qui en sera fait. Pourtant, le poids occupé par la pollution urbaine n'est pas sans orienter les efforts consentis pour mettre sur le marché des véhicules moins polluants, voire à terme développer des solutions essentiellement urbaines telles que la voiture électrique. Il n'est donc pas complètement aberrant d'opérer une désagrégation spatiale des coûts globaux au *pro rata* des émissions urbaines. L'intérêt de la méthode est de susciter en amont de la monétarisation une analyse fine, par type de polluants, des quantités physiques émises en milieu urbain et de déterminer leur part dans l'ensemble des émissions. Ce n'est qu'une fois cette question élucidée que nous nous efforcerons, via les normes, d'opérer une monétarisation.

1. Le problème de la désagrégation des quantités émises

La première étape consiste donc à tenter un repérage des quantités émises en milieu urbain. Or, en ce domaine, les problèmes de pollution se posent avec davantage d'acuité car ils sont largement aggravés par la congestion. En effet, pour la plupart des polluants, les quantités émises sont une fonction décroissante de la vitesse²⁸.

Autrement dit, une simple désagrégation des trafics urbains/non urbains est loin de suffire à résoudre le problème. Mis à part les oxydes d'azote pour les véhicules à essence, tous les autres polluants sont, en milieu urbain, affectés par des phénomènes de surémission compte tenu de la moindre fluidité du trafic.

Pour réaliser ce travail, il faut donc disposer des émissions unitaires moyennes, en grammes par véhicule.kilomètre par type de voirie (urbain, route, autoroute). Ces données sont disponibles grâce aux travaux réalisés par l'INRETS²⁹, notamment dans le cadre de la construction d'un modèle (POLLEN) concernant l'évolution des émissions polluantes de 1970 à 2010.

Selon les données publiées par l'INRETS, les émissions de l'ensemble du mode routier (voitures particulières, véhicules utilitaires et deux roues) se répartissent en 1990 entre les différents types de voirie de la façon suivante :

27. Les objectifs de réduction des émissions sont les suivants : réduction de 30 % des émissions de NOx de 1980 à 1995, de 80 % des SO2 de 1980 à 2000, de 50 % des HC et stabilisation des CO2, sans précision d'échéance pour ces deux derniers.

28. Voir annexe 2.

29. Voir notamment, *Evolution des émissions de polluants par les transports en France de 1970 à 2010*, rapport INRETS n°143.

Tableau 12 : Contribution des voiries urbaines, routières et autoroutières aux émissions des transports routiers en France, 1990, en % du total

Polluants	route	autoroute	urbain
CO	26 %	10 %	64 %
CO2	35 %	25 %	40 %
HC	18 %	10 %	72 %
NOx	41 %	36 %	23 %
Particules	32 %	40 %	28 %
Consommation	33 %	23 %	44 %
Trafic	45 %	19 %	36 %

Source : INRETS

Ainsi, relativement à la consommation de carburant, les problèmes de surémission en milieu urbain se posent surtout pour le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures (HC), contrairement aux oxydes d'azote (NOx) pour lesquels la fluidité du trafic est facteur de surémission. Ces chiffres fournissent un premier éclairage sur la part de chaque polluant par type de voirie. Ils peuvent d'ores et déjà servir de clé de répartition des émissions globales selon le milieu d'émission.

2. Détermination des clés de répartition par mode : méthodologie

a) Les émissions unitaires

L'unité retenue est pour chaque polluant la quantité de grammes par kilomètre émise en moyenne par un véhicule selon le type de voirie emprunté. Ces moyennes tiennent compte notamment de la cylindrée et de l'âge du véhicule, ainsi que des phénomènes de surémission à froid qui en milieu urbain ne sont pas négligeables.

Tableau 13 : Voitures particulières, émissions unitaires en g/km, 1990

Polluants	urbain	route	autoroute	extra-urbain route et autoroute	ensemble
CO	40,6	12,5	9	12,3	22,8
CO2	255	163	163	156	193
HC	11,9	2,3	1,6	2,3	5,9
NOx	1,73	1,9	2,3	1,88	1,8
Particules	0,062	0,04	0,053	0,043	0,056

Source : INRETS

Tableau 14 : Véhicules utilitaires, émissions unitaires en g/km, 1990

Polluants	urbain	route	autoroute	extra-urbain route et autoroute	ensemble
CO	30,2	7,5	5,8	6,4	14,5
CO2	373	600	511	546	487
HC	8,5	2,3	1,5	1,9	4
NOx	2,6	11,4	9,8	10,2	7,6
Particules	0,33	0,76	0,65	0,68	0,56

Source : INRETS

En l'absence de données concernant les émissions de soufre, il est nécessaire de compléter les données fournies par l'INRETS. Pour ce faire, nous avons eu recours à des estimations issues d'une étude finlandaise³⁰ dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Emissions unitaires de SO2 en g/km

Type de véhicule	urbain	extra-urbain
VP essence	0,03	0,02
VP diesel	0,3	0,2
Poids-Lourds	2,5	1,5

Source : Himanen

On peut aussi présenter les émissions unitaires issues de l'étude PROGNOS³¹. Toutefois, ces dernières ne font état d'aucune pondération en fonction du type de voirie. Les évaluations sont fournies en grammes par voyageur.kilomètre ou en grammes par tonne.kilomètre pour le transport routier de marchandises.

Tableau 16 : Emissions unitaires (étude PROGNOS)

	CO2	CO	HC	SO2	particules
VP (g/voy.km)	180	11	0,3	0,28	-
VU (g/t.km)	207	2,4	0,3	0,23	0,27

Source : PROGNOS

Par la suite, ces émissions unitaires permettront d'obtenir des émissions globales en milliards de grammes. Le partage entre urbain/extra-urbain s'effectuera sur la base des clés de répartition dégagées à partir des émissions unitaires INRETS.

30. V. HIMANEN et alii, *The monetary valuation of road traffic's environmental hazards*, 1989.

31. On en trouvera un résumé détaillé dans le n°162 de la revue *Impact, Science et Société* sous le titre "Les transports, l'environnement et l'énergie".

b) Les trafics

Pour cette évaluation, nous utiliserons les données de trafic donnée par E. Quinet³² reprenant les chiffres produits par le rapport Brossier.

Tableau 17 : Trafics 1990 en milliards de véhicules.kilomètres (OEST)

	urbain	routes nationales, départementales et autres	autoroutes	Total
Circulation totale	148,5	242	45,3	435,8
VP	119,8	188,7	32,4	340,9
VU	28,7	53,3	12,9	94,9
VUL	23,3	36,6	6,3	66,2
PL 3,5-10 t	0,6	1,63	0,28	2,51
PL>10 t	4,8	15,1	6,3	26,16

Source : Rapport BROSSIER

Il est à noter que les trafics en milieu urbain concernent les agglomérations de plus de 5000 habitants et comprennent le trafic des autoroutes urbaines.

c) Principaux résultats

Considérons tout d'abord l'ensemble des émissions. Globalement, la pollution due aux transports routiers est à 40 % émise en milieu urbain. Pour ce qui est des voitures particulières, la pollution urbaine représente environ 50 % des émissions contre 25 % pour les véhicules utilitaires. Ces résultats sont surtout le fait des émissions de CO₂, lesquelles représentent plus de 80 % de l'ensemble. Aussi est-il nécessaire de considérer le détail des polluants. Ainsi, il apparaît que le monoxyde de carbone et les hydrocarbures sont des émissions essentiellement urbaines (respectivement 64 % et 74 % pour les VP et 67 % et 66 % pour les VU). Au contraire, les émissions de NO_x, fonction croissante de la vitesse, apparaissent essentiellement en rase campagne. D'autres polluants, même si leur poids paraît plus négligeable, méritent néanmoins qu'on s'y arrête. Les particules diesel tout d'abord, ne sont émises en milieu urbain qu'à raison de 25 % et concernent prioritairement les véhicules utilitaires. Les émissions de SO₂ sont également largement le fait des véhicules diesel et sont à 45 % dégagées en milieu urbain. L'ensemble des clés de répartition entre urbain et extra-urbain, (voire pour la plupart des polluants entre urbain, route et autoroute) est donné dans l'annexe 2.

De plus, ces clés de répartition sont appliquées aux émissions globales issues des émissions unitaires de l'étude PROGNOS. On en trouvera les résultats détaillés dans l'annexe 2.

32. E. QUINET, *Proposition pour l'harmonisation des tarifications d'infrastructures aériennes, ferroviaires et routières.*

C. Estimation d'un coût de pollution minimal pertinent

D'après les tableaux précédents, on peut estimer que les coûts de pollution sont au minimum de 0,5% du PIB, soit environ la moitié des coûts correspondant aux normes Européennes évoquées par HANSSON³³.

D. Evaluations monétaires suivant une logique de développement soutenable

Rappelons succinctement qu'il s'agit d'utiliser des normes suédoises qui tentent d'évaluer le coût inhérent à la réalisation d'objectifs en matière de réduction des émissions. Cette première évaluation sera complétée par une seconde en utilisant cette fois-ci des normes européennes, proposées par HANSSON et fondées tout comme les premières sur la base d'objectifs à atteindre en matière de développement durable (*sustainable development*). Leur fondement s'établit autour de deux principes de base : une taxe prônée par les instances communautaires de 10 \$ par baril de pétrole (soit 30 ECU par tonne de CO₂ rejeté) et des objectifs à atteindre correspondant aux émissions des meilleurs élèves de la classe des pays européens de l'OCDE en matière de pollution due aux transports³⁴. Les tableaux suivants donnent leur valeur en ECU par tonne et leur traduction en francs par tonne.

Tableau 18 : Coûts en ECU par tonne proposés par Hanson

Emissions	Normes en ECU par tonne
CO ₂	30
NO _x	2000
SO ₂	2000
HC	2000

Source : Hansson

Tableau 19 : Normes suédoises et européennes en francs par gramme

Type d'émission	Normes suédoises	Normes européennes
CO	0,00125	0,00105
CO ₂	0,00025	0,00021
HC	0,0194	0,0138
NO _x	0,0388	0,0138
SO ₂	0,0291	0,0138

33. Voir L. HANSSON et J. MARKHAM, *Internalization of external effects in transportation*, fev 1992.

34. Voir HANSSON et MARKHAM, pp. 61 à 65.

Globalement, les normes suédoises sont plus sévères pour l'ensemble des polluants surtout pour ce qui est des NOx et des SO2. L'utilisation d'une telle technique de chiffrage nous montre donc qu'à l'instar de l'estimation de l'insécurité par le coût du mort, la dimension tutélaire n'est pas absente. Plus qu'une rupture nette entre la logique tutélaire et une approche rigoureusement techniciste, il faut envisager un continuum entre les deux orientations. Comme le souligne L. HANSSON, la connaissance précise du coût marginal des mesures visant à réduire la pollution atmosphérique reste aléatoire. Cependant, appliquer des valeurs, même imprécises, semble de loin préférable à une attitude totalement neutre. Aussi, la dimension tutélaire devient-elle primordiale ; les approximations technicistes pouvant, à l'instar du coût du mort, être en amont fondées sur des objectifs plus ou moins ambitieux ou en aval être revues à la hausse ou à la baisse. Les suédois auraient en quelque sorte tranché pour des positions plus radicales que la Communauté !

Appliquées aux quantités émises, ces valeurs nous permettent de déterminer des évaluations monétaires en milliards de francs. De fait, en utilisant les estimations en milliards de grammes issues des trafics Brossier, nous arrivons via ces deux types de normes, à deux évaluations monétaires.

Tableau 20 : Coûts de la pollution atmosphérique en milliards de francs 1990

	urbain	extra-urbain	Total
Normes suédoises	62,1	77,8	139,9
Normes européennes	42,2	42,7	84,9

Globalement, les résultats obtenus se situent dans une fourchette large de 85 à 140 milliards de francs. L'utilisation des normes suédoises conduit à un rapport des coûts urbain/extra-urbain moins élevé qu'en appliquant les normes européennes. Cela tient largement aux valeurs plus élevées attribuées aux NOx par les premières qui, comme on le sait, sont davantage émis en milieu non urbain.

Ainsi, les coûts de la pollution en milieu urbain se montent-ils, dans un cas à 62 milliards de francs (soit 44 % du total) et à 42 milliards dans l'autre cas (soit 49 % de l'ensemble). Les résultats issus des émissions unitaires PROGNOS [voir annexe 2] revoient cette fourchette à la baisse, les coûts de la pollution urbaine s'établissant entre 25 et 47 milliards de francs. Cependant, les hypothèses et données à la base de la première fourchette nous paraissent à la fois plus cohérentes et plus solides. Aussi, retiendrons nous cette première évaluation de préférence à la seconde.

Tableau 21 : Contribution des VP et VU aux coûts de la pollution atmosphérique en milieux urbain et extra-urbain (milliards de francs)

	Milieu Urbain			Milieu Extra-Urbain			Total Global
	VP	VU	Total	VP	VU	Total	
Normes suédoises	50	12,1	62,1	38,6	39,2	77,8	139,9
Normes européennes	34,4	7,9	42,2	23,1	19,6	42,7	84,9

Source : A partir des trafics du rapport BROSSIER

La voiture particulière a incontestablement un poids considérable dans les coûts liés à la pollution du transport routier. Ce coût représente en effet entre 63 % et 68 % de l'ensemble. Les tableaux ci-dessus montrent que c'est évidemment en milieu urbain que la proportion imputable à la VP est la plus élevée (environ 81 %) alors qu'en milieu extra-urbain les coûts imputables aux VU sont de l'ordre de ceux de la VP.

Enfin, ces évaluations peuvent être ramenées au trafic afin d'obtenir par type de voirie des coûts unitaires en franc/veh.km. Il sera ainsi possible de comparer les différents coûts unitaires des véhicules selon le type de voirie empruntée.

Tableau 22 : Coût unitaire en franc/veh.km de la pollution due aux transports

	Voitures particulières		Véhicules utilitaires		Ensemble	
	Normes suédoises	Normes européennes	Normes suédoises	Normes européennes	Normes suédoises	Normes européennes
Urbain	0,42	0,29	0,42	0,28	0,42	0,28
Extra-urbain	0,17	0,10	0,60	0,30	0,27	0,15
Ensemble	0,26	0,17	0,54	0,29	0,32	0,20

Ainsi, concernant l'ensemble des véhicules, le coût unitaire est de 1,5 à 1,9 fois supérieur en ville selon que l'on utilise les normes suédoises ou européennes. Ce résultat est largement le fait des voitures particulières dans la mesure où, pour ces dernières, les coûts unitaires urbains sont de 2,5 à 2,9 fois supérieurs aux coûts extra-urbains. Le constat est plus mitigé pour les véhicules utilitaires : coûts équivalents avec les normes européennes mais 1,4 fois supérieurs en extra-urbain avec les normes suédoises. Ce résultat contre-intuitif peut s'expliquer par la faiblesse des émissions de CO2 et surtout de NOx en milieu urbain, type de polluants pour lesquels les valeurs monétaires suédoises sont particulièrement élevées (surtout pour ce qui est des NOx).

E. Conclusion

La démarche suivie nous a donc conduit de la détermination des quantités physiques rejetées en milieu urbain relativement à l'ensemble des émissions, à une détermination des coûts monétaires de la pollution atmosphérique via l'utilisation de normes européennes et suédoises. Nous avons vu que les normes proposées par HANSSON pour l'Europe correspondent à des valeurs deux fois supérieures aux valeurs minimales évaluées, que nous prenons comme coûts "pertinents". Les principaux ordres de grandeur à retenir sont les suivants : un coût global de la pollution due aux transports compris entre 85 et 140 milliards de francs, la part de l'urbain oscillant entre 42 et 62 milliards de francs. Les coûts globaux représenteraient entre 1,3 et 2,1 % du PIB, ceux inhérents aux émissions urbaines entre 0,6 et 1 % du PIB.

S. Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain : synthèse

Le coût externe "pertinent" de la pollution atmosphérique due aux VP en milieu urbain, correspondant à un minima des différentes évaluations existantes, peut être estimé à 18 milliards de F, soit pour un trafic de 120 milliards de véh.km/an environ 0,15F/véh.km. Si la préférence collective pour un "environnement soutenable" rejoignait en France celle de la Suède, les taxes par polluant qu'il faudrait appliquer conduiraient à internaliser un coût externe "potentiel" de la VP en urbain de 50 milliards de F, soit environ 0,42F/véh.km.

III. L'insécurité due aux trafics urbains

En 1991, environ 10 300 personnes ont été tuées sur les routes françaises. De plus, sur 160 000 accidents, presque 100 000 se sont produits dans des agglomérations urbaines de plus de 5 000 habitants. L'insécurité routière est donc un élément fondamental à prendre en compte lorsqu'on se penche sur les questions de nuisances de l'automobile et la distinction urbain/interurbain va nous permettre de mettre en évidence des différences assez significatives dans la nature des risques encourus.

Pour établir une estimation de ces dommages, nous reprendrons la méthode d'évaluation des externalités liées à l'insécurité routière fondée principalement sur l'emploi des valeurs tutélaires utilisées dans les calculs de rentabilité des investissements routier.

A. A propos du "coût du mort"

L'évaluation du coût de l'insécurité routière renvoie facilement à un débat éthique sur la valorisation de l'intégrité physique et morale de la personne humaine. L'établissement d'un coût dans ce domaine dérive vite sur des questions de prix de la vie et de compensation de la douleur et de la peine de la victime ou de ses proches.

Cependant, s'il veut pouvoir comparer différents projets et respecter une certaine logique dans ses affectations budgétaires, l'Etat est obligé de se doter d'outils pour en évaluer les conséquences. Lorsque le discours affiché est celui de la transparence et de la cohérence, la fixation d'un coût du mort et du blessé devient nécessaire pour intégrer la sécurité routière dans les évaluations de projets publics.

Ainsi, la plupart des nations occidentales se sont dotées de coûts tutélaires qui leur permettent de respecter les contraintes de gestion de leur budget tout en évitant les débats d'ordre éthique. Cependant, d'un pays à l'autre ces coûts tutélaires varient fortement : le coût du mort est actuellement arrêté à 1,8 millions de francs en France (il est prévu de le réactualiser à 4,5 millions), 4,5 millions en Allemagne et 7 millions en Grande-Bretagne.

En fait, s'ils sont décidés sur des bases considérées comme plus ou moins objectives, ils relèvent en dernier ressort d'une décision politique, garante d'un processus de choix démocratique. De plus, ces bases "objectives" ne sont pas les mêmes partout :

- Les pays anglo-saxons établissent leurs évaluations à partir d'enquêtes fondées sur la méthode des préférences déclarées. Pour chaque individu enquêté, on cherche à déterminer l'investissement qu'il est prêt à consentir pour la mise en place de mesures supplémentaires contribuant à réduire le risque d'accidents. La réagrégation de ces consentements individuels à payer permet d'obtenir une valeur collective qui représente plus une mesure des efforts que la société est prête à consentir pour diminuer des risques qu'une évaluation directe du coût du mort.

- En France et en Allemagne, l'évaluation du coût du mort ou du blessé se fait en calculant les frais moyens d'hospitalisation et la perte de richesse nationale potentielle liée à la disparition momentanée (blessé) ou définitive (tué) d'un agent productif. Cette méthode d'évaluation reste donc plus proche de la notion de dommages subis par la collectivité (même si, en se supposant à l'optimum, on peut considérer qu'il y a égalisation des coûts marginaux des dommages et du consentement marginal à payer pour un peu plus de sécurité). Elle présente par contre l'inconvénient d'être facilement confondue avec une tentative d'évaluation du prix de la vie humaine.

Remarquons enfin que les efforts de cohérence d'affectation budgétaire qui sous-tendent ces fixations de coûts tutélaires ne sont pas toujours respectés. D'autres facteurs de décision entrent en compte. Dans le domaine des transports collectifs par exemple, les accidents sont souvent spectaculaires, même si les risques par voyageur.km sont beaucoup moins importants que pour la voiture particulière. Les chocs médiatiques qu'ils provoquent ainsi que le sentiment plus fort de responsabilité des pouvoirs publics entraînent des investissements en matière de sécurité qui correspondent, implicitement, à un coût du mort -ou plutôt, dans ce cas, à un consentement à payer pour la sécurité- qui est beaucoup plus élevé.

B. Les coûts externes de la circulation routière en urbain : méthode de calcul

A travers les débats et les alternatives qui viennent d'être évoqués, nous avons esquissé la définition des coûts externes liés à l'insécurité routière qui sera retenue pour cette évaluation. Ce sont les dommages causés par les accidents de la route, non compensés par les remboursements des compagnies d'assurance. De plus ce sont des coûts externes pour la collectivité, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de distinction à faire entre victimes et responsables et que les dommages sont évalués sur la base des coûts tutélaires du mort et du blessé fixés par l'Etat.

Il reste donc à présenter la méthode utilisée pour évaluer ces coûts externes pour l'année 1990 en distinguant ceux qui ont été générés en milieu urbain et les autres. La plupart des informations utilisées pour effectuer les évaluations sont tirées du rapport Brossier qui s'est lui-même servi des trafics routiers calculés par l'OEST et des données d'accidents recueillies par la gendarmerie nationale et conservées par l'Office National interministériel sur la Sécurité Routière (ONSER).

1. Les trafics

Nous avons repris les mêmes trafics que dans la partie précédente. Cependant, les données d'accidents étant réparties par type de voirie, il a été nécessaire de les agréger suivant d'autres clés de répartition :

Tableau 23 : Trafics 1990 en milliards de véhicules kilomètres

	Autoroutes	Nationales (et express)	dont aut. urbaines	Départementales	Communes	dont urbain	Total
VP	29,50	76,01	15,21	118,58	116,91	104,59	341,00
VUL	5,96	15,30	3,19	24,16	23,32	20,81	68,74
PL	4,20	7,76	1,44	5,33	0,86	1,93	18,15
Car/Bus	0,35	0,48	0,08	0,44	0,83	0,74	2,10
Autres	0,00	0,65	0,00	0,49	0,86	0,00	2,00
Total	40,01	100,20	19,92	149,00	142,78	128,07	431,99

Source : A partir des données du rapport Brossier

2. Les accidents

Les accidents ainsi que leurs conséquences (nombre de tués, blessés légers et graves) sont également répartis par type de voirie.

Tableau 24 : Nombre d'accidents corporels par type de voirie en 1990

	Autoroutes	Nationales (et express)	Départementales	Communales	Total
Accidents corporels	6314	31022	51169	74068	162573
Tués	672	3119	4831	1667	10289
Blessés graves	2138	12326	23435	14679	52578
Blessés légers	8146	34518	51115	79503	173282

Source : Rapport Brossier

3. Les coûts

A partir du tableau précédent, on peut déduire le coût des dommages liés à l'insécurité routière. Pour cette évaluation, deux options de coûts tutélares ont été retenues :

- ceux qui sont actuellement en vigueur en France (tué : 1,86 millions de francs, blessé grave : 0,170 millions, blessé léger : 0,011 millions), pris comme référence dans l'hypothèse de coûts pertinents ;

- les nouvelles valeurs tutélares proposées à partir des derniers travaux de M. Le Net (tué : 3,26 millions, blessé grave : 0,34 millions, blessé léger : 0,072 millions) qui serviront de base pour les calculs dans l'hypothèse de coûts potentiels.

Enfin, nous retiendrons le coût moyen des dégâts matériels par accident calculé dans le rapport Brossier, soit 0,016 millions.

Les données du tableau précédent permettent de calculer les coûts de l'insécurité routière par type de voirie. Ces coûts ont ensuite été ventilés par mode à partir des fichiers de Police et de gendarmerie. Enfin, le montant des remboursements des compagnies d'assurance a été affecté par mode au prorata des coûts des dommages. Une fois déduits, on trouve alors les coûts non compensés par mode et type de voirie. Le tableau suivant donne une indication de ces coûts calculés avec les valeurs tutélares en vigueur :

Tableau 25 : Répartition des coûts en 1990 par mode et par type de voirie calculés avec les valeurs tutélares en vigueur (millions de francs 90)

	Coût total	Compensations assurances	Coûts non compensés	Dont : Autoroutes	Nationales (et express)	Départementales	Communales
VP	28 218	12 415	15 803	752	4 169	7 100	3 782
VUL	1 363	778	585	33	176	280	96
PL	2 888	1 980	908	125	353	280	150
Car/Bus	306	172	134	24	29	31	50
Autres	222	-	222	0	38	101	83
Total	32 997	15 345	17 652	935	4 764	7 792	4 161

Source : à partir des données du rapport Brossier

Ces premiers résultats ne permettent pas de retrouver la part des coûts en milieu urbain. En effet, si le trafic urbain intègre une part importante du trafic sur voirie communale, il n'en représente pas la totalité. De même, une partie du trafic sur voies nationales et express correspond aux autoroutes urbaines et doit donc être pris en compte dans le trafic urbain.

C. Les coûts externes de l'insécurité routière urbaine : Résultats "pertinents" et "potentiels"

Pour évaluer les coûts de l'insécurité routière en milieu urbain, nous avons calculé le coût moyen en véh.km par mode sur voirie communale ainsi que sur les routes nationales et express. Ces coûts moyens ont ensuite été appliqués respectivement aux trafics sur voirie communale urbaine et sur autoroute urbaine (Cf. données du tableau 27)

Ces calculs ayant été effectués pour les deux échelles de valeurs tutélaires retenues, la première correspondant à des coûts "pertinents" (valeurs tutélaires actuelles), et la seconde correspondant à des coûts "potentiels" (valeurs tutélaires proposées à la suite des travaux de LE NET, proches des valeurs recommandées par les travaux du plan, et des valeurs anglo-saxonnes). On obtient les deux tableaux suivants :

Tableau 26 : Coûts externes liés à l'insécurité routière en 1990 : répartition urbain/interurbain (en MF)

	Urbain	Inter-Urbain	Total
VP	4218 ³⁵	11586	15804
VUL	121	464	585
PL	167	740	908
Car/Bus	49	85	134
Autres	48	174	222
Total	4604	13048	17652

*Avec les coûts tutélaires en vigueur
(coûts "pertinents")*

	Urbain	Inter-Urbain	Total
VP	12879	32271	45150
VUL	426	1493	1919
PL	698	2354	3052
Car/Bus	164	247	411
Autres	149	464	613
Total	14316	36829	51145

*Avec les nouveaux coûts tutélaires proposés
(coûts "potentiels")*

On peut dès lors calculer les coûts marginaux de l'insécurité si on les considère égaux aux coûts moyens par véhicule.kilomètre. Cette hypothèse peut être posée car depuis 1972 les mesures réglementaires instaurées (limitations de vitesses, puis port obligatoire de la ceinture) ont cassé la liaison qui existait entre trafic et nombre d'accidents.

Lorsque l'on ramène les coûts non compensés du tableau précédent aux trafics correspondants, on trouve les coûts marginaux suivants :

35. Pour donner un exemple, le calcul des coûts externes d'insécurité de la VP en agglomération a été fait de la façon suivante :

1/ Coût sur voirie communale en agglomérations de plus de 5000 habitants : kms VP urbain x (coût VP voirie communale/trafic voirie communale) = $104,59 \times (3782/116,91) = 3383,45$

2/ Coût sur autoroute urbaine : kms VP sur A.U. x (coût VP voirie nationale/trafic voirie nationale) = $15,21 \times (4169/76,01) = 834,24$

3/ Coût total : $3383,45 + 834,24 = 4218$

Tableau 27 : Coûts externes marginaux liés à l'insécurité routière en 1990 : répartition urbain/interurbain (en F/véh.km)

	Urbain	Inter-Urbain	Moyenne
VP	0,0352	0,0524	0,0463
VUL	0,0051	0,0103	0,0085
PL	0,0972	0,0451	0,0500
Car/Bus	0,0602	0,0661	0,0638
Autres	0,0965	0,1159	0,1111
<i>Moyenne</i>	<i>0,0314</i>	<i>0,0457</i>	<i>0,0409</i>

*Avec les coûts tutélaires en vigueur
(coûts pertinents)*

	Urbain	Inter-Urbain	Moyenne
VP	0,1075	0,1459	0,1324
VUL	0,0178	0,0333	0,0279
PL	0,4060	0,1433	0,1682
Car/Bus	0,2000	0,1930	0,1957
Autres	0,2977	0,3094	0,3065
<i>Moyenne</i>	<i>0,0976</i>	<i>0,1291</i>	<i>0,1184</i>

*Avec les nouveaux coûts tutélaires proposés
(coûts potentiels)*

D. Conclusion

Les résultats obtenus nous permettent de situer le poids de l'insécurité dans les coûts du trafic routier urbain : il serait deux à quatre fois supérieur au coût du bruit, mais environ cinq fois moins important que le coût de la pollution, qui reste prépondérant en milieu urbain. Ce poids est tout relatif, notamment avec les valeurs tutélaires actuelles. Les nouvelles valeurs proposées, en multipliant par presque 3 l'évaluation des dommages non compensés, permettrait de mieux prendre en compte l'insécurité routière dans le passif du bilan de la route.

Lorsqu'on regarde le tableau 26, on constate tout d'abord que les coûts externes de l'insécurité routière sont presque en totalité à attribuer à la voiture, les autres modes n'intervenant que très peu dans ces coûts. Même en ramenant les coûts aux trafics, le poids de l'automobile reste toujours plus important que pour les autres modes : alors qu'elle représente 79% du trafic routier, 90% des coûts lui sont imputables (en se restreignant au domaine urbain, on trouve 81% du trafic pour 91,7% des coûts).

La très forte densité du trafic sur le réseau urbain entraîne un taux d'accidents élevé : par exemple, pour la voiture particulière, la circulation urbaine représente 34% du trafic pour 60% des accidents³⁶. Une variation du trafic sur la voirie a donc un impact plus que proportionnel sur le nombre d'accidents ce qui semble impliquer un coût marginal croissant avec le trafic. Cependant, d'autres facteurs entrent en ligne de compte qui font que le lien entre nombre d'accidents et coût de la route ne sont pas aussi forts que ce que l'on pourrait attendre. En effet, lorsqu'on se penche sur la gravité des accidents, les rapports sont complètement inversés : toujours en se cantonnant au cas de l'automobile, le trafic urbain ne représente que 22% des tués ; le nombre de blessés graves est de 34% (soit la part du trafic urbain) ; par contre, le nombre de blessés légers s'élève à 60%³⁷. Si le risque d'accidents est plus élevé en agglomération, les conséquences en sont donc beaucoup moins graves...

36. Ces chiffres sont calculés à partir des données p. 10 publiées par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière dans : *Bilan annuel de la Sécurité routière, statistiques et commentaires, année 1991*. Paris : La Documentation Française, 1993. 183 p.

37. Ibid.

Cette gravité moindre des accidents se traduit dans les tableaux d'évaluation des dommages précédents. Le coût global des dommages non compensés est de 4,60 milliards de francs en milieu urbain pour 13,05 milliards en interurbain. Exprimés en coûts marginaux, ceci nous donne un coût externe marginal de l'insécurité routière de 3,14 centimes en urbain pour 4,09 en interurbain soit une différence d'environ 25% entre les deux.

Cette différence de coûts en faveur de la circulation en milieu urbain, s'explique largement par des vitesses de déplacement beaucoup moins élevées. La densité du trafic, une voirie peu adaptée pour la vitesse et des limitations de vitesse beaucoup plus strictes sont autant d'éléments pour comprendre la relative faiblesse des coûts des accidents en ville, même si ceux-ci sont plus nombreux qu'ailleurs.

Les deux autres principaux facteurs de risque jouant sur les accidents et leur gravité (l'alcool et le port ou non de la ceinture de sécurité³⁸) ne semblent pas avoir un impact aussi net sur les coûts d'insécurité du trafic urbain. Le taux d'alcoolémie varie fortement d'une région à l'autre, mais par contre la distinction entre urbain et interurbain n'est pas retenue dans les indicateurs de sécurité de l'Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière (ONSER). Le port de la ceinture de sécurité est beaucoup plus respecté en interurbain qu'en urbain : le taux de port est de 90% sur autoroutes de liaison, 80-85% sur routes et autoroutes de dégagement alors qu'il ne dépasse pas les 45-55% en agglomération³⁹. Ce facteur joue dans le sens inverse du phénomène de moindre gravité des accidents. Si son impact reste faible, c'est que les vitesses sont bien moins élevées en agglomération : on en revient donc au premier facteur explicatif évoqué.

Enfin, la part de l'insécurité routière dans les coûts externes de la route semble avoir été jusqu'à présent sous-évaluée et les nouvelles valeurs tutélaires proposées devraient permettre de mieux les prendre en compte. L'automobile a une très grande part de responsabilité dans les coûts liés à l'insécurité routière, que l'on soit en milieu urbain ou interurbain. La circulation en milieu urbain engendre cependant beaucoup moins de dommages en termes physiques et monétaires, tant en valeur absolue qu'en véhicules.kilomètres, du fait de vitesses moyennes beaucoup moins élevées.

S. Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains : synthèse

Le coût externe (non couvert par les assurances) de l'insécurité routière estimé suivant les coûts tutélaires en vigueur (coût "pertinent") est de 4 milliards de F/an pour la circulation VP en urbain, soit pour un trafic d'environ 120 milliards de véhicules.km une valeur moyenne de 0,03F/véh.km. Si l'on se place dans l'optique d'une préférence plus forte pour la sécurité routière, l'adoption de coûts tutélaires plus "humanistes" conduirait à internaliser un coût externe "potentiel" de 13 milliards de F/an, soit environ 0,11F/véh.km.

38. On trouvera une bonne synthèse sur les différents facteurs de risque pp.77-112 de Pierre GIRAUDET, *La sécurité routière. Livre blanc présenté au Premier Ministre*. Paris : La Documentation Française, Coll. des rapports officiels. 1989. 160 p.

39. Cf. p. 97 de Pierre GIRAUDET, *La sécurité routière*. Op. Cit.

Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière urbaine sur l'environnement (Le niveau de trafic urbain retenu (VP) est de l'ordre de 120 mds de véh.km)

	COUTS EXTERNES "PERTINENTS" (valeurs révélées minimales)		COUTS EXTERNES "POTENTIELS" (objectifs d'évitement soutenables)	
	F/an	F/véh.km	F/an	F/véh.km
BRUIT	0,611 Mds	0,005	3,5 Mds	0,03
POLLUTION	18 Mds	0,15	50 Mds	0,42
INSECURITE	4 Mds	0,03	13 Mds	0,11
CONGESTION	8 Mds	0,07	21 Mds	0,18
TOTAL	30,611 Mds	0,255	87,5 Mds	0,74

En définitive, les coûts externes "pertinents" du bruit, de la pollution, de l'insécurité et de la congestion dus à la circulation automobile urbaine en France peuvent être estimés à un minimum de l'ordre de 31 milliards de Francs. Si l'on se plaçait dans une perspective de préférence pour l'environnement très forte (proche de celle de la Suède par exemple), cela reviendrait à internaliser des coûts externes environnementaux "potentiels" de l'ordre de 87 milliards de Frs. Nous voyons que la fourchette d'évaluation est très large : ces valeurs de coûts dépendront finalement de l'évolution de la préférence collective pour l'environnement.

TROISIEME PARTIE :
Les stratégies d'internalisation

Les éléments rassemblés en première et seconde partie nous ont permis de montrer que si la préférence pour la mobilité a été prépondérante jusqu'à aujourd'hui, elle entre désormais en conflit avec la montée des préférences pour un meilleur environnement. La résolution de ce conflit passe par l'internalisation des nuisances occasionnées par la circulation automobile. L'internalisation consiste à réintégrer dans les mécanismes du marché des phénomènes qui y étaient jusqu'alors extérieurs (effets externes). Si on applique le principe du pollueur-payeur, alors l'internalisation consiste à augmenter le coût généralisé du déplacement en VP à hauteur du coût social. Etant donné que ce coût intègre une composante financière et une composante temps de déplacement, l'internalisation peut prendre deux formes (qui constitueront les deux sections de cette partie) :

- une forme tarifaire : on laisse la VP circuler mais on lui fait payer son coût social pour la collectivité ;
- une forme réglementaire : la circulation qui génère des nuisances est dissuadée (interdictions, déplacements difficiles...).

SECTION 1 : LES SOLUTIONS TARIFAIRES

Les problèmes de mobilité urbaine (congestion, effets indirects environnementaux) ont ravivé le débat sur la tarification de l'usage de l'automobile¹ et ça et là mené à quelques expériences. La tarification des déplacements urbains peut-elle alors constituer une voie de solution opportune à ces problèmes ? Il n'y a pas de réponse simple à cette question, ceci pour au moins deux raisons étroitement liées :

- Il n'existe pas une seule solution tarifaire, mais plusieurs, se distinguant par un mode d'action spécifique sur le système de déplacements. Chacune d'elle autorise donc une prospective différente quant à leur impact sur la crise des déplacements urbains.

- Au delà du simple système de déplacements, se pose aussi la question des effets de la solution tarifaire sur l'ensemble du système d'interaction que constitue une ville. Les contraintes résultant des localisations urbaines sont-elles compatibles avec la solution tarifaire ? N'y a-t-il pas de forts risques d'iniquité sociale ? Bref, les déplacements urbains ne comportent-ils pas une dimension particulière les rendant inaptes à la solution tarifaire ?

Nous tenterons une contribution sur chacun de ces deux points.

1. Comme le signale Robert PRETTY ("Road pricing : a solution for Hong Kong", *Transportation Research*, Vol. 22A, n° 5, 1988, pp. 319-327), celui-ci est déjà ancien. Il est apparu dans les années 50 et la publication du rapport SMEED, pour le compte du Ministère des Transports britannique, marqua en 1964 une date importante.

Sur premier d'abord ; il est à noter que c'est au travers du thème du péage urbain que la solution tarifaire est aujourd'hui largement approchée. On peut alors distinguer deux types de péage urbain :

- Un premier, le péage de financement, a émergé de manière relativement pragmatique dans les pays du nord, singulièrement en Scandinavie. Il pourrait être question de l'introduire en France sous une forme spécifique (péage d'ouvrage). Son principe est simple : pour supprimer la congestion, il s'agit de recueillir des fonds qui financeront de nouvelles capacités de voirie.

- Un second, le péage de congestion, demeure encore un concept issu de l'analyse théorique de la tarification des infrastructures². Il est largement examiné par la littérature, notamment anglo-saxonne (*road pricing*). Son objectif est avant tout de restreindre l'usage de la voiture particulière, par un tarif suffisamment dissuasif pour permettre l'égalité de l'offre et de la demande d'espace de circulation.

Qu'il s'agisse de l'un ou de l'autre, ces péages urbains nous paraissent présenter des difficultés d'ordre pratique ou théorique. Le pragmatisme du péage de financement nous autorise à relever des obstacles quant à son efficacité sur la crise des déplacements urbains, et au mieux, des infractions à l'analyse théorique de la tarification. Le péage de congestion soulève quant à lui aussi bien des objections quant à son efficacité que des incohérences au regard de l'analyse théorique³. Nous montrerons notamment qu'il fait une lecture incomplète des principes théoriques de la tarification des infrastructures et qu'il y a là une source importante d'indétermination quant à sa perspective de mise en place.

Cela nous a conduit à remettre en cause la pertinence du concept même de péage urbain. Nous lui préférons celui d'une régulation par les prix des déplacements urbains. Nous développerons alors les principes d'une solution tarifaire, touchant principalement l'usage de l'automobile⁴, mais qui, parce qu'elle a recourt à l'intégralité du message théorique, oblige à considérer l'ensemble de la sphère des déplacements motorisés. La régulation par les prix pourrait alors avoir pour effet un rééquilibrage des parts modales à l'intérieur de ceux-ci.

2. Bien qu'il ait donné lieu à une expérimentation à Hong Kong.

3. Les deux n'étant pas sans lien.

4. Qui devrait aussi comporter des implications en matière de tarification des transports en commun, que nous n'ébaucherons toutefois qu'à grands traits.

Sur le second point ensuite, notre concours pourra être jugé plus modeste. Il a pourtant son importance. Nous montrerons que la régulation par les prix, telle qu'elle est éclairée par la théorie économique, oblige à prendre en compte certaines des contraintes émanant des systèmes de localisation, voire de pratiques sociales⁵. Cela a pour effet d'éclairer les questions quant aux effets de la solution tarifaire sur le fonctionnement urbain, sur l'équité de la mesure, et en matière d'atteinte à la mobilité. Cet éclairage ne constitue pas toujours des réponses formelles. Par le fait que la régulation par les prix est à la fois plus globale et plus exhaustive, qu'elle ne s'intéresse pas qu'à la fixation des tarifs mais aussi à leurs conditions de mise en place, qu'elle oblige ainsi à percevoir des mesures d'accompagnement, bref qu'elle brosse un tableau plus large de la solution tarifaire, les questions qui émanent de la spécificité du bien déplacement peuvent alors se trouver mieux posées.

Nous envisageons donc quatre temps :

- Dans un premier, nous retracerons le péage de financement et insisterons sur les dangers de son importation. Ses fondements locaux pourrait en effet compromettre l'efficacité en France.

- Dans un second temps, nous développerons les indéterminations du péage de congestion .

- Enfin, les deux derniers paragraphes seront destinés à l'explicitation d'une véritable régulation par les prix. Le troisième paragraphe se concentre plus sur la question du tarif (calcul, structure, utilisation).

- Le quatrième paragraphe, en posant la question de la possibilité d'une régulation par les prix des déplacements urbains, portera plus largement sur les conditions d'environnement du tarif de régulation.

I. Les dangers de l'importation du péage de financement

A. L'émergence du péage urbain de financement

C'est dans quelques villes de Norvège⁶ que les premières expériences de péage urbain de financement ont été menées. Pour ces villes, le diagnostic de la crise des déplacements paraît s'être posé en les termes suivants. On constate que la congestion progresse, de manière générale mais aussi plus particulièrement à certains points de la ville, tandis que l'on observe une certaine carence en infrastructures de voirie. Le péage urbain est apparu comme le moyen de financer de nouvelles infrastructures routières avec le triple avantage de,

- ne pas trop solliciter le contribuable,
- permettre une amélioration de voirie plus rapide,
- "court-circuiter" le système financier, dans un contexte de coût du crédit élevé.

5. Qui constituent, en interaction avec le système de déplacements, le phénomène urbain (voir A. BONNAFOUS, H. PUEL. *Physionomie de la ville*, Paris : Les éditions ouvrières, 1983, pp. 43-46).

6. Chronologiquement Bergen, Oslo, Trondheim, Kristiansand.

Il s'est alors agi de mettre en place un cordon de péage, en tarifant les principaux points d'entrée de la ville, avec quasiment aucune référence à la zone et à la période véritablement congestionnée.

Résumons donc la logique d'émergence du péage de financement :

1. Il y a congestion que l'on explique par une insuffisance d'espaces de circulation ;
2. Par ailleurs, ces espaces peuvent être physiquement étendus, mais l'obstacle est financier ;
3. On instaure alors le péage urbain, il n'y a pas par ailleurs d'obstacle législatif, ce qui ne serait pas le cas par exemple en France.

On peut admettre que les pratiques singulièrement françaises, plus proches du péage d'infrastructures plus ou moins isolées⁷, peuvent être considérées comme des variantes du péage urbain de financement. A bien y réfléchir, la logique d'émergence ne s'en distingue que par quelques points de détail. Sur le point 1 par exemple, et pour les projets parisiens uniquement, l'idée de la congestion est associée à celle d'une absence d'infrastructures où la vitesse de déplacement peut être élevée. Sur le point 2, les nouvelles infrastructures sont ici envisagées en souterrain, en raison de la forte densité des villes françaises. Ensuite sur le point 3, compte tenu du contexte réglementaire français, un péage de zone n'est pas concevable pour financer un ensemble d'infrastructures. On optera alors pour un péage attaché à l'usage de l'infrastructure qui sera construite.

B. Le péage de financement face à la crise des déplacements urbains

1. Approche empirique

Une idée, sans doute assez triviale, se dégage des propos précédents. Un type de péage urbain naît en adéquation avec le diagnostic de la crise et les contraintes qui peuvent peser sur les mesures envisageables. La polymorphie du péage urbain est donc à rechercher dans celle du contexte de crise des déplacements. Il vient alors la question de l'efficacité du péage de financement face à la crise plus particulièrement française.

De tels péages s'inscrivent dans la logique aujourd'hui bien connue du développement de l'offre de voirie, au détail près d'une tarification relativement modique, qui n'est donc pas de nature à rompre l'effet stimulant de l'offre sur la demande de déplacements automobiles. Ainsi par exemple, les premières évaluations de court terme des mesures scandinaves ont montré que le péage de financement n'est que très peu dissuasif pour l'usage de l'automobile⁸. Concernant les projets parisiens d'infrastructures souterraines, si la tarification est plus dissuasive⁹, la captation de trafic libère en surface des capacités, dont l'effet s'apparente à la mise en place de nouvelles infrastructures¹⁰.

7. Telles que les expériences que constituent le tunnel du Prado-Carénage à Marseille, tout récemment mis en service, le bouclage du périphérique lyonnais, les projets parisiens d'infrastructures souterraines, etc.

8. Voir notamment :

Dans les deux cas, il semble donc que l'on s'expose à une situation quelque peu dangereuse, s'il l'on admet que la conjecture de MOGRIDGE (Cf encadré 1) décrit valablement les phénomènes en jeu. Ainsi, la faculté des péages de financement à résoudre la congestion semble reposer sur le pari qu'il est physiquement possible, l'obstacle financier se trouvant réglé, d'offrir des espaces de voirie qui seront suffisants pour écouler la demande de déplacement individuel. Même à supposer l'utilisation du sous-sol, des doutes peuvent être émis sur un tel pari, donc sur la capacité du péage de financement à lutter durablement contre la congestion. Il suit que les effets négatifs environnementaux résultant de l'usage automobile subsistent, dans la mesure où dans le long terme cet usage pourrait se développer.

Ce scepticisme peut sans doute être modéré. L'atout de ces péages est qu'ils sont politiquement bien acceptés. Aussi, combinés à des mesures réglementaires visant à restreindre l'usage de la voirie par l'automobile¹¹, ou conçus en vue d'une étape transitoire vers un péage urbain plus proche du péage de régulation¹², leur efficacité à traiter le problème de la congestion pourrait alors s'avérer.

O. I. LARSEN, "The toll ring in Bergen, Norway - The first year of operation", *Traffic Engineering and control*, Avril 1988.

O. I. LARSEN, P. MATHIEU, F. RAMJERDI, "Is perfect road pricing cost effective ? ", *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*, actes du colloque "La régulation des déplacements urbains par leurs prix", entretiens Jacques Cartier des 4, 5, 6 décembre 1991, Lyon : Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes - CNRS (ed.), pp. 165-176.

R. HJORTHOL, "Changes in travel behaviour after introduction of a toll cordon in Oslo", communication à la 6ème conférence mondiale sur la recherche en transport, juillet 1992, Lyon : LET, secrétariat de la WCTRS.

9. A l'équilibre budgétaire, majoré d'un péage de rente pour maintenir la capacité d'utilisation optimale de l'infrastructure.

10. Voir notamment pour le projet parisien LASER :

G. DOBIAS, F. PAPON, "Des voies souterraines en région d'Ile de France". *Transports*, n° 340, mars-Avril 1990, pp. 176-181.

F. PAPON, *Les routes de première classe - une tarification différenciée de la circulation en agglomération pour en améliorer l'efficacité économique de manière socialement équitable*, Thèse pour l'obtention du doctorat de Sciences Economiques, Paris : Université Paris XII, Institut d'urbanisme de Paris, Avril 1991.

11. Comme par exemple un projet type LASER, avec des dispositions de réappropriation de l'espace de surface par d'autres affectations que le déplacement en automobile.

12. Comme il semble en être le cas des villes scandinaves.

Encadré 1 : La conjecture de MOGRIDGE¹³

La thèse

Elle se fonde sur le constat suivant : A Londres, on peut vérifier que les vitesses moyennes porte à porte sont stables dans le temps et sensiblement les mêmes selon le mode individuel ou collectif (site propre rail uniquement), en dépit des nombreux investissements de voirie. MOGRIDGE formule alors l'interprétation suivante : le trafic induit annule l'amélioration de vitesse routière résultant des investissements jusqu'au retour à l'égalité des vitesses V.P. et T.C..

Dans sa version la plus extrême, la thèse de MOGRIDGE pose que les améliorations de voirie conduisent, à terme, à une diminution généralisée des vitesses de déplacement (voiture particulière et transports collectifs). Le raisonnement est le suivant. Une amélioration de voirie provoque, outre des inductions pures de trafic, des transferts de déplacements T.C. vers V.P.. Ces transferts détériorent la situation financière des transports collectifs. Si le niveau de subvention reste constant, il s'en suit une baisse de l'offre T.C., donc une réduction des vitesses. Comme les vitesses routières convergent vers celles des T.C., la situation se trouve, à terme, moins bonne.

Limites, mais aussi forces de la thèse

La thèse de MOGRIDGE est critiquable, et a d'ailleurs été attaquée, sur le fait que le raisonnement s'appuie sur la prise en compte des vitesses. D'une part au plan empirique, il ne semble pas que la constance des vitesses dans le temps et l'égalité V.P.-T.C. soient dotées d'une généralité suffisante. D'autre part au plan théorique, la vitesse n'est pas le seul déterminant de l'arbitrage T.C.-V.P..

Mais ces critiques n'atteignent pas le coeur de la thèse de MOGRIDGE. C'est donc celui-ci qu'il serait possible de conserver, et non pas son fondement empirique sur les vitesses. Ce coeur se tient dans les arbitrages décision de mode/décision d'itinéraires/décision ou non de se déplacer, dans lesquels le temps de déplacement intervient, mais assurément pas seul. Dans un contexte où la demande latente de transport reste soutenue, de tels arbitrages conduisent à ce que toute amélioration d'offre, privée d'orientation en matière de demande, ne résout qu'à la marge et que momentanément le problème de la congestion. C'est ainsi que toute amélioration de voirie se heurte, dans l'objectif de décongestion, à l'induction de trafic. Les améliorations d'offre T.C. ont un résultat similaire, bien qu'indirect. Elles agissent telles de véritables améliorations de voirie par les reports de déplacements V.P. sur T.C.. Les améliorations d'offre de transport génèrent donc bien un surplus, mais plus par l'augmentation des quantités de déplacements que par des gains en

13. Sur la thèse de Mogridge et sa controverse, voir :

M. J. H. MOGRIDGE, *Jam yesterday, jam today and jam tomorrow*, London : University College of London, Transport Studies Group, octobre 1985.

P. H. BLY, R. H. JOHNSTON, F. V. WEBSTER, "A panacea for road congestion?", *Traffic Engineering and control*, janvier 1987, pp. 8-12.

M. J. H. MOGRIDGE, D. J. HOLDEN, "A panacea for road congestion? A riposte". *Traffic Engineering and control*, janvier 1987, pp. 13-19.

R.H. JOHNSTON, "Some mechanisms of speed similarity in urban areas. The similarity of observed door-to-door speeds", *Traffic Engineering and control*, janvier 1988, pp. 6-9.

R.H. JOHNSTON, "Some mechanisms of speed similarity in urban areas. The stability of observed road speeds", *Traffic Engineering and control*, février 1988, pp. 72-75.

Voir aussi pour une approche un peu différente, mais conduisant aux mêmes conclusions que la thèse de MOGRIDGE, les travaux de WEBSTER, notamment F. V. WEBSTER, "Le transport dans les aires urbaines - tendances actuelles et perspectives", *Les cahiers scientifiques du transport*, n° 17-18, 1988, pp. 15-44.

qualité (coût généralisé de transport). Il subsiste cependant des problèmes liés aux transferts de ces surplus entre les deux modes (Cf première partie, section 2, II).

Dès lors que les données de l'observation fondées sur les vitesses ne permettent pas d'asseoir la thèse de MOGRIDGE, il faut se demander si d'autres observations infirment, selon la logique popperienne, le cœur de l'analyse de MOGRIDGE. Or, les investissements substantiels de voirie et transport collectif menés dans les années 70 et 80 n'ont pas résolu la crise de congestion, à défaut d'affirmer qu'ils l'ont aggravée. Ainsi donc, l'erreur de MOGRIDGE est d'avoir voulu conforter une hypothèse théorique avec des données de vitesse, alors que sans doute l'observation plus immédiate suffit à montrer que le cœur de la thèse n'est toujours pas infirmé par l'observation empirique.

Par ailleurs concernant les voiries rapides souterraines à péage, des incertitudes se tiennent quant aux effets structurants que l'on peut en attendre. On peut ici évoquer l'effet de tunnel mis en évidence pour le T.G.V., et il est à craindre un accroissement des déséquilibres spatiaux urbains, de même que l'étalement urbain pourrait encore être repoussé et que le modèle urbain des rentes centrales élevées se renforcer.

2. Analyse théorique

Le péage de financement ne se conforme pas à la théorie économique de l'allocation optimale des ressources. Selon cette théorie, les biens collectifs tels les infrastructures de transport doivent être financés par l'impôt, et seules les dépenses d'utilisation¹⁴ peuvent faire l'objet d'un prix. Il ne s'agit pas bien sûr de condamner le péage de financement sous le prétexte qu'il déroge à l'allocation optimale des ressources. Mais il convient d'en relever les implications.

La théorie de l'allocation optimale des ressources - à tout le moins dans sa version traditionnelle - est une théorie de la régulation économique des prix (Cf encadré 2). En dépit de certaines limites, on peut admettre qu'elle offre des éclairages intéressants sur le rôle de régulation des prix. Au demeurant, on peut aussi considérer qu'il s'agit là de l'unique théorie dont l'économiste dispose pour rendre compte d'une telle régulation.

Constater alors que le péage de financement n'obéit pas aux principes de tarification qui découlent de l'allocation optimale des ressources mène à deux remarques :

- en premier lieu, des doutes peuvent être émis sur son pouvoir régulateur des déplacements urbains, puisqu'il apparaît clairement que l'on ne cherche pas à analyser le tarif dans un objectif de régulation. C'est plus une logique d'équilibre comptable qui est sous-jacente ;

14. Dites encore de qualité, par opposition aux dépenses de quantité que représentent les infrastructures en elles-mêmes.

- les "prix d'allocation optimale des ressources" ne se fixent donc pas dans un objectif d'équilibre comptable, ou encore de maximisation du profit, de l'unité qui produit les biens collectifs. Les prix ne sont alors plus observés sous le strict angle financier, mais sous un angle de vue plus économique, plus proche de l'idée de promouvoir un certain bien-être collectif. Tandis qu'un péage de financement pourrait ne promouvoir que l'avantage de l'unité qui a en charge la production de l'infrastructure.

C'est ainsi que l'on trouve quelquefois exprimée l'idée que la logique des péages de financement est extra-économique, au sens d'une démarcation sur la théorie économique. Elle découle en fait d'un certain pragmatisme, face à des contraintes extra-économiques (institutionnelles, géographiques, *etc*). C'est un tel pragmatisme qui a gouverné dans l'après-guerre, la construction des autoroutes inter-urbaines concédées à péage, la contrainte étant ici le constat d'une insuffisance du réseau français face à nos voisins européens. Cette expérience est aussi riche d'enseignements pour le péage urbain de financement. En dépit d'un incontestable intérêt, on observe cependant que certains de ces ouvrages sont aujourd'hui saturés, et qu'ils sont à l'origine d'un certain nombre de difficultés, notamment en matière d'aménagement du territoire.

Encadré 2 : Le corps théorique de l'allocation optimale des ressources

Pour l'économiste, l'allocation optimale des ressources se définit comme une situation où le conflit entre, d'une part les besoins, d'autre part les sacrifices qu'il faut consacrer pour les satisfaire, reçoit une solution acceptable. De manière concrète, cela signifie qu'il y a dans l'économie à la fois *équilibre général* (l'offre et la demande s'égalise sur tous les marchés, il n'y a ni pénurie, ni stockage) et *optimum collectif* (il n'est pas possible de produire plus, compte tenu de la disposition et répartition des ressources productives initiales).

Une telle situation est à l'évidence une pure fiction, mais son analyse permet de disposer de règles d'interprétation ou de décision économique. Il existe ainsi deux versions théoriques de l'allocation optimale des ressources :

- une première qui l'étudie au travers du paramètre prix des biens, qui devient alors l'élément régulateur de l'allocation des ressources. Cette première version, issue de l'articulation entre la théorie de l'équilibre général et l'Economie du bien-être, permet de disposer d'une *théorie de la régulation économique par les prix* ;

- une seconde qui établit l'allocation optimale des ressources au travers de la réalisation des surplus (*Théorie des surplus* de Maurice ALLAIS).

On peut admettre, qu'ensemble, ces deux versions offrent un large champ de principes opératoires :

- la première permet de disposer de règles de prix lorsque les conditions structurelles de l'économie sont compatibles avec une régulation par les prix. Il est à noter qu'une telle régulation ne se borne pas au champ de l'économie strictement privée, mais peut aussi être étendue à certaines des activités, qui par nature, incombent à l'économie publique. La gestion de l'usage des infrastructures de transport en fait partie ;

- la seconde permet de disposer de règles de décision pour des activités qui ne se conforment pas aux conditions nécessaires à la régulation par les prix (gestion de la construction des infrastructures de transport).

Les résultats de la théorie de l'allocation optimale des ressources, version théorie des prix, se résume en quatre points. Il est défini :

- le problème économique à réguler (l'antagonisme besoin-coût) ;
- par suite, le concept de prix : indicateur de rareté, avec l'idée d'une relative égalité dans le rapport des deux forces en opposition ;
- les propriétés de la régulation par les prix (*optimum de Pareto*) ;
- enfin, les conditions structurelles de l'économie nécessaires à une régulation par les prix.

Trois résultats majeurs sont à retirer de ce champ théorique de l'allocation optimale des ressources :

- Pour le domaine des transports (voir pour cela le rapport dit "rapport ALLAIS" sur la tarification¹⁵), il semble que la gestion de tous les services de transport, une fois les infrastructures support mises en place, puisse se conformer aux règles d'une régulation par les prix.

15. ALLAIS, DEL VISCOVO, DUQUESNE de la VINELLE, CORT, SEIDENFUS, *Options de la politique tarifaire dans les transports*, Bruxelles : C.E.E., Coll. Etudes, Série transports, n° 1, 1965, 485 p.

- Cette régulation par les prix permet de produire le maximum de bien-être et de le distribuer au mieux (optimum de Pareto), mais compte tenu de la répartition initiale des ressources productives. En termes plus clairs, la régulation par les prix permet d'éviter les gaspillages, mais ne fait pas de redistribution de ressources¹⁶.

- A l'inverse, l'activité économique qui consiste à mettre en place (ou supprimer) les infrastructures, ne peut être réglée par les prix. Mais il est possible d'utiliser des règles de décisions pratiques (calcul coût-avantage), confirmées *a posteriori* par la théorie des surplus de Maurice ALLAIS.

Deux limites sont cependant à souligner :

- L'idée que la gestion des infrastructures de transport se tient dans des conditions compatibles avec une régulation par les prix est soumise à quelques approximations. Celles-ci tiennent à ce que certaines des conditions nécessaires à la régulation par les prix sont difficilement vérifiables dans la réalité pratique. Cette difficulté n'est donc pas spécifique à l'usage des infrastructures de transport et existe aussi pour les activités traditionnellement du ressort de l'économie concurrentielle. Or pour ces dernières, il apparaît irréaliste de nier le rôle de régulation des prix. Il n'est tout simplement pas aussi parfait que celui décrit par la théorie (notamment il est douteux qu'il conduise à l'équilibre général stable). A l'inverse, il existe des conditions nécessaires qui sont plus faciles à repérer empiriquement, et ici la théorie de la régulation par les prix éclaire utilement la décision.

- D'autre part, il apparaît illusoire de justifier l'adhésion aux principes de l'allocation optimale des ressources par le prétexte de l'optimum social. Cela nécessiterait que la régulation par les prix existe partout ailleurs dans le reste de l'économie, et en les termes mis en évidence par la théorie. Quelle peut alors être la justification de l'utilisation de cette théorie ? Tout simplement de disposer de règles opératoires de tarification, dans un domaine où le contexte de décision unilatéral (absence d'un marché) ne permet pas de "sonder" les besoins. Sur un marché comme celui des déplacements urbains, ces règles peuvent alors introduire une certaine cohérence, dans la mesure où elles sont appliquées uniformément à ces diverses composantes, et en dépit du fait qu'il s'agisse d'un marché "public".

16. Cette redistribution est toutefois possible, mais en dehors des prix, c'est-à-dire en intervenant directement sur la distribution initiale des ressources (politique des allocations en fonction du quotient familial par exemple). Il y a donc dans les principes de l'allocation optimale des ressources une volonté de séparer les mécanismes d'allocation de ceux de redistribution des ressources.

S. Les dangers de l'importation du péage de financement : synthèse

Le péage de financement a été mis en place en Norvège. Il sert uniquement à financer de nouvelles capacités de voirie pour lutter contre la congestion. Il suppose donc qu'il est possible de répondre à la demande de déplacements individuels. Ce péage n'a pas vocation de dissuader la circulation automobile : son tarif est modique, il est souvent mis en place à l'entrée de la ville (cordon) et ne fait référence ni à la zone ni à la période congestionnée. Concernant son efficacité sur la crise des déplacements urbains, certains doutes peuvent subsister. Il s'inscrit dans la logique traditionnelle d'offre de transport, au détail près d'un tarif insuffisant pour constituer un véritable levier d'action sur la demande. Il ne se conforme pas à la théorie économique de la régulation par les prix. Il ne vise donc pas une action régulatrice des déplacements urbains par les prix.

II. Les indéterminations du péage de congestion

A. L'émergence du péage urbain de congestion

Contrairement au péage de financement, ce que nous désignons sous le péage de congestion constitue une mesure qui trouve son inspiration dans la théorie de l'allocation optimale des ressources. Il est né de l'application, au cas de la voirie urbaine, de ses règles de tarification d'usage des infrastructures (d'où l'appellation anglo-saxonne de *road pricing*). Néanmoins, il ne s'attache qu'à une partie du message théorique et il y a là la source d'un certain nombre d'indéterminations. Le péage de congestion apparaît en effet exclusivement centré sur l'explication et le traitement de la congestion (d'où son appellation) par le montant et la structure des tarifs. Il n'est alors fait que trop peu référence aux conditions nécessaires à la régulation par les prix, tout comme à ces principes de fonctionnement.

De façon plus pratique, le péage de congestion a donné lieu à une expérimentation menée à Hong Kong¹⁷. Elle a consisté en un péage de zone tarifiant l'usage de la voirie à l'aide d'un dispositif électronique sol-voiture. L'expérimentation a été très largement menée, mais la décision ajournée, officiellement sous la relative stagnation de la congestion, d'autres mesures ayant été annoncées (augmentation de la taxation fixe de l'automobile)¹⁸.

17. Il est en effet frappant d'observer à quel point cette expérimentation s'est conformée au schéma théorique du péage de congestion (pour s'en convaincre, on se reportera à l'article de W. PRETTY, "Road pricing : a solution for Hong Kong", *Transportation Research*, Vol. 22A, n° 5, 1988, pp. 319-327). L'on a en effet recherché des relations densité de trafic-temps de transport, tandis que des enquêtes ont été conduites pour valoriser l'unité de temps et que l'on a tenté de calibrer une courbe de demande.

18. A Singapour, on a instauré voilà déjà presque deux décennies une vignette autorisant l'entrée dans le C.B.D. (Central Business District), pour les voitures particulières transportant moins de 4 personnes. Il est cependant à noter que l'expérience de Singapour va bien au delà de la mise en place d'un péage de congestion. Le péage s'inscrit en effet dans un plan de déplacement et urbanistique plus large, intégrant des mesures prises sur les transports en commun et en matière de localisation.

On comprend aisément que le choix d'un péage de congestion ait apparu plus adapté à Hong Kong, du fait d'une grave carence d'espace disqualifiant le péage de financement (forte densité des villes d'Asie du Sud-Est). Le contexte de crise des déplacements était donc fort différent de celui de la Norvège. Un indice est, à cet égard, révélateur. Nombre d'articles, traitant de l'expérimentation de péage à Hong Kong, ont avancé le diagnostic de la crise à l'aide d'un indicateur, la densité d'automobiles possédées au mètre-carré de voirie existante. Il y a bien l'idée que l'usage de l'automobile est démesuré, et qu'il convient de le restreindre. Il en résulte une logique plus pratique d'apparition du péage de congestion :

1. Il y a congestion, mais l'usage de l'automobile est sévèrement mis en cause, les possibilités d'extension du réseau de voirie ne pouvant suffire.

2. Les mesures traditionnelles de restriction de l'usage de l'automobile ne paraissent pas à la hauteur du problème (pour le moins envisagées seules).

3. On instaure le péage urbain de congestion, là encore le contexte institutionnel, mais aussi géographique (Cf Hong Kong), est favorable.

Nous sommes maintenant conduits à quelques réflexions sur la notion de congestion qui permettront d'élucider les fondements théoriques du péage urbain de congestion.

B. Congestion et tarification de la congestion

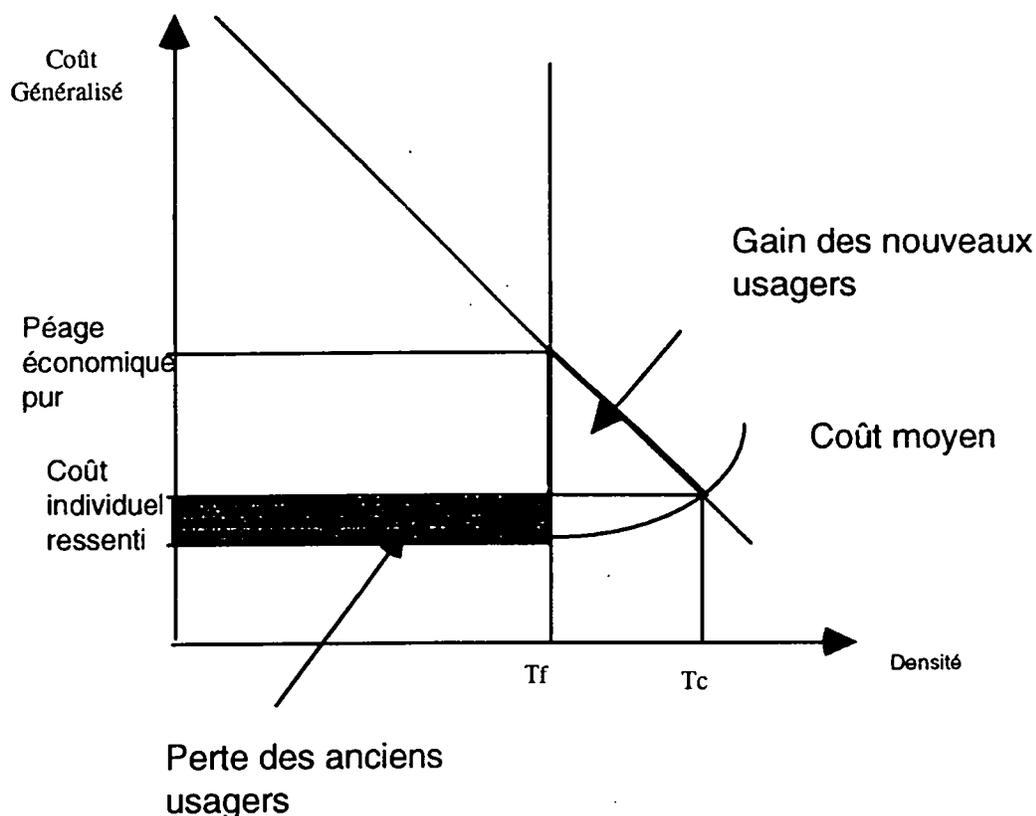
1. De la courbe déplacement-coût à la relation débit-vitesse

Les phénomènes de congestion et de pointe n'existent pas qu'en matière de voirie. On les trouve dans de nombreux autres domaines (usage de l'eau, électricité...). Mais les encombrements ont une caractéristique particulière que n'ont pas tous les phénomènes de pointe. Les embouteillages résultent d'une demande de service (et non d'un bien comme pour l'eau et l'électricité) dont l'offre est caractérisée par certaines indivisibilités. A partir d'un certain seuil, cela conduit à une relation inverse entre la quantité de demandeurs et la qualité du service. Un phénomène d'encombrement peut donc être défini comme une dégradation de la qualité d'un service du fait d'un trop grand nombre d'usagers.

La mesure de la qualité du service se fait ici par le temps moyen de parcours constaté sur un trajet donné, mais aussi par la sécurité du déplacement (le risque d'accident pouvant s'accroître avec le nombre d'usagers de la route), ainsi que par l'évolution des dépenses d'inputs marchands (carburants, huile, etc). Par souci de simplification, nous ne retiendrons par la suite que le temps de parcours, les autres composantes de la qualité de service variant *grasso modo* de la même façon que celui-ci. Pour un usager donné, le temps de parcours dépend du débit moyen de la voirie, c'est-à-dire de la vitesse moyenne multipliée par le nombre de véhicules. Trois variables clés apparaissent donc pour conduire l'analyse : le temps, le débit et la quantité de voitures en circulation, que l'on appelle aussi densité. Ces trois variables évoluent les unes par rapport aux autres et l'on se trouve donc en présence d'un système que l'on peut schématiser de la façon suivante.

1 - Le temps de parcours moyen sur un itinéraire donné va être pris en compte pour déterminer ce que les économistes appellent le coût généralisé du transport, lequel comporte, traditionnellement (notamment en référence aux circulaires officielles pour les évaluations de projets), outre les éléments traditionnels du coût privé (essence, usure...), le coût du temps passé valorisé selon une certaine norme. Le niveau du coût généralisé d'un déplacement urbain, en V.P. par exemple, dépend donc des paramètres que sont d'une part le coût d'usage moyen de l'automobile et la valeur moyenne donnée au temps. Quels que soient les coûts unitaires, le coût généralisé s'accroît avec les encombrements, c'est-à-dire avec le nombre de véhicules qui empruntent au même moment un axe donné. Cela conduit à la figure 1 suivante :

Figure 1 : Coût généralisé, surplus et péage économique pur



En situation de trafic fluide, le coût généralisé du déplacement (c'est-à-dire le coût individuel ressenti) ne s'accroît pas si on augmente le nombre de véhicules en circulation. Il le fait à partir d'un certain seuil appelé ici T_f , où commence la congestion. Il est cependant possible que la congestion soit aujourd'hui socialement¹⁹ préférée dans la mesure où, si l'arrivée des autres usagers accroît le temps moyen de déplacement, cet aspect des choses est repoussé au second plan par deux autres phénomènes :

19. Au sens de collectivement.

- bien que supportant un coût supérieur, les nouveaux usagers retirent un surplus de leur demande car le coût en question est inférieur à l'avantage qu'ils en tirent²⁰, cela bien sûr jusqu'à un certain point où la congestion devient très grave. Mais il est douteux que ce seuil soit aujourd'hui atteint dans nombre des villes françaises, à l'exception peut-être de certaines parties de l'agglomération parisienne ;

- compte tenu de la pente de la droite de demande, le péage économique pur ou au coût marginal de congestion (*Cf* encadré 3), qu'il faudrait mettre en place pour empêcher les nouveaux arrivants d'entrer dans le système, pourrait apparaître bien supérieur à la perte subie du fait de la congestion (*Cf* figure 1). Cette droite de demande est cependant supposée être peu élastique par un raisonnement *toutes choses égales par ailleurs*. Un changement de tarification peut aussi opérer un effet d'offre. Un meilleur remplissage des bus, même modéré, pourrait améliorer leur situation financière et conduire à des développements d'offre plus ambitieux. Il en va de même de l'utilisation, pour les transports en commun, d'une partie des recettes des nouveaux tarifs. Mais dans tous les cas, les usagers actuels de l'automobile n'intègrent pas ces effets d'offre, et revendiquent ainsi une certaine captivité, qui se trouve partiellement inspirée par la situation actuelle du système transport.

20. Notamment parce qu'ils iront toujours plus vite qu'en transport en commun.

Encadré 3 : La tarification des infrastructures de transport résultant de l'allocation optimale des ressources

Dans le cas théorique idéal, la régulation par les prix permet l'équilibre général et les prix, donnés par le marché, conduisent le producteur à produire une quantité jusqu'à ce que *coût marginal de production = prix*. Mais il existe dans la réalité de nombreux cas de divergence relativement au modèle théorique. Le bien ou service représenté par l'usage des infrastructures de transport en est un exemple.

Deux approches de la tarification de l'usage des infrastructures peuvent alors être présentées. Elles résultent de deux interprétations différentes de la nature particulière des infrastructures de transport relativement au modèle de base (caractéristique d'*indivisibilité*) :

- la première, admise à la suite des travaux de Maurice ALLAIS²¹, analyse l'*indivisibilité* sous l'aspect de l'offre. La production ne varie pas de manière continue, des discontinuités apparaissent lors de l'investissement. Il suit alors que le prix d'usage des infrastructures est égal au coût marginal du déplacement (dépenses, liées au trafic, des services en charge de l'infrastructure) majoré, lorsque cela est nécessaire (demande > capacité), d'un *élément de rente* visant à maintenir l'égalité offre-demande du service. Il en résulte un principe de tarification dit au *péage économique*, égal à la somme d'un *péage de coût* (coût marginal) et d'un *péage pur* (rente).

- La seconde se fonde plutôt sur l'*indivisibilité* observée du côté de la demande. L'infrastructure est marquée par une relative *absence de rivalité* des consommateurs, l'usage par un individu n'empêchant pas que d'autres puissent aussi l'emprunter. Il peut en résulter toutefois des gênes entre les usagers, qui relèvent de la logique des *effets externes*, que l'on désigne sous le terme de *coût de congestion*. Il en découle une tarification au *coût marginal social* visant à internaliser ce coût de congestion. Le tarif intègre alors le coût marginal de production et les augmentations du temps de parcours, de l'insécurité, des dépenses d'utilisation des véhicules, *etc*, que l'usager supplémentaire impute à ceux déjà présents sur l'infrastructure.

Ces deux principes peuvent conduire à des tarifs quelque peu différents, mais leurs logiques ne sont que partiellement différentes. Le premier est finalement un *péage d'exclusion*, il se fixe donc au niveau juste suffisant pour supprimer la demande excédentaire, lorsqu'elle existe. Le second est aussi un *péage d'exclusion*, mais moins fort, il peut laisser subsister une certaine congestion. Il est de surcroît une règle qui leur est commune, c'est que le tarif est fixé indépendamment de tout objectif d'utilisation à des fins d'étendre les infrastructures. Seule une évaluation de la création nette de valeur guide la construction de l'infrastructure. Nous savons en effet que la construction des infrastructures ne relève pas du domaine de l'économie régulable par les prix. Les tarifs ont alors pour unique objet de promouvoir l'usage optimal de l'infrastructure.

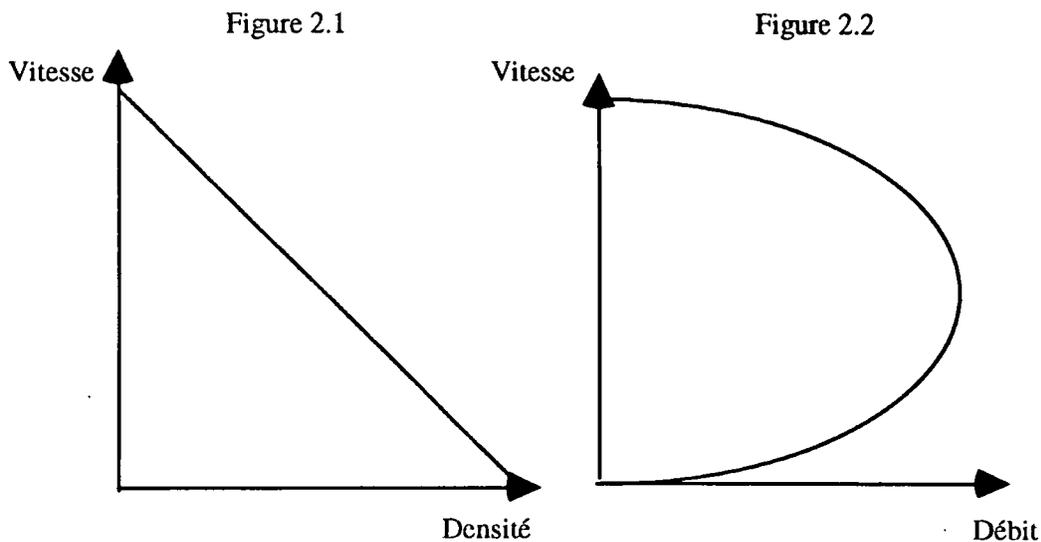
La tarification au coût marginal social n'en reste toutefois pas au seul coût de congestion. L'usage optimal de l'infrastructure est aussi guidé par la prise en compte d'autres effets externes tels la pollution, le bruit, *etc*. Dans cette hypothèse, tarif au *péage économique* et tarif au *coût marginal social* peuvent fortement converger.

Le *péage de congestion* renvoie cependant à une tarification au *coût marginal social* ne retenant que le coût de congestion, le plus souvent dans la seule sphère des déplacements automobiles. Nous verrons qu'il s'agit là d'une de ses limites.

21. Singulièrement ALLAIS *et alii*, *op. cit.*

2 - Il existe donc une contradiction possible entre les besoins exprimés par la droite de demande, dans ce domaine souvent soupçonnée être peu élastique au prix, et les capacités d'absorption de la voirie, par nature limitées. La congestion va donc croître de façon exponentielle au fur et à mesure que l'on s'approche du seuil maximum de capacité. C'est ce que symbolise la courbe débit-vitesse. A partir d'une certaine densité de véhicules entrant dans un espace donné de voirie, la qualité de la circulation se dégrade comme nous l'apprennent les travaux de l'ingénierie de trafic. Celle-ci a depuis longtemps constaté une relation inverse entre la densité de véhicules et la vitesse sur un axe donné. C'est ce que présente la figure 2 ci-dessous. Plus le nombre de véhicules qui accèdent à un espace de voirie est important, plus la vitesse moyenne est faible. A la limite, elle peut être nulle. Par contre, si on veut une vitesse moyenne très rapide, il faut que le nombre de véhicules soit très réduit. Entre ces deux situations extrêmes, il existe une situation optimale, qui représente le débit maximal sur une voirie donnée.

Figure 2 : Vitesse, densité et courbe débit-vitesse



Dans la mesure où le débit (D) résulte du produit entre la vitesse (V) et la densité de véhicules (Q), soit $D = V \times Q$, on obtient une courbe débit-vitesse de forme particulière (figure 2.2). Le débit maximal correspond à une certaine vitesse, que l'on peut qualifier d'optimale (V_0). Une vitesse supérieure réduit le débit car pour l'atteindre, il faut réduire le nombre de véhicules dans le système, il existe alors un gain pour quelques usagers, au détriment d'autres.

2. Les deux degrés de la congestion

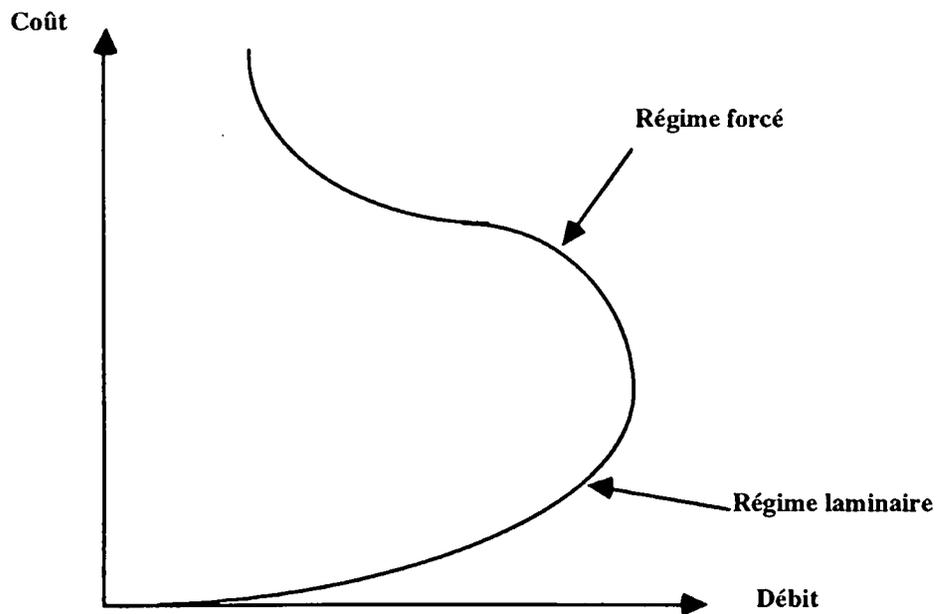
Cela nous conduit à considérer qu'il existe deux points de congestion différents selon l'objectif que l'on se fixe. Si l'objectif est de maximiser la satisfaction des usagers, et donc leur nombre, l'optimum ne se situe pas au point où la vitesse moyenne commence à diminuer fortement (soit le niveau où le coût généralisé commence à croître) mais au point où le débit diminue. Situation que l'on retrouve dans la partie basse de la figure 2.2 où vitesse et débit diminuent du fait d'une trop grande densité de voitures. Cette zone, qualifiée de régime forcé, correspond au second degré de la congestion, celui qui se caractérise par une réduction du débit. Dans la partie haute de la courbe débit-vitesse, nous sommes au contraire dans un régime qualifié de laminaire, premier degré de la congestion, où les anciens usagers voient leur vitesse moyenne décroître alors que le débit global augmente. La congestion est donc ici une question d'arbitrage entre les différents usagers.

La courbe débit-vitesse offre une méthode pour élaborer une autre courbe de coût du déplacement. Si nous considérons d'abord que la diminution de vitesse correspond à un accroissement du temps passé pour effectuer un trajet donné, par exemple un kilomètre. Si nous faisons ensuite l'hypothèse selon laquelle le temps (T) a une valeur moyenne (H) pour les usagers, nous aboutissons à une fonction de coût (C) que l'on écrira $C = H \times T$. Mais comme le temps évolue comme l'inverse de la vitesse, on peut aussi écrire :

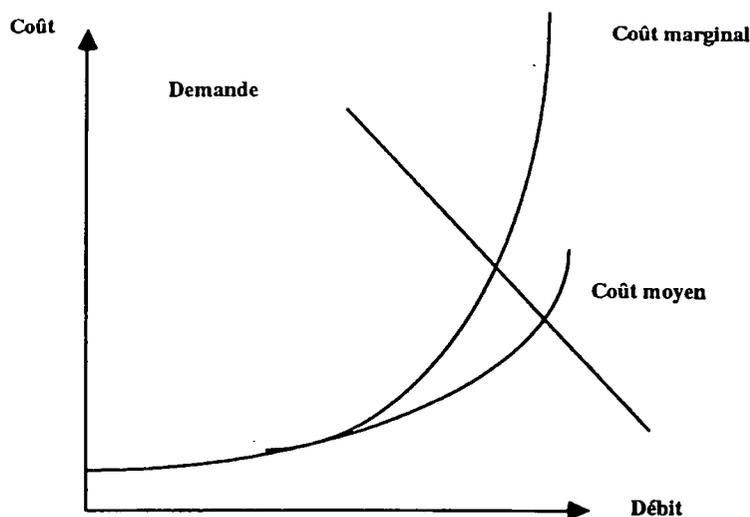
$$C = H \times K/V$$

On aboutit alors à une courbe de coût particulière, dont la logique est la même que celle de la courbe débit-vitesse, mais où l'axe des ordonnées est inversé puisque le coût évolue comme l'inverse de la vitesse. En outre, comme le fait S. A. MORRISON²², on peut supposer qu'en régime forcé, au-delà d'un certain seuil, la perte de temps est tellement importante que le coût progresse de façon exponentielle alors même que le débit devient très faible. C'est ainsi que l'on aboutit à la figure 3 ci-dessous :

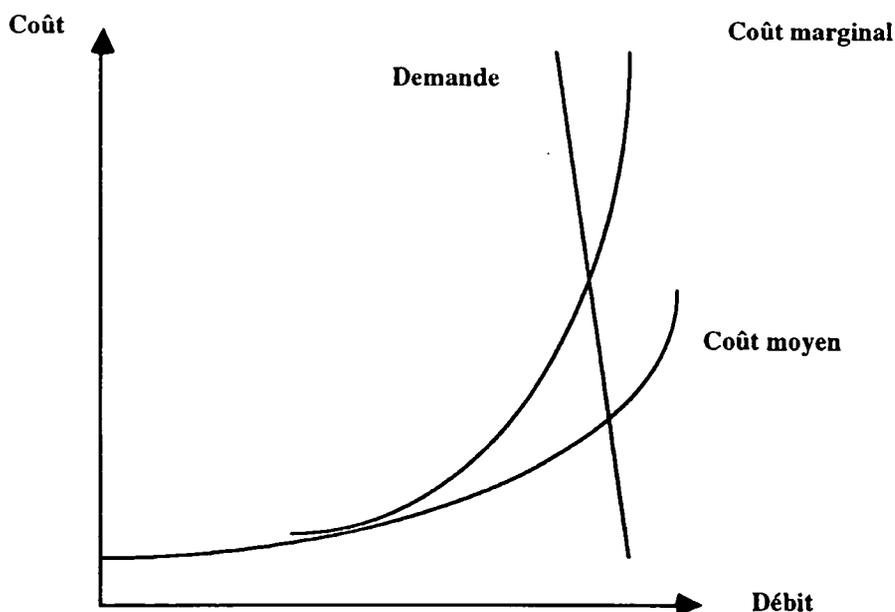
22. S. A. MORRISON, "A survey of road pricing", *Transportation Research*, Vol 20 A, n° 2, pp. 87-97, 1986.

Figure 3 : La relation coût du déplacement-débit**C. Le péage de congestion face à la crise des déplacements urbains****1. Des difficultés pratiques****a) Le péage urbain en régime laminaire**

Une première situation correspond *grosso modo* au cas de figure présenté par la figure 1 quand on tient compte de la forme particulière de la courbe de coût du déplacement. Elle est résumée par la figure 4 ci-dessous. On y retrouve d'abord la courbe de coût moyen comme dans la figure 1, mais on y a ajouté la courbe de coût marginal de congestion pour la partie de la courbe de coût moyen comprise entre le débit nul et le débit maximal. Nous y avons placé ensuite une droite de demande. Il s'agit ici d'une demande particulière puisque c'est une demande de débit. Le débit demandé est le produit de la vitesse par la densité de voitures. Or, comme sur l'axe des ordonnées, la vitesse augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'origine, le débit demandé est une fonction décroissante du coût indiqué en abscisse : plus celui-ci est faible, plus le débit demandé est fort suite à un accroissement de la densité car les usagers n'intériorisent pas les contraintes dynamiques de la courbe débit-vitesse.

Figure 4 : Demande et coûts en régime laminaire

Dans l'exemple ci-dessus, la droite de demande croise la courbe de coût moyen dans la partie basse de celle-ci. Une tarification au coût marginal de congestion (Cf encadré 3) va permettre d'éviter un coût social non pris en compte par les usagers. Mais si la demande est peu élastique, le péage urbain peut atteindre des niveaux extrêmement élevés. Nous retrouvons ainsi le point de vue des usagers qui considèrent a priori ne pas pouvoir se passer de leur voiture pour se déplacer. Se considérant captifs de ce mode de transport, ils ont le sentiment que le péage constitue une tarification qui accroît la rente publique sans améliorer la situation, c'est-à-dire réduire la congestion. On revient d'une certaine façon à une logique du péage économique pur peu réaliste. D'autant que comme on le sait, la demande de trafic automobile s'accroît avec le développement économique. Comme l'offre d'espaces urbains pour la voirie est limitée, la rareté ne peut que s'exacerber et les phénomènes de rente avec elle. C'est ce que montre la figure 5.

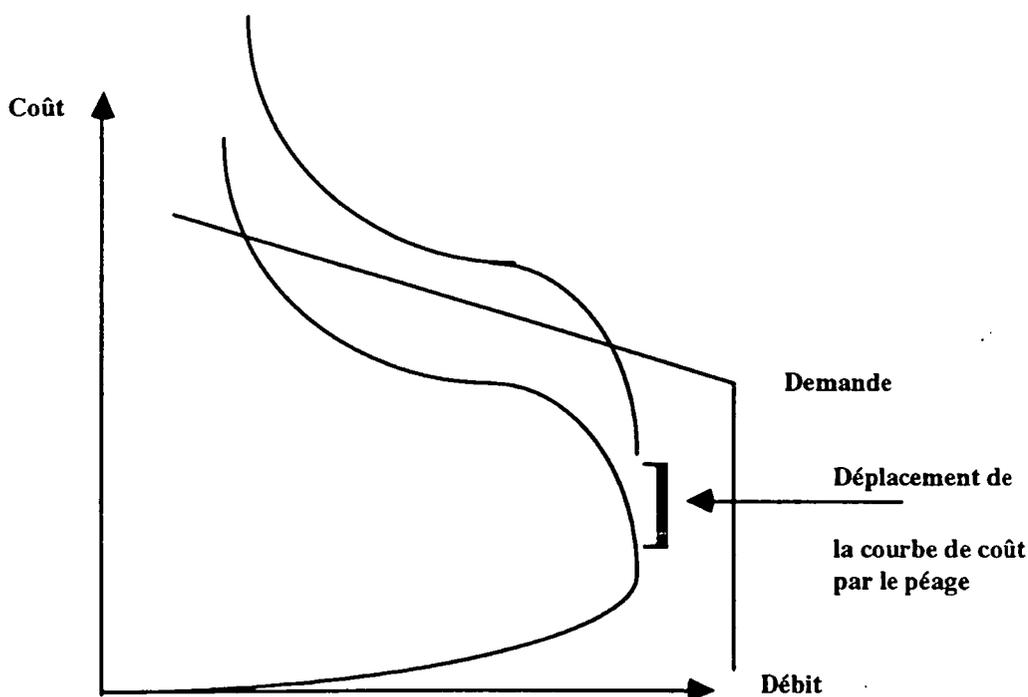
Figure 5 : Elasticité faible de la demande et péage de rente

On peut toutefois envisager que la tarification au péage économique pur ou au coût marginal de congestion soit affectée à des extensions de la voirie, qui permettront de résoudre le problème de la congestion. Si on l'accepte, on remarquera que l'on se trouve de nouveau dans le cas de figure d'un péage urbain de financement, et donc aussi face à ses incertitudes. Toutefois il semble qu'il y ait là une interprétation qui ne soit pas totalement conforme au cadre théorique de l'allocation optimale des ressources qui inspire le péage économique pur ou au coût marginal de congestion. Pour des activités relevant du domaine concurrentiel, il est légitime de penser que le péage économique pur a pour objet de financer un accroissement de l'offre. Mais pour un domaine comme la voirie, les décisions de nouvelles implantations devraient, en accord avec la théorie de l'allocation optimale des ressources, relever des méthodes de calcul économique public, notamment l'analyse coût-avantage. Le lien entre le péage de congestion et l'accroissement de l'offre de voirie est donc moins systématique qu'il n'y paraît, à tout le moins si l'on va jusqu'au bout de la logique théorique qui l'inspire.

b) Le péage urbain en régime forcé

Dans le second cas de figure (quand on se trouve en régime forcé), à la différence de l'exemple ci-dessus, le péage de congestion peut être en première approximation un moyen d'améliorer la situation collective. La forme et la pente de la droite de demande sont ici décisives. Il faut en effet distinguer la forme classique, présentée de façon simplifiée dans les figures précédentes comme une droite, et une forme plus élaborée que l'on découvre dans la figure 6 ci-dessous. Nous avons ici supposé que la demande était tout d'abord inélastique au prix et supérieure au débit maximum autorisé. Ce déséquilibre entre l'offre et la demande engendre la congestion et le régime forcé de circulation. Il en résulte un accroissement du temps moyen de parcours qui, à partir d'un certain seuil, réduit le niveau de la demande. On peut donc considérer qu'à partir d'un certain palier, la demande redevient relativement élastique par rapport au prix.

Figure 6 : Le péage urbain en régime forcé



Dans ce cas, la droite de demande croise la courbe de coût moyen au-delà du point où le débit est maximal. *A priori*, cette situation est impossible car les usagers pourraient alors obtenir un meilleur débit pour un coût moindre. Mais comme le veut la logique de construction de la courbe débit-vitesse, il faudrait alors qu'un certain nombre d'usagers se retirent du jeu. Cela réduirait d'autant la densité, d'où il résulterait un accroissement de la vitesse pour les usagers restants.

La mise en place d'un tarif semble *a priori* une réponse à ce problème. Il va en effet conduire à un léger déplacement de la courbe de coût moyen vers le haut. L'intersection avec la courbe de demande, si celle-ci est relativement élastique, va alors se faire à un niveau de coût plus faible (donc vitesse plus grande) pour un débit plus important. Le péage aura conduit à retirer de la voirie un minimum d'usagers pour le bénéfice du plus grand nombre.

En fait, même si l'on peut justifier l'intérêt d'un certain niveau de péage en régime forcé, il est en pratique bien difficile de faire la différence entre régime laminaire et régime forcé (la situation réelle peut très rapidement changer de l'un à l'autre), ainsi que de détecter quels sont les usagers responsables. Pour que le système soit vraiment optimal, il faudrait pouvoir modifier en temps réel le niveau du tarif selon l'importance des encombrements. Outre la question technique éventuellement soluble par le télépéage et la mise en place d'équipements embarqués informant à tout instant l'utilisateur, de telles méthodes restent difficiles d'application.

d) Conclusion

On le voit donc, un tarif envisagé dans le strict objectif de restreindre l'usage de l'automobile n'est pas sans soulever de difficultés pratiques. La question de savoir à quelle situation fait référence la congestion actuelle des centres urbains (glissement du régime laminaire vers la situation optimale au plan du débit ou enlèvement dans le régime forcé) renvoie en fait à toute l'ambiguïté de la notion de péage de congestion. S'agit-il de permettre à un nombre limité de personnes d'effectuer des déplacements dans des conditions de qualité particulièrement privilégiées, au moyen de l'exclusion de la plupart (capacité optimale définie par la vitesse) ? S'agit-il de maximiser le débit, c'est-à-dire d'autoriser l'accès au plus grand nombre, mais dans de moins bonnes conditions de qualité (capacité optimale appréhendée par le débit) ? Il y a là une interrogation sous laquelle s'en tiennent d'autres en matière d'équité sociale.

2. La mise en évidence théorique des limites du péage de congestion

Ce n'est pas l'application, au cas de la voirie urbaine, de la théorie de la tarification des infrastructures qui est en cause. C'est en fait la manière dont elle est menée qui pose problème. Nous nous attacherons à développer trois de ses insuffisances.

En premier lieu, le péage de congestion constitue une approche en équilibre partiel (marché des déplacements individuels), alors qu'il est supposé s'appuyer sur des principes tarifaires issus d'une analyse, en équilibre général, de la régulation économique par les prix. Il y a là une limite théorique forte. De façon plus pratique, on ne saurait approcher la question de la tarification de l'usage de la voirie en oubliant que celle-ci accueille aussi d'autres déplacements, au premier rang desquels les transports collectifs. Le péage de congestion perçoit les déplacements automobiles dans une logique "de tuyaux", les isolant de leur contexte, notamment de la concurrence des transports collectifs pour le partage des déplacements urbains. Tout indique donc qu'il faille élargir la question, à tout le moins à l'échelle des déplacements motorisés, même si, dans un premier temps, on se concentre sur l'étude de la tarification des déplacements individuels.

Un tel élargissement est de nature à éclairer d'un jour nouveau les principales interrogations qui dominent le péage de congestion :

- *La question de la captivité des usagers V.P. et de la préférence pour la congestion.* Une telle captivité est alors à relativiser, à tout le moins sur l'espace bien irrigué par les transports en commun. A l'inverse, l'on perçoit la force de cette captivité (cas de difficile substitution VP-TC).

- *De manière liée, la question de l'utilisation des produits de la tarification.* En milieu urbain, il semble difficile de les consacrer à une extension de l'offre de voirie, au risque de "glisser" vers le péage de financement et les limites qu'il présente. Il n'est d'ailleurs par certain que cela soit conforme aux principes théoriques qui inspirent le péage de congestion. Or, les modalités d'affectation des tarifs sont essentielles, car elles modifient à terme le système d'offre de transport, et donc conditionnent l'élasticité de la demande au prix, considérée faible, mais *toutes choses égales par ailleurs*.

- *La question de l'équité sociale.* Il devient moins choquant de justifier un péage de congestion, y compris en régime laminaire, dès lors que les usagers privilégiés par l'exclusion peuvent dédommager les exclus par un transfert vers les transports en commun.

En second lieu, le péage de congestion constitue une tentative de régulation de la congestion par les prix. Mais la régulation par les prix ne doit pas se borner à l'étude du montant et de la structure des tarifs. Elle analyse aussi les conditions d'environnement économique qui lui sont nécessaires. Parmi celles-ci, il en est une particulièrement importante, c'est l'existence de biens pouvant être substituables pour la satisfaction d'un même besoin. En matière de transport, cela oblige encore une fois à la prise en compte des transports en commun. Il en résulte que le concept de péage de congestion apparaît exclusivement centré sur l'explication ou le traitement de la congestion. Il cherche à montrer que celle-ci trouve son origine dans des tarifs impropres. Même si cela était avéré, il demeure néanmoins difficile d'avancer le péage de congestion comme un mode de régulation de la congestion par les prix, car les conditions d'une telle régulation ne sont pas mises en avant. Le concept de péage de congestion, tel qu'il nous est livré par la littérature²³, souffre donc d'une trop forte réduction du problème à l'intérieur de la sphère des déplacements.

En dernier lieu, conforme à la logique théorique qui l'inspire, le péage de congestion semble s'appuyer, à quelques nuances près pour le péage économique pur, sur l'idée d'une internalisation des effets externes. Mais il ne retient que ceux qui se tiennent entre les usagers du transport (voire même le plus souvent entre les usagers de l'automobile). Or, l'on ne voit pas pourquoi il conviendrait de s'intéresser plus à eux qu'à ceux que le transport impute au reste de l'activité économique. Il serait même judicieux d'adopter l'attitude opposée, dans la mesure où certains indices (dont la majorité des sondages sur les problèmes des déplacements urbains) nous montrent que les préoccupations environnementales passent avant la question de la diminution des vitesses de déplacement. On peut contester le fait de "faire payer" des nuisances environnementales. Le prix découle pourtant d'un arbitrage entre des coûts et des besoins, les seconds étant appréhendés au travers d'une disponibilité à payer ou la mesure d'un avantage. Face à une plus forte disponibilité à payer pour se déplacer en automobile, donc à un besoin mieux satisfait que par les transports collectifs, doit être mis en balance le bilan au plan des coûts environnementaux. Si l'on dispose aujourd'hui d'un mode de transport plus rapide, plus fiable, plus intime, c'est aussi parce que celui-ci est beaucoup plus responsable d'effets indirects, notamment environnementaux.

De tout cela, il semble nécessaire de passer d'une idée de tarification de la route (*road pricing*) à celle d'une tarification des déplacements urbains. N'est-ce pas alors le concept même de péage urbain qui est mis à défaut, et ne doit-on pas lui préférer l'idée d'une régulation par les prix des déplacements urbains ?

23. Voir notamment parmi la plus récente : T. D. HAU, *Economic fundamentals of road pricing - A diagrammatic analysis*, Washington : Banque mondiale, Division transport, département des infrastructures et du développement urbain, Série "policy research working paper", WSP n° 1070, Décembre 1992, 96 p.

S. Les indéterminations du péage de congestion : synthèse

Le péage de congestion, ou encore le *road pricing*, semble avoir fait la faveur d'agglomérations connaissant une congestion dure (forte carence d'espace). Il n'a toutefois donné lieu qu'à une simple expérimentation à Hong Kong. Son abandon renvoie aussi aux difficultés qu'il soulève. Il s'inspire de la théorie économique de la régulation par les prix (théorie de l'allocation optimale des ressources). Mais il se concentre sur la recherche du prix de la congestion, laissant de côté les principes de fonctionnement et les conditions nécessaires à la régulation par les prix. En tant que solution tarifaire à la crise des déplacements, il en résulte qu'il soulève encore de nombreuses questions, voire de fausses questions, qui entretiennent entre elles des rapports étroits, dont l'origine se trouve dans une insuffisance théorique :

- utilisation des produits de la tarification ;
- efficacité de la mesure de péage, en rapport avec la difficile appréhension de la notion de captif de l'automobile ;
- équité sociale du péage, celui-ci apparaissant tel un péage d'exclusion, qui n'est compatible avec l'équité sociale qu'en régime de congestion forcée (augmentation simultanée des vitesses et des débits) ;
- traitement des effets environnementaux du transport .

III. Vers une régulation par les prix des déplacements urbains

A. Les grands principes directeurs

Son principe est simple. En se fondant sur les préceptes de la théorie de la régulation par les prix dans ce qu'ils ont de plus complet, elle prend le contre-pied de chacune des limites du péage de congestion. Il s'agit de viser une réforme globale des déplacements urbains visant à rechercher une nouvelle régulation où les prix peuvent intervenir.

Rappelons (*Cf* les encadrés précédents) que la référence tarifaire de l'allocation optimale des ressources se caractérise par trois grandes propriétés :

- Elle décrit le point de neutralité tarifaire, au sens où les prix du transport arbitrent la rareté entre les coûts et les besoins, et où tout principe de redistribution, par les prix, des ressources initiales est exclu. L'idée de neutralité renvoie aussi à une neutralité relativement à la distribution des ressources.

- Elle permet d'éviter les gaspillages, cela étant d'autant plus net que la régulation par les prix s'approche du modèle théorique pur dans le reste de l'économie. Mais surtout, elle offre des normes pour une cohérence tarifaire globale du marché des déplacements.

- Si l'on en reste strictement aux critères économiques, il ne semble pas y avoir d'obstacles majeurs à la mise en place d'une telle régulation par les prix des déplacements urbains. Nous verrons cependant qu'il existe quelques conditions à satisfaire.

Sur un plan pratique, la régulation par les prix pourrait apporter une réponse plus favorable à la crise des déplacements urbains. A tout le moins, certaines des questions que pose l'efficacité de la solution tarifaire sur la crise s'en trouvent mieux éclairées. Elle a pourtant des limites. Elle constitue une réforme tarifaire substantielle, et oblige à de profonds bouleversements de la situation actuelle. Mais il est toujours possible de desserrer certaines des contraintes de la régulation par les prix. Celle-ci pourrait constituer une situation de référence que l'on tendrait à instituer, plus ou moins rigoureusement, et par étapes successives qu'il reste à préciser.

A terme, ce sont les deux principaux modes de transport motorisés qui sont concernés par la réforme tarifaire. Nous insistons surtout sur ses conséquences sur les transports individuels, et n'indiquerons que quelques pistes pour les transports en commun.

B. Le prix des déplacements individuels

1. Le cadre d'analyse

Pour les déplacements individuels, le coût marginal social (ou encore total) d'un déplacement renvoie à des consommations de facteurs, pour partie marchandes (coût d'usage de l'automobile, de la voirie par exemple), pour une autre partie non marchandes (temps, air pur, etc). Les premières peuvent être appréhendées à l'aide de la notion traditionnelle de coût, les secondes renvoient à la question de la révélation du prix d'une ressource rare, en jeu dans un effet externe.

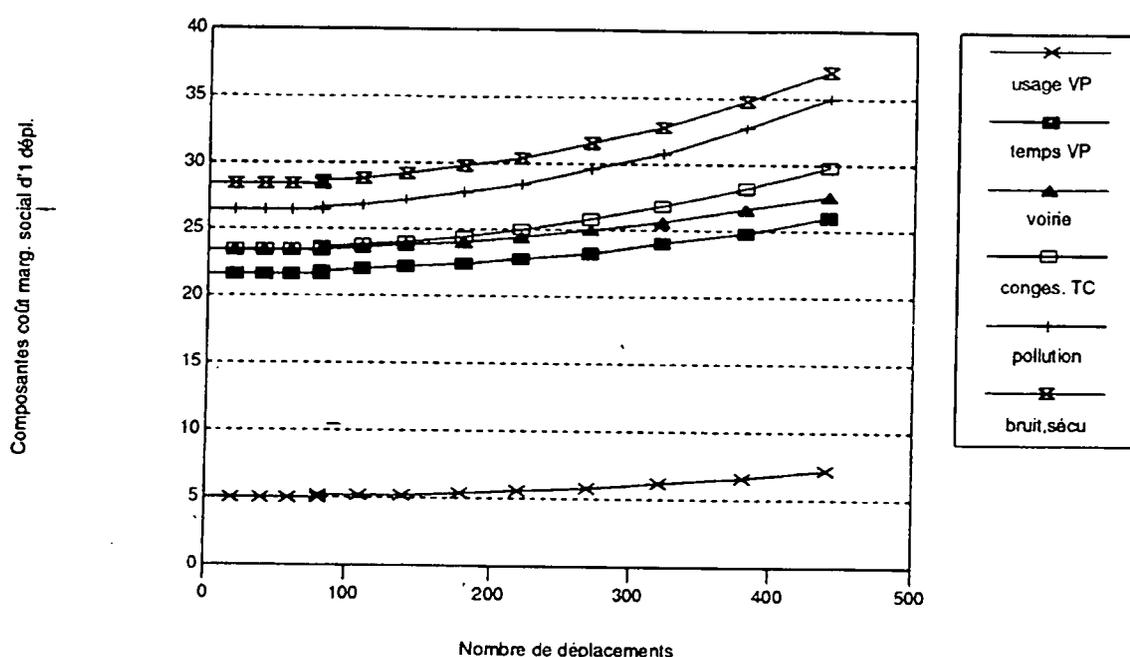
Les diverses composantes du coût marginal social d'un déplacement se trouvent superposées sur la figure 7. Nous reprenons ici la présentation plus traditionnelle de la courbe demande-coût, car nous proposons par la suite une interprétation de la gêne entre usagers de transport qui permet de contourner les difficultés dénoncées par la relation débit-vitesse.

Aux fins de ne pas trop alourdir la grille tarifaire, il est préférable de n'envisager que peu de situations différentes, à chacune desquelles se rapportera un tarif spécifique. Nous avons choisi ici de n'en considérer que deux, la fluidité et la congestion²⁴. Cela pose de nouveau la question de la définition de la congestion. Mais, dans la mesure où la tarification cherche à réguler les déplacements urbains, et notamment lors des migrations domicile-travail, il est possible, pour délimiter nos deux périodes, de s'appuyer sur les notions d'heure de pointe et d'heure creuse, telles qu'elles découlent par exemple des enquêtes de recensement de la mobilité (enquête ménages).

24. Il est cependant possible, si le besoin s'en fait ressentir, de retenir plusieurs degrés de fluidité ou de congestion.

Nous envisagerons donc deux situations et deux tarifs, la fluidité (ou les heures creuses) que nous représenterons par un coût marginal social constant, la congestion ou (les heures de pointe) où certaines composantes de ce coût s'accroissent avec la quantité de déplacements. L'on sait pourtant (Cf au II. B. 1. la courbe densité-vitesse) que la vitesse peut décroître très rapidement, à partir d'un seuil de déplacements très faible. Cela semble plus vrai d'une infrastructure de transport isolée que d'un réseau, notamment en milieu urbain, où les plans de déplacements et la signalisation lumineuse contraignent la vitesse. On peut donc supposer que le coût marginal social reste constant sur un intervalle de demande plus large, et l'on peut alors accepter de représenter les heures creuses par un coût marginal constant.

Figure 7 : Evolution des diverses composantes du coût marginal d'un déplacement automobile type



Il nous faut ensuite préciser la signification des diverses composantes du coût social marginal, et justifier la forme choisie pour les représenter.

Les deux premières courbes en partant du bas décrivent les éléments du coût privé de déplacement, coût d'usage de l'automobile (essence, huile, etc) et coût du temps. Leur forme découle des remarques précédentes. Précisons que ces courbes de coût marginal ne se confondent avec celle du coût moyen du déplacement (coût ressenti par l'utilisateur, que nous désignerons par la suite par coût privé) que dans la situation de fluidité. Au delà, ces composantes du coût marginal se séparent du coût privé, l'écart s'expliquant par l'apparition des effets externes inter-utilisateurs.

La courbe "voirie" prend en compte le coût de maintien de la qualité de service du déplacement. Ce coût fait référence aux dépenses de fonctionnement des services de voirie, d'entretien, de nettoyage et réparation de la voirie, mais aussi aux dépenses de police de circulation, *etc.* Il s'agit là d'éléments de coût qui doivent entrer dans la tarification selon l'allocation optimale des ressources²⁵. Il existe cependant une difficulté, car ces coûts doivent être imputés sous réserve qu'ils soient liés à l'usage du réseau de voirie. Or, s'ils varient avec la taille du réseau de voirie, pour un réseau donné, on voit mal comment il est possible de définir un coût marginal. En caricaturant, celui-ci serait exceptionnellement élevé pour le premier déplacement, puis ensuite nul. Deux remarques sont toutefois nécessaires :

- Il est vrai que le coût unitaire de réparation de la voirie dépend plus de l'agressivité du véhicule sur la chaussée, que du nombre de déplacements que supporte le réseau (un déplacement en heure de pointe n'endommage pas plus la voirie). Mais la congestion oblige certaines interventions de réparation ou d'entretien à s'effectuer la nuit, ce qui peut occasionner des surcoûts qui peuvent lui être imputables.

- Si de tels coûts existent, c'est bien parce que l'on a un réseau dimensionné pour écouler une grande quantité de déplacements. S'il n'y avait que très peu de déplacements par an par exemple, il est à croire que le réseau ne serait pas ce qu'il est.

Aussi, choisirons-nous d'approximer ce coût marginal de qualité voirie par un coût moyen, résultant du rapport entre le montant de ces coûts annuels et le nombre de déplacements totaux effectués sur le réseau. C'est la solution qui est proposée sur notre graphique. On notera cependant que l'imputation de ces coûts demeure problématique, elle nécessite une convention qui oblige à déroger aux principes théoriques purs. Notons aussi qu'il existe une difficulté d'évaluation de ces dépenses. Le manque de lisibilité des budgets de voirie est en effet bien connu.

La composante suivante du coût marginal social figure au titre des surcoûts d'exploitation qu'un déplacement en situation de congestion impose aux transports en commun de surface. Ce coût marginal est donc nul en fluidité. On peut éprouver un certain scepticisme à l'imputation de ce coût à l'automobile. Cependant, rapporté aux seuls déplacements en situation de congestion, ce coût peut ne pas être négligeable. De plus, il permet de compenser les efforts faits pas les transports en commun pour libérer de l'espace viaire, dans les villes où des sites propres souterrains ont été mis en place. Cette dernière remarque permet de souligner que la prise en compte d'un tel surcoût mais s'exerçant dans le sens inverse (des transports en commun sur les véhicules individuels) paraît plus douteux.

25. Rappelons que par contre, le coût dit "coût de la quantité de service", et qui représente les dépenses en infrastructures ne peut être imputé aux usagers.

La courbe située au dessus des surcoûts d'exploitation des transports en commun (que nous désignerons par le coût de congestion T.C.) est celle du coût marginal de pollution. Ce coût marginal est supposé constant en heures creuses, tandis qu'il croît en situation de congestion. Les simulations à partir du modèle DAVIS (Cf 2ème partie) ont montré que l'effet de la diminution des longueurs de déplacement en situation de congestion ne compense pas entièrement l'effet diminution de la vitesse. La croissance du coût marginal de pollution est donc dû à des quantités émises de polluant par déplacement plus fortes.

Enfin, les coûts marginaux du bruit et d'insécurité ont été regroupés et supposés partout constants. Des effets contradictoires permettent difficilement d'opter pour une forme de courbe différente. Pour le bruit par exemple, la circulation perturbée génère des émissions au déplacement liées essentiellement au freinage et démarrage de véhicules, ainsi qu'à l'usage des avertisseurs. Lorsque le régime est plus fluide, ce sont les bruits de roulement qui prennent plus d'ampleur. Pour la sécurité, les accidents sont plus fréquents en régime heurté, mais moins graves, et réciproquement lorsque les vitesses s'accroissent.

Munis de cet appareil théorique, il nous faut maintenant envisager de passer à des perspectives plus pratiques. Les choses apparaissent alors moins simples, car il pourrait être question de calibrer des relations de coût en fonction de la quantité des déplacements. En fait, si l'on n'envisage que quelques situations différenciées de tarif (comme par exemple heures creuses et heures de pointe), cette difficulté se trouve contournée. Mais il en subsiste une autre qu'il nous faut maintenant aborder.

2. Le calcul de la tarification

Les coûts marginaux d'usage et de temps V.P., lorsqu'ils s'écartent du coût moyen, nous ramènent au problème soulevé par le péage de congestion. En fait celui-ci manifeste une difficulté à prendre en considération les gênes entre les usagers de l'automobile. L'analyse économique des effets externes autorise un éclairage nouveau qui peut permettre d'avancer dans le traitement de ces effets (Cf encadré 4).

Encadré 4 : La notion d'effet externe

Les effets externes se définissent comme des interactions entre des fonctions d'utilité et/ou des fonctions de production. Les premières concernent les agents consommateurs et elles font correspondre à des quantités de biens et services, un certain niveau d'utilité ou de bien-être évalué par l'agent. Les secondes concernent les agents producteurs et elles font correspondre à des quantités de facteurs de production, des quantités de produits. Un exemple très répandu permet de traduire ce langage technique. Considérons une entreprise, qui en produisant un bien X, pollue une rivière. Il peut alors exister interdépendance entre sa fonction de production et celle d'un agriculteur en aval, qui ne peut plus faire boire son bétail dans la rivière. De la même manière, on pourra relever une interdépendance entre la fonction de production du bien X et les fonctions d'utilité des baigneurs, qui doivent renoncer à la baignade.

On peut considérer, sans trop s'exposer à la caricature, que toute action économique est source d'externalité. L'exemple des externalités de consommation est très significatif : mon voisin, en consommant tel ou tel bien, crée en moi un sentiment de frustration, et donc une interdépendance entre fonctions d'utilité apparaît.

Face à cela, il est légitime d'estimer qu'un effet externe existe, dès lors qu'un processus d'internalisation, plus ou moins spontané, a fait éruption quelque part dans l'économie. On dit alors que la société a révélé sa préférence pour la ressource en cause dans l'effet externe. Ainsi par exemple, le bruit (ressource rare = le silence) peut valablement être considéré au rang des effets externes, car l'on a sous les yeux quantité de processus d'internalisation spontanée (isolation des façades, construction de murs anti-bruit, *pretium doloris* obtenu devant certains tribunaux, etc). Trois remarques sont alors utiles :

- la question se pose de savoir qui est cette société qui a révélé une préférence. L'exemple du bruit nous montre qu'il peut s'agir des agents économiques individuels, de la puissance publique, du pouvoir judiciaire, etc. Plus ceux-ci sont nombreux, plus l'effet externe est tangible.

- cette conception de l'effet externe permet de mieux cerner les coûts qui doivent entrer dans la tarification au coût marginal social. C'est le cas de l'effet externe entre les usagers de l'automobile, mais on pourrait aussi relire les effets externes pollution, insécurité à l'aide de cette nouvelle définition.

- Une difficulté subsiste dans le fait que l'internalisation spontanée se réalise selon le principe pollué-payeur qui, outre ce qu'il peut avoir de choquant²⁶, conduit à une mauvaise allocation des ressources et encourage des activités socialement moins rentables. Il faudra donc internaliser l'effet externe. La tarification au coût marginal social est un moyen de s'y attacher.

La question se pose de savoir s'il existe vraiment un effet externe entre les usagers de l'automobile. Pour l'instant, on pourrait croire que l'on se satisfasse d'un système de déplacement qui autorise plus largement l'usage de l'automobile, même au prix d'une augmentation des temps de parcours et des coûts d'usage des moyens de transport. Si l'on se ramène au problème soulevé par la courbe débit-vitesse, cela irait plutôt dans le sens d'une congestion s'expliquant par une évolution du régime laminaire vers la situation de débit optimal. Mais il est possible de nuancer ce jugement :

26. Bien que cela n'est pas si simple qu'il n'y paraît, comme en témoigne l'exemple célèbre de R. H. COASE, des ménages venant délibérément s'installer près d'une usine polluante, et exigeant dédommagement.

- Quelques indices de la rareté du temps de transport commencent à poindre. Certaines catégories d'automobilistes équipent leur véhicule de moyens de télécommunication, aux fins d'utiliser le temps perdu dans le transport. De même, on peut noter, singulièrement dans Paris *intra muros*, des reports de l'automobile sur les transports en commun.

- De surcroît, si les gênes inter-usagers n'ont pour l'instant donné naissance qu'à des internalisations spontanées à peine perceptibles, c'est aussi parce que l'on a beaucoup développé les infrastructures de transport. D'une certaine manière, il y a bien eu internalisation spontanée, au travers d'une action de la puissance publique.

Ainsi, certains indices pourraient montrer qu'il existe bien un effet externe entre les usagers de l'automobile, qu'il y a lieu d'internaliser. On peut admettre que les améliorations de voirie constituent des internalisations spontanées qui ont évité qu'elles se manifestent plus vigoureusement au sein des automobilistes. Il est alors possible d'imaginer que la valorisation de cet effet externe peut s'appréhender au travers des dépenses d'extension des réseaux de voirie. Il s'agirait alors de rapporter ces dépenses au nombre de déplacements en heures de pointe, puisque c'est pour écouler de tels déplacements qu'elles se justifient. Cette composante du tarif se substituerait alors au coût marginal de congestion V.P., intégrant à la fois la baisse des vitesses (effet temps) et l'augmentation des coûts d'usage, pour la partie qui s'écarte du coût moyen déjà couvert par l'automobiliste. D'une certaine manière, il s'agit là d'un coût d'opportunité des fonds publics affectés à la voirie, qui ne se trouvent alors plus disponibles pour les transports en commun. La pertinence d'un tel coût d'opportunité est par ailleurs confortée par l'absence d'évaluation qui caractérise de longue date la mise en place des projets de voirie. De surcroît, la rareté de l'espace en milieu urbain fait que de tels projets tendent à devenir de plus en plus coûteux.

Ces premiers éléments ouvrent la perspective de traitement de l'effet externe congestion pour les V.P.. Il reste bien sûr que des difficultés subsistent pour définir clairement et isoler les dépenses de voirie qu'il nous faut retenir au titre de cet effet externe. Mais, si la question de son internalisation était tranchée, ces problèmes plus pratiques pourraient sans doute trouver une solution, notamment en s'appuyant sur les travaux existants en matière d'analyse et de connaissance des coûts voirie²⁷.

Nous ne reviendrons pas sur les modalités de calcul de la composante voirie du coût marginal social. Celles-ci apparaissent suffisamment explicites de ce qui a déjà été dit dans le B.1. Il en va de même du coût marginal de congestion des T.C.. Il existe de nombreuses études, notamment menées par les réseaux, qui devraient permettre à tout le moins d'approcher ce coût marginal. Enfin, concernant ce que nous désignerons maintenant comme la composante environnementale du coût marginal (pollution, bruit, insécurité), là aussi des travaux existent déjà (Cf 2ème partie) et devraient permettre une valorisation de ces coûts. Il n'est pas interdit de penser que l'on puisse encore compléter ces analyses.

27. On aura remarqué que l'économie des transports gagnerait beaucoup à mieux connaître les dépenses de voirie.

Il devrait donc être possible de valoriser un coût marginal social en heures creuses et en heures de pointe, pour la partie de ce coût qui n'est pas couvert par l'utilisateur (au delà du coût privé, Cf figures 8 et 9).

Figure 8 : Le tarif au coût marginal social

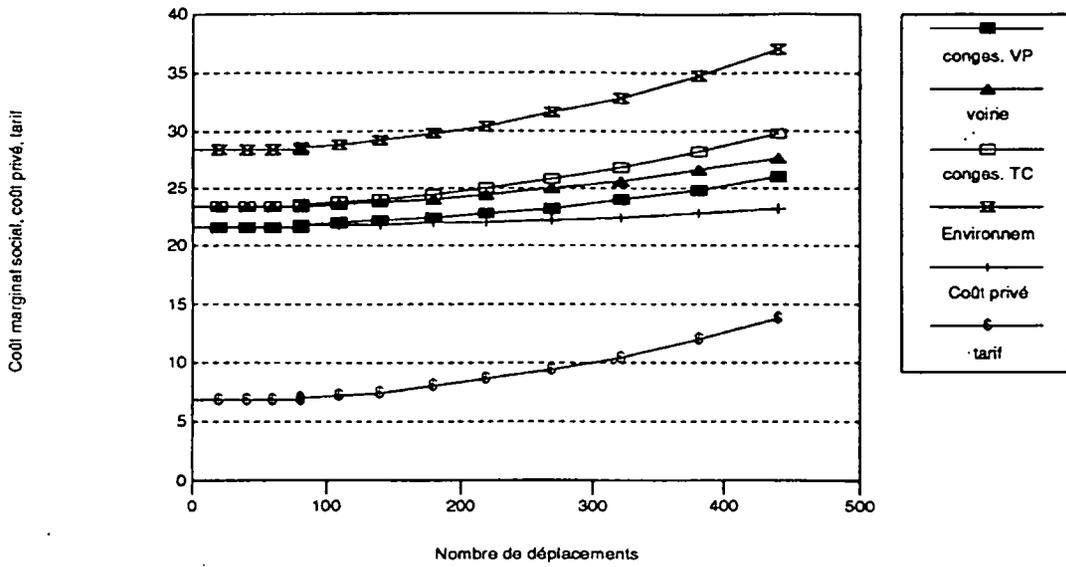
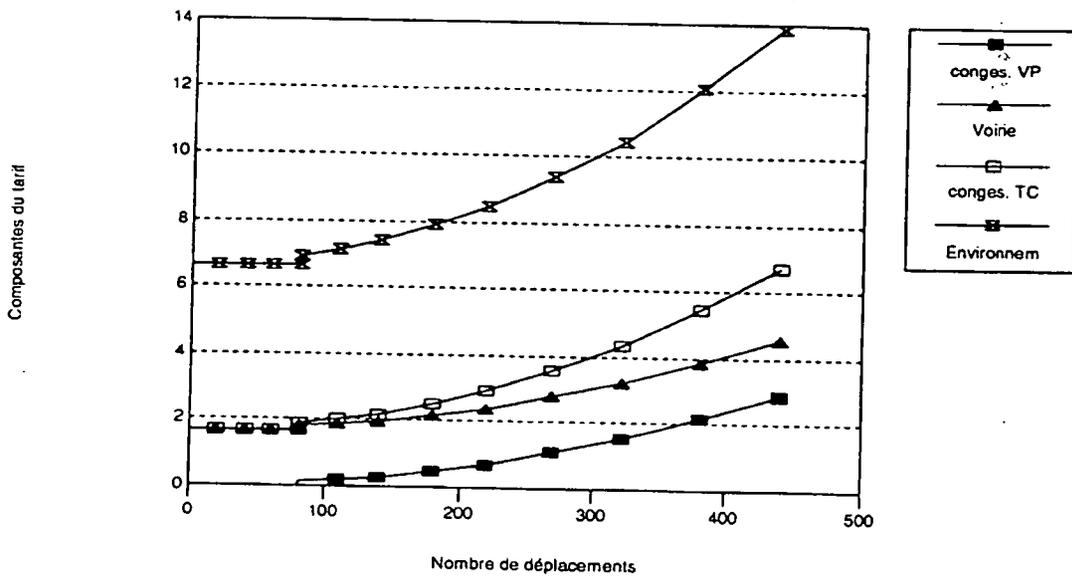


Figure 9 : Les composantes du tarif



D'autre part, l'on sait qu'une partie du coût privé ne constitue pas une consommation de facteur à proprement parler, mais des taxes. Il convient alors d'en évaluer le montant moyen par déplacement en heures creuses et de pointe et de le rapprocher du tarif à appliquer. Ces questions sont traitées au début du paragraphe suivant, lorsque l'on cherche à évaluer la tarification actuelle des déplacements urbains.

Nous terminerons en offrant quelques éléments de réflexion sur les améliorations des grilles tarifaires des transports en commun, que devrait susciter l'adhésion au principe d'une régulation par les prix des déplacements urbains. Une telle régulation pourrait encourager à plus de différenciation. Il serait légitime par exemple de baisser les tarifs en heures creuses, de rendre moins chers les déplacements très courts, d'augmenter, au *pro rata* de la performance en termes de vitesse moyenne, le prix du déplacement en site propre lourd, notamment en métro. Cette dernière mesure permettrait d'atténuer la formation des rentes foncières aux abords de ces dessertes. Enfin, il conviendrait aussi d'internaliser les effets externes environnementaux des transports en commun, même s'ils sont de moindre importance.

3. L'utilisation des produits de la tarification

Là aussi, il ne s'agit que de dégager des grands principes. Nous avancerons quatre grandes directions pour utiliser les produits de la tarification.

Tout d'abord, ils doivent servir à couvrir les consommations marchandes de facteurs au titre desquelles on prélève un tarif. C'est le cas des coûts de maintien de la qualité du service de transport (ce que nous avons appelé, un peu injustement²⁹, la composante voirie du tarif) et du coût marginal de congestion T.C. (qui doit donc être rétrocédé aux réseaux).

En second lieu, les sommes dégagées par la tarification des déplacements urbains pourraient servir à opérer des transferts dans un souci de réduction des inégalités de ressources³⁰. Ce second objectif surgit du fait que l'on sait que les prix de l'allocation optimale des ressources sont "indifférents" à une telle redistribution. Cette redistribution pourrait conduire à modifier les prix pour certaines catégories de population, mais il est possible aussi de l'opérer de façon forfaitaire, c'est-à-dire en dehors des prix (sous la forme par exemple d'allocation transport). L'action par les prix devra être très étroitement contrôlée, car à défaut, cela peut introduire des effets pervers dans la régulation qui est ici recherchée par la tarification.

28. Le tarif plus élevé pourrait être exigé uniquement lorsque l'usage du site propre lourd représente l'entrée dans le réseau de transport en commun, et non lorsqu'il constitue une correspondance.

29. Car il n'y a pas uniquement des dépenses de voirie au sens où on l'entend couramment.

30. La notion de "ressources initiales" doit ici être envisagée au sens le plus large possible (monnaie, biens, travail, temps, etc).

En troisième lieu, l'on peut admettre qu'une partie du tarif destinée à imputer les coûts environnementaux soit redistribuée aux transports en commun. Cela pourrait être utilisé :

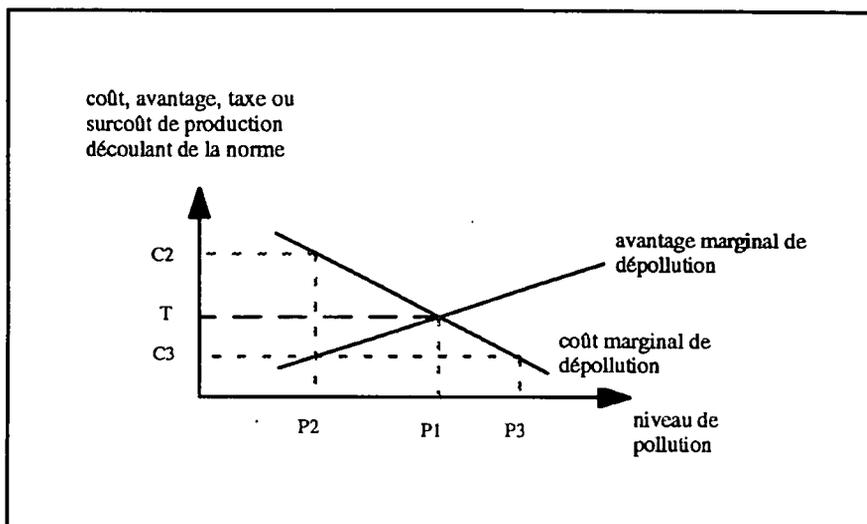
- soit pour permettre les réformes tarifaires des T.C. dans des conditions de financement moins contraintes ;
- soit pour réduire les subventions publiques ;
- soit encore pour développer l'offre T.C. (fréquences par exemple) ;
- soit enfin pour mettre en place des parcs de rabattement V.P. sur T.C., qui s'avèrent nécessaires pour des raisons que nous envisagerons plus loin.

Il existe une justification théorique à cette redistribution vers les transports en commun (Cf encadré 5). Compte tenu de la nature des effets externes du transport, notamment les nuisances environnementales, il se pourrait bien que le développement de l'usage des transports en commun soit le moyen le plus efficace, à tout le moins à court terme, pour envisager la dépollution.

Enfin, les produits de la tarification pourraient aussi servir à financer des améliorations du système de transport. Ces nouveaux investissements donneraient alors plus facilement lieu à des évaluations *a priori*, utilisant les méthodes classiques du calcul économique public. Car la nouvelle tarification et ces méthodes d'évaluation s'inspirent du même corps théorique de l'analyse économique. Il y a là une autre raison valable de rapprocher la tarification des déplacements urbains des principes de l'allocation optimale des ressources.

Encadré 5 : L'internalisation des effets externes

Si l'on accepte que l'on ne peut en rester aux internalisations spontanées des effets externes, il convient de les internaliser selon le principe du pollueur-payeur. L'internalisation peut se faire soit par la réglementation, soit par la taxation de l'activité polluante. Toutefois dans les deux cas, il convient d'imposer une norme ou une taxe pour laquelle l'avantage retiré par la société soit proche du surcoût que représente cette norme ou cette taxe. C'est la logique traditionnelle de la fixation du prix d'un bien, qui s'applique ici à la ressource rare consommée dans l'effet externe. Ainsi, la taxe par unité de polluant émis ou le surcoût imposé par la norme devra être tel que l'on s'approche de l'égalité entre le coût marginal de réduction de la nuisance et le coût marginal de pollution (ou encore l'avantage marginal de dépollution évalué par la société).



P1 représente le niveau optimal de pollution. Il peut être obtenu par la réglementation (norme de pollution des moteurs par exemple), qui impute à l'activité polluante un surcoût de T. Mais il peut aussi être obtenu par une tarification de la ressource rare (taxe). On démontre en effet que le pollueur a intérêt à réduire sa pollution jusqu'au niveau P1, en P2 le coût unitaire de dépollution (C2) est supérieur à la taxe par unité émise de polluant, tandis qu'en P3 le coût unitaire de dépollution (C3) est inférieur à la taxe unitaire.

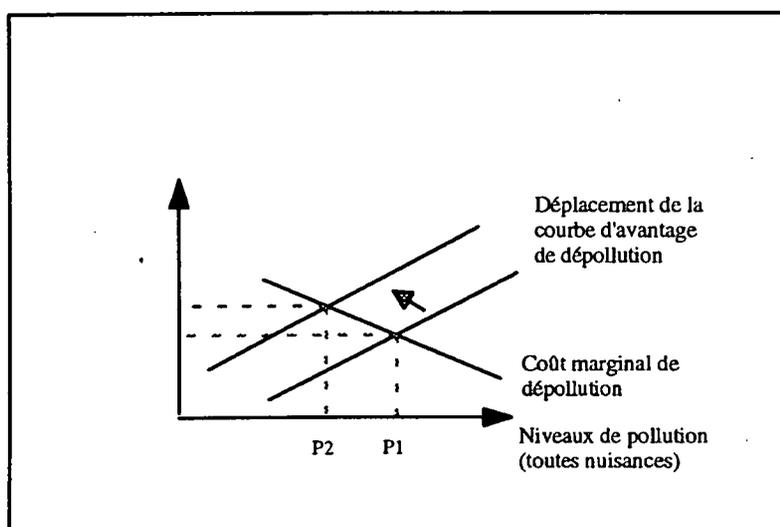
Il convient alors de tenter d'approcher la courbe d'avantage marginal social. Il existe pour cela des méthodes³¹, mais elles ne sont pas sans poser de problèmes. Le cas échéant, c'est la solution tutélaire qui peut être choisie. Ce serait par exemple le cas d'un objectif, imposé par l'Etat, de diminution de moitié de la pollution (normes suédoises). Dans ces conditions, l'Etat fixe l'avantage marginal social (la marge se définissant là comme le passage de la quantité P à 2P). Il s'agit alors d'évaluer le surcoût qu'imposerait cette réduction de la pollution, notamment dans la production et l'utilisation des véhicules. Cette somme, rapportée par exemple au kilométrage moyen d'un véhicule sur toute sa durée de vie, donnerait une taxe au kilomètre.

31. Voir à ce sujet A. BONNAFOUS, *La politique commune des transports - L'harmonisation des conditions de concurrence. Allocation des coûts externes*, Communication à la conférence de l'E.S.T.I., Bruxelles, 18 et 19 mai 1989.

Il est utile de revenir sur la distinction entre la norme et la tarification. Lorsque la dépollution de la production ou de la consommation est techniquement possible, les deux solutions sont quasiment identiques. Pour les transports, il convient d'évoquer une norme, qui au lieu de s'appliquer sur les véhicules par exemple, vise à interdire certains déplacements. De telles solutions peuvent aussi être envisagées³², mais à condition de pas transgresser la règle d'égalisation du coût et de l'avantage social marginal. Nous y reviendrons plus loin.

Lorsque la dépollution de l'activité n'est techniquement pas possible, on peut être conduit à envisager que la dépollution consiste à lui substituer une autre activité, moins polluante, et susceptible de satisfaire le même besoin. Mais la taxe (ou la norme) s'interprète toujours de la même façon. Elle doit permettre, ou inciter à, la mise en place de la dépollution. Dans ce cas précis, elle financera l'activité "plus propre" de substitution.

Si l'on considère que les niveaux de pollution socialement souhaitables ne sont pas compatibles avec l'usage actuel de l'automobile, même à considérer que celle-ci devienne plus propre, on se trouve alors dans un cas de figure où la dépollution est difficile (Cf le schéma ci-dessous). Ainsi, le bruit, l'insécurité, mais aussi la pollution pour certaines émissions, sont aussi liés à l'usage et non pas uniquement à la diminution des vitesses.



On pourrait en déduire que la dépollution passe par le transfert d'une partie des déplacements sur les transports en commun. Dans cette logique, une partie de la tarification au coût marginal social devrait être consacrée aux transports en commun.

32. Nous renvoyons pour cela à la deuxième partie de cette dernière étape du rapport.

S. Vers une régulation par les prix des déplacements urbains : synthèse

Face aux incertitudes du péage de financement, la solution tarifaire peut s'analyser telle la recherche d'une régulation des déplacements urbains par leurs prix. Celle-ci pourrait alors se substituer au concept même de péage urbain. Toutefois, une telle régulation ne s'improvise pas, comme en témoignent les problèmes soulevés par le *road pricing*. La régulation par les prix est alors bien éclairée par le discours théorique (théorie de l'allocation optimale des ressources), dès lors que l'on en retient l'intégralité du message. Elle concerne aussi les transports collectifs, nous en restons toutefois principalement à ces conséquences en matière de tarification des déplacements individuels. Bien menée, l'analyse permet aussi de prendre en compte les spécificités du domaine d'activité que l'on cherche à réguler par les prix (par exemple, substitution du coût de congestion traditionnel à un coût d'opportunité des ressources affectées aux améliorations de voirie).

IV. Peut-on réguler les déplacements urbains par les prix ?

A. La tarification actuelle des déplacements individuels en milieu urbain

1. Domaine et méthode d'analyse

a) Une notion de "vrai prix"

Nous proposons d'apporter un éclairage empirique à la question de la sur ou sous tarification des déplacements individuels urbains relativement à la norme de la régulation par les prix telle qu'elle découle du paragraphe précédent (ou encore norme de l'allocation optimale des ressources).

b) Des déplacements

Le champ d'investigation est celui des déplacements motorisés individuels de personnes en milieu urbain. Il est proposé de retenir, pour zone d'étude, l'agglomération lyonnaise (territoire COURLY), sur une base temporelle d'une année. Pour mener à bien cette tentative, nous nous sommes appuyés sur une étude conduite par EUROPLAN et RHONALPENERGIE³³. Dans le volume II de cette étude, il est question des émissions de pollution imputables au transport dans l'agglomération. Une telle étude nous est précieuse car elle renferme aussi des données de trafics (en véhicule-kilomètres), en distinguant heure creuse-heure de pointe, ainsi que des chiffrages relatifs aux consommations de carburant. Les trafics et les émissions nous autorisent alors à évaluer le coût social marginal, tandis que les consommations sont utiles pour le calcul des recettes. Mais l'utilisation de cette étude nous oblige à certaines contraintes.

En premier lieu, les données de trafic sont relatives à l'année 1990. Elles s'appuient sur la représentation donnée par le modèle DAVIS, développé par l'INRETS³⁴. Divers redressements ont été apportés pour détenir une représentation à la fois plus exhaustive (prise en compte du trafic sur les voiries secondaires, passage du trafic journalier à annuel) et plus détaillée (clef de répartition entre heures creuses et de pointe, prise en compte des différents types de véhicules).

En second lieu, la reconstitution heure creuse-heure de pointe est imparfaite. Les déplacements en heure creuse sont obtenus à l'aide d'une matrice calibrée sur l'heure de pointe et redressée pour tenir compte de l'augmentation des vitesses (maintien des origines-destinations de l'heure de pointe).

En troisième lieu, l'étude ne distingue, pour les types de véhicules, que quatre catégories : Véhicules Légers essence, Véhicules Légers diesel, Poids Lourds de plus de 3,5 tonnes, bus et cars. Nous cherchons en priorité à évaluer la tarification des déplacements individuels de personnes. Il nous a fallu retenir les deux premières catégories, sachant qu'elles recouvrent plus que ce que notre objectif de départ implique. Les déplacements retenus sont donc les suivants :

- les déplacements en Voiture Particulière et en Véhicule Utilitaire Léger des ménages, tous motifs confondus et pour compte propre ;
- le transport individuel public (ou pour compte d'autrui) de personnes : les taxis ;
- les déplacements V.P. et VUL des entreprises, sachant qu'il peut aussi bien s'agir d'entreprises de Transport Routier de Marchandises (VUL), d'entreprises utilisant des V.P. (déplacement de la main-d'oeuvre), ou bien encore d'entreprises hors T.R.M. mais faisant du transport de marchandises pour compte propre (VUL) ;
- bien sûr, sont pris en compte à la fois le trafic interne, le trafic interne-externe et le trafic de transit.

33. EUROPLAN, RHONALPENERGIE, *Polyen - Analyse des émissions de pollution liées à l'énergie dans l'agglomération lyonnaise*, étude réalisée pour le compte de la COURLY et de la Commission des Communautés Européennes (DGXVII), Mars 1992.

34. Cf Deuxième partie, section 1. II.

Les trafics retenus comprennent donc une part concernant du transport de marchandises. Sont par creux exclus de l'analyse :

- les deux-roues motorisés ;
- les P.L. de plus de 3,5 tonnes (transport de marchandises) ;
- les bus et site-propre du réseau urbain, ainsi que les autocars des services interurbains.

En quatrième lieu, il nous a fallu ventiler le trafic essence selon essence ordinaire, super avec et sans plomb, à l'aide d'une clef de répartition (donnée OEST) pour l'année 90.

Enfin rappelons³⁵ que les chiffrages de consommation s'appuient sur des études réalisées par l'INRETS, qui intègrent l'influence de la vitesse et la proximité de départ à moteur froid. Ces influences sont contenues dans la définition de cycles de conduite, auxquels sont attachés des types de voirie, définis par le modèle DAVIS.

c) Des Coûts

En accord avec notre grille d'analyse des prix, la mesure du coût marginal social retient les composantes suivantes³⁶ :

1 - le coût de maintien de la qualité de service rendu par les voiries (le coût marginal est approximé par le coût moyen) ;

2 - le coût environnemental : bruit, pollution (pouvant être locale, régionale et effet de serre), insécurité (perte tutélaire du mort, du blessé, dégâts matériels et corporels non compensés par les assurances privées) ;

3 - le coût de congestion T.C. (pertes de temps infligées aux usagers et surcroît de coût d'exploitation résultant de la congestion) ;

4 - le coût de congestion V.P. (pertes de temps et autres surcoûts infligés aux autres usagers de l'automobile). Rappelons que la valorisation de ce coût au travers d'un coût d'opportunité des ressources affectées aux améliorations de voirie nous paraît plus pertinente.

35. Cf Deuxième partie, section 1, II.

36. Cf paragraphe précédent, B. 1. et B. 2.

Pour les composantes 2 à 4, le raisonnement à la marge n'est traduit que sommairement au travers de la distinction heure creuse-heure de pointe (difficulté de calibrer des fonctions de coût dérivables, représentatives des diverses composantes du coût social). Cette distinction peut avoir deux effets : soit la disparition pure et simple de certaines composantes du coût social (exemple : les coûts de congestion), soit leur variation selon heure creuse-heure de pointe (exemple : les coûts environnementaux). Concernant ces derniers, rappelons que l'on suppose que des effets contraires se compensent pour le bruit et l'insécurité, de telle sorte que les coûts marginaux peuvent être considérés invariants. Pour la pollution, l'hypothèse théorique est que le coût marginal est plus élevé à l'heure de pointe. Elle se trouve corroborée, sans doute dans une moindre mesure relativement aux éléments chiffrés disponibles dans la littérature³⁷, par le rapprochement aux données de l'observation, même imparfait, que constitue l'exercice mené dans l'étude Polyen³⁸. Sur la base de valorisations du gramme des divers polluants que nous avons présentées précédemment³⁹, on trouve en effet un coût unitaire de pollution (au véhicule-kilomètre) variant de 1 à environ 1,4 selon heure creuse-heure de pointe.

En raison de méthodes diverses visant à la révélation du prix des ressources en jeu dans les effets externes, il est de bonne méthode d'envisager divers scénarios et d'explicitier, pour chacun d'eux, les principes de valorisation. Nous proposons ainsi cinq scénarios, deux que nous qualifions de minimalistes, un de central, enfin deux autres relevant d'une approche en développement durable. C'est donc essentiellement par la monétarisation des coûts environnementaux qu'ils divergent :

1 - Un scénario minimaliste *minimorum* se distingue par des valeurs très faibles du coût du bruit et de l'insécurité. Pour les composantes manquantes (pollution), il reprend les valeurs du scénario 2.

2 - L'autre scénario minimaliste correspondant aux valorisations des effets externes affichées dans le compte transport de voyageurs de la RIF⁴⁰. Pour les composantes manquantes, il reprend celles du scénario 1.

3 - Le scénario central reprend les valorisations du récent travail mené en collaboration entre le CETUR et la SOFRETU⁴¹.

37. Voir notamment l'article de A. MORCHOINE, "Transport et environnement - Quels enjeux pour la ville ?", *Transport Public*, n° 913, mars 1993, pp. 30-32.

38. EUROPLAN, RHONALPENERGIE, *op. cit.*. Cette divergence avec les estimations habituellement avancées tient à ce que ces dernières sont le résultat d'approches *toutes choses égales par ailleurs*, tandis que l'étude Polyen introduit, par exemple, l'influence des moteurs froids ou chauds. Or, il apparaît qu'il y a là un facteur important d'émission unitaire pour les divers polluants.

39. Cf les normes européennes et suédoises, Deuxième partie, section 2, II - La pollution, D. Evaluation monétaire suivant une logique de développement soutenable.

40. S.T.P.-R.A.T.P., *Compte transport de voyageurs de la région d'Ile-de-France 1990*, Paris : R.A.T.P. (ed.), novembre 1992, 10 p.

41. SOFRETU-CETUR, *Analyse des coûts de déplacement : élaboration d'une méthodologie dans le cadre d'un compte transport de voyageurs* (chiffres présentés publiquement en avril 1994, documents encore à diffusion restreinte).

4 - Le premier scénario de développement soutenable se distingue du précédent par la valorisation de la pollution. Celle-ci s'appuie sur ce que nous avons appelé plus haut les normes européennes⁴².

5 - Le second scénario de développement soutenable se distingue du scénario 3 par une valorisation de la pollution suivant les normes suédoises⁴³.

Cela conduit au tableau 1 et à ses légendes le complétant utilement (pages suivantes).

42. Cf Deuxième partie, section 2, II - La pollution, D. Evaluation monétaire suivant une logique de développement soutenable.

43. Cf Deuxième partie, section 2, II - La pollution, D. Evaluation monétaire suivant une logique de développement soutenable.

Tableau 1 : LES COUTS DES DEPLACEMENTS URBAINS
(Coûts unitaires en Franc 1990 par V.K.)

Composantes du coût	Scénarios minimalistes		Scénario central	Scénarios de développement soutenable	
	minimaliste <i>minimorum</i>	Compte transport RIF		Scénario européen	Scénario suédois
<u>Invariants selon heure creuse-heure pointe</u>					
qualité voirie (C1)	0,1054	0,1054	0,1054	0,1054	0,1054
bruit	0,005 (Mm1)	0,0952 (MM1)	0,0952 (SC1)	0,0952 (E1)	0,0952 (S1)
insécurité	0,0352 (Mm2)	0,0352 (MM2)	0,136 (SC2)	0,136 (E2)	0,136 (S2)
<u>Variant selon heure creuse-heure pointe</u>					
pollution heure creuse	0,0793 (Mm3)	0,0793 (MM3)	0,102 (SC3)	normes Europe (E3)	normes Suède (S3)
pollution heure pointe	0,1111 (Mm4)	0,1111 (MM4)	0,1428 (SC4)	normes Europe (E4)	normes Suède (S4)
congestion V.P. (heure pointe seulement) (C2)	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424	0,2424
congestion T.C. (heure pointe seulement)	0,0816 (Mm5)	0,0816 (MM5)	0,136 (SC5)	0,136 (E5)	0,136 (S5)

Légende Tableau 1 sur les coûts unitaires

Légendes communes aux cinq scénarios (annotées C)

(C1) Chiffre obtenu sur la base des estimations faites dans l'étude SOFRETU-CETUR (1994). Il résulte du rapport entre les dépenses de fonctionnement des divers réseaux et le trafic V.P. uniquement, sur ces divers réseaux, ceci pour l'année 1990.

Concernant les dépenses de fonctionnement :

- il s'agit des dépenses d'entretien des chaussées et ouvrages d'art, de viabilité hivernale, d'exploitation et de frais généraux, de police de la route. Les dépenses liées aux espaces verts, parcs et jardin, incluses dans les budgets voirie des collectivités, ont été évaluées (par sondage sur 708 communes de plus de 10 000 habitants) et retirées. Ces dépenses de fonctionnement comprennent aussi les frais financiers (données D.G.C.L.).

- Les réseaux retenus recouvrent la voirie communale (les dépenses des communes de moins de 10 000 habitants, non traitées dans les statistiques, ont été estimées par extrapolation de celles des communes de plus de 10 000 habitants au prorata des populations), les voiries exploitées par des groupements de communes, la voirie départementale ou régionale (Paris), et enfin la voirie nationale. Seules sont donc exclues les autoroutes concédées.

- Toutes ces dépenses n'ont été retenues que pour la part pouvant être imputée à la voiture particulière, à l'aide de clés de répartition issues du rapport Brossier, tenant compte des trafics et intégrant des coefficients d'équivalence (agressivité des véhicules sur les chaussées).

- La dépense retenue s'élève finalement à 34 968,102 millions de F 1990.

Concernant le trafic, nous avons retenu l'évaluation donnée par SOFRETU-CETUR pour la voiture particulière exclusivement (331 703 millions de véhicules-kilomètres), à laquelle nous avons retranché le trafic V.P. sur autoroutes concédées, issu du rapport Brossier (32,4 millions de V.K.), soit au total 331 670,6 millions de V.K..

On obtient alors $34\,968,102/331\,670,6$, soit 0,1054 F 90 au V.K..

(C2) Sur la base de 50 % des dépenses d'investissement maxima prévues au XI^{ème} plan (36 milliards de F par an, soit 18 milliards) et estimées nécessaires pour maintenir la circulation urbaine fluide (pour appréciation, l'ensemble des dépenses d'investissement, tous réseaux confondus, se sont élevées à 49 milliards de F en 1990, selon l'étude SOFRETU-CETUR).

Ces 18 milliards sont à rapporter aux seuls déplacements en situation de congestion (heure de pointe). Nous considérons qu'en moyenne (sur l'ensemble de l'urbain), les déplacements se répartissent pour moitié en heure creuse, pour l'autre en heure de pointe. Cette estimation tient compte de situations contrastées, de Paris où une grande partie des déplacements sont congestionnés, à des villes plus petites. Pour illustration, à Lyon, la répartition (en termes de V.K.) retenue dans l'étude Polyen est la suivante : Heure creuses (61,12 %), heure de pointe (38,88 %). Cette estimation 50-50 surestime sans doute le nombre de déplacements congestionnés, ce qui a pour effet de sous-estimer le coût de congestion V.P..

Ces 18 milliards sont donc rapportés à 50 % du trafic urbain total (y compris véhicules utilitaires comprenant VUL et P.L. > 3,5 t), soit $148,5/2$ (rapport Brossier). On obtient alors 0,2424 F au V.K..

Légendes relatives au scénario minimaliste minimorum (annotées Mm)

(Mm1) Sur la base des dépenses de protection (urbain seulement), publiques et privées et effectivement engagées en 1990. Elles sont évaluées à 1 milliard de F, dont 611 millions imputables au V.P. (Cf Deuxième partie, section 2, I - Le bruit, C. conclusions) et rapportées aux V.K. annuels (119,8 milliards, rapport Brossier).

L'on sait que de telles dépenses sont largement insuffisantes. Elles laissent subsister de nombreuses localisations soumises à un bruit dû au transport et bien au dessus du seuil acceptable de 65 dB(A).

(Mm2) D'après les normes suivantes : Coût du mort : 1,86 millions de F ; du blessé grave : 0,170 million de F ; du blessé léger : 0,011 million de F ; et en tenant compte des dommages non compensés par les assurances privées (Cf Deuxième partie, section 2, III - L'insécurité, B. Méthode de calcul, 3. Les coûts).

De telles normes sont en pratique depuis quelques 20 années et sont aujourd'hui presque unanimement considérées insuffisantes.

(Mm3) = (MM3) ci-dessous.

(Mm4) = (MM4) ci-dessous.

(Mm5) = (MM5) ci-dessous.

Légendes relatives au scénario Compte transport RIF (annotées MM)

(MM1) 0,07 F au voyageur-km, converti en V.K. (taux d'occupation : 1,36). Ce coût unitaire est conforme à la norme européenne d'exigence de 65 dB (extérieur/intérieur), et s'apprécie à l'évitement, par combinaison de différentes techniques (action à la source, revêtement spécifique, murs anti-bruit, isolation façades).

(MM2) = (Mm2) ci-dessus.

(MM3) Le compte transport RIF affiche un coût global de pollution de 4 450 millions de F 1990. Ce chiffre renvoie aux dépenses occasionnées par la réduction maximale de pollution pouvant être obtenue à l'aide des techniques disponibles (pot catalytique trifonctionnel, injection électronique, filtre à particule, canister, essence sans plomb et désulfuration du gazole).

Ces 4 450 millions, divisés par le coût au voyageur-kilomètre (0,07 F) permettent d'obtenir un nombre de voyageur-kilomètre, puis de V.K. (taux d'occupation de 1,36) de 46 743,697 millions. En observant les hypothèses suivantes :

- répartition 50-50 % des déplacements selon heure creuse et de pointe ;

- Surcoût au V.K. de pollution dans un rapport de 1 à 1,4 selon heure creuse-heure de pointe (rappelons que cela résulte de l'étude Polyen lorsque que l'on valorise les émissions obtenues à l'aide des valeurs unitaires européennes ou suédoises) ;

il vient l'équation suivante :

$4450 = (0,5 * 1,4 * 46\,743,697) * x + (0,5 * 46\,743,697) * x$, avec x, coût pollution au V.K. à l'heure creuse. On obtient alors $x = 0,0793$.

(MM4) A la suite de (MM3), $1,4 * 0,0793$, soit 0,1111.

(MM5) 0,03 F au voyageur-km, converti en V.K., soit 0,0408 et multiplié par deux, soit 0,0816 (en raison de la convention 50-50 % selon heure creuse-de pointe et parce que seuls les déplacements V.P. en heure de pointe sont concernés).

Légendes relatives au scénario SOFRETU-CETUR (annotées SC)

(SC1) 0,07 F au voyageur-km (villes de plus de 800 000 habitants), converti en V.K., soit 0,0952. Cette valorisation est obtenue par la même méthode que pour le compte transport RIF ci-dessus (conformité aux normes européennes).

(SC2) 0,10 F au voyageur-km (villes de plus de 800 000 habitants), converti en V.K., soit 0,136. Obtenu d'après les normes suivantes : Coût du mort : 3,26 millions de F ; du blessé grave : 0,34 million de F ; du blessé léger : 0,072 million de F ; et en tenant compte des dommages non compensés par les assurances privées. Ces normes pourraient s'imposer prochainement en Europe et émanent des derniers travaux de M. LE NET.

(SC3) Les travaux SOFRETU-CETUR affichent un coût au voyageur-km de 0,09 F (villes de plus de 800 000 habitants). Cette valorisation de la pollution est a priori obtenue par la même méthode que celle du compte transport RIF qui mentionne 0,07 F au Vo.K. Il est difficile d'expliquer cet écart, mais les travaux SOFRETU-CETUR étant plus récents et s'inscrivant dans la suite de ceux du compte RIF, il est possible d'y accorder plus de crédit.

Sur la base de 0,09 F au Vo.K., on obtient 0,1224 au V.K.. Par ailleurs, les résultats obtenus de la distinction heure creuse-heure de pointe, quant au coût de pollution et pour le scénario Compte transport RIF, permettent de disposer d'une clef de répartition stable pouvant être utilisée pour les autres scénarios. Pour le scénario RIF, le coût au Vo.K de 0,07 F donne un coût au V.K. de 0,0952. Celui-ci se répartit selon 0,0793 en heure creuse (soit 0,833 fois le coût moyen de 0,0952) et 0,1111 en heure de pointe (soit 1,167 fois le coût moyen de 0,0952). En appliquant cette clef 0,833-1,167 pour le scénario SOFRETU-CETUR, on obtient, $0,833 * 0,1224$, soit 0,102 F au V.K. heure creuse.

(SC4) A la suite de (SC3), $1,167 * 0,1224$, soit 0,1428.

(SC5) 0,05 F au voyageur-km (villes de plus de 800 000 habitants), converti en V.K., soit 0,068 et multiplié par deux, soit 0,136 (en raison de la convention 50-50 % selon heure creuse-de pointe et parce que seuls les déplacements V.P. en heure de pointe sont concernés).

Les mêmes remarques que pour le coût de pollution peuvent être faites ici : la méthode de valorisation semble identique à celle du compte transport RIF, il existe une différence (0,05 F contre 0,03 F au Vo.K.), un crédit supérieur peut être offert à la valorisation SOFRETU-CETUR.

Légendes relatives au scénario européen (annotées E)

(E1) = (SC1) ci-dessus.

(E2) = (SC2) ci-dessus.

(E3) Rappelons les normes européennes, en F 1990 par gramme émis (Cf Deuxième partie, section 2, II - La pollution, D. Evaluation monétaire suivant une logique de développement soutenable, pour l'aspect méthodologique de la valorisation) :

CO = 0,00105 ; CO₂ = 0,00021 ; HC = 0,0138 ; NO_x = 0,0138 ; SO₂ = 0,0138.

L'application de ces normes donne un coût au V.K. à l'heure creuse de 0,1216 F.

(E4) L'application des normes européennes donne un coût au V.K. à l'heure de pointe de 0,1719 F.

(E5) = (SC5) ci-dessus.

Légendes relatives au scénario suédois (annotées S)

(S1) = (SC1) ci-dessus.

(S2) = (SC2) ci-dessus.

(S3) Rappelons les normes suédoises, en F 1990 par gramme émis (Cf Deuxième partie, section 2, II - La pollution, D. Evaluation monétaire suivant une logique de développement soutenable, pour l'aspect méthodologique de la valorisation) :

CO = 0,00125 ; CO₂ = 0,00025 ; HC = 0,0194 ; NO_x = 0,0388 ; SO₂ = 0,0291.

L'application de ces normes donne un coût au V.K. à l'heure creuse de 0,2011 F.

(S4) L'application des normes suédoises donne un coût au V.K. à l'heure de pointe de 0,2666 F.

(S5) = (SC5) ci-dessus.

d) Des recettes

Ces recettes proviennent de deux sources :

- la fiscalité spécifique transport⁴⁴ ;
- la fiscalité sur les produits pétroliers.

Il se tient cependant quelques difficultés pour identifier la partie de ces rendements fiscaux qui peut être tenue pour prélèvement d'un tarif. Nous utiliserons les deux principes suivants :

1 - D'une part, notre norme de prix nous impose une première cohérence. Face à des coûts retenus en vertu des principes théoriques de l'allocation optimale des ressources, doivent également figurer des recettes qui s'y conforment.

2 - D'autre part, s'agissant aussi bien de la fiscalité sur la possession ou l'acquisition des véhicules, que des taxes à l'usage, il convient de retenir, au titre de la perception d'un tarif, des taxes qui s'avèrent être réellement spécifiques au secteur des transports.

Le critère 1 autorise un premier compromis. Il est en effet loisible de penser, qu'au sens de l'allocation optimale des ressources, la tarification ne peut émaner que de recettes, directes ou sous la forme de taxes, mais qui sont plus ou moins liées à l'usage (consommation du bien pour le cas des infrastructures de transport). Cela semble disqualifier, des recettes de tarification, la fiscalité spécifique transport, qui se trouve être fortement indépendante de l'usage qui est fait des équipements de transport. De surcroît, il existe dans bien d'autres secteurs d'activité, une fiscalité spécifique semblable à celle du domaine des transports, c'est-à-dire marquant essentiellement l'acquisition ou la possession patrimoniale. Nous pensons notamment aux droits devant être acquittés lors de l'achat, voire la location, de biens immobiliers, tant à des fins de résidence que d'activité commerciale ou industrielle.

Nous n'écarterons cependant pas totalement la fiscalité spécifique transport des recettes de tarif, essentiellement en raison de l'importance des sommes qu'elle représente. Symétriquement au calcul des coûts, nous envisagerons deux scénarios pour les recettes de tarif :

1 - des recettes dites "d'allocation optimale des ressources" (fiscalité sur les carburants exclusivement), avec considérée à part, mais appréhendée, la fiscalité spécifique ;

2 - plus pragmatique, un scénario considérant que fiscalité sur les carburants et fiscalité spécifique constituent valablement les recettes de transport.

44. Compte tenu des déplacements retenus, elle comprend : les taxes sur les assurances, les certificats d'immatriculation des véhicules (carte grise), la vignette automobile, la taxe sur les véhicules de tourisme des sociétés, la taxe sur le permis de conduire. Elle ne comprend pas la taxe à l'essieu et les droits de timbre sur les contrats de transport (transport de marchandises).

De façon plus pratique, le tarif au titre de la fiscalité spécifique sera appréhendé au travers d'une comparaison avec les recettes issues de la fiscalité sur les carburants. L'annexe 3 offre les détails de calcul qui nous ont conduit à retenir l'expression :

$$\text{Tarif scénario 2} = 1,4 * \text{Tarif scénario 1}$$

La question de la fiscalité spécifique étant tranchée, il nous faut nous interroger sur la fiscalité sur les produits pétroliers. Si celle-ci se conforme valablement au critère 1, la question se pose de savoir s'il en va de même pour le critère 2. En première analyse, l'importance des taxes sur les carburants atteste d'une spécificité au domaine des transports. Si de tels prélèvements, et pour l'ampleur soulignée ci-dessus, pouvaient être observés sur les autres consommations - comme il en est le cas de la T.V.A. - la fiscalité sur les produits pétroliers pourrait ne pas être tenue pour une recette de tarif. Elle constituerait alors un impôt plus ou moins forfaitaire, destiné à produire des services collectifs (pour la partie équipements fixes, dont on sait que, selon l'allocation optimale des ressources, elle reste à la charge du contribuable), ou à opérer une redistribution des ressources. Il ne semble toutefois pas en être le cas, et l'on peut donc valablement postuler la spécificité de la fiscalité sur les carburants. Cette spécificité dénote donc, au même titre que les consommations de tabac, alcool, eau et électricité, du paiement d'un tarif en contrepartie d'un coût plus ou moins révélé (par exemple pour le tabac, le coût de traitement des maladies qu'il provoque, pour l'eau, le traitement des eaux usées). On peut donc admettre que pour chacune de ces consommations, la taxation spécifique s'apparente à un tarif "d'allocation optimale des ressources".

La taxation sur les carburants ne nous paraît pas toutefois, relever pour son intégralité de l'acquittement d'un tarif de transport. D'autres secteurs économiques (industrie, tertiaire-résidentiel, agriculture) supportent aussi cette taxation, à un taux cependant plus faible. On pourrait objecter qu'ils sont aussi, par ce biais, tarifés, notamment pour les externalités environnementales qu'ils émettent dans la consommation de produits pétroliers. Mais il faut aussi noter que l'ensemble de ces secteurs a consacré, ces dernières années, des efforts considérables pour réduire leur consommation ainsi que les émissions unitaires de polluants. Il en résulte que le transport émet beaucoup plus de polluants par kilogramme de fuel consommé que les toutes autres activités précédemment évoquées⁴⁵.

Il nous semble donc légitime de soustraire, au tarif transport représenté par la fiscalité sur les carburants, la taxation qui est aussi recouvrée dans les autres secteurs économiques. Des analyses que nous détaillons dans l'annexe n°4, il ressort que celle-ci est représentée :

- par des taxes alimentant des fonds autres que le budget général⁴⁶ (Fonds de Soutien des Hydrocarbures, Institut Français du Pétrole, etc) ;
- par la T.I.P.P. sur le fioul domestique, dont on peut voir qu'elle représente valablement la charge moyenne imposée aux secteurs économiques autres que le transport.

45. D. MARTIN, L. MICHAELIS, *Reducing the impact of on the global environment*, communication à la 6ème conférence mondiale sur le transport, Lyon, Juillet 1992.

46. Ces taxes sont toutefois négligeables au regard de la T.I.P.P. (entre 1 et 2 % de la T.I.P.P.).

Cette partie de la fiscalité sur les hydrocarbures, que nous excluons du tarif transport, s'interprète alors tel un impôt rareté, indépendant de toute couverture de coût. A l'inverse, il nous a fallu ajouter à la T.I.P.P., la T.V.A. qui est payée sur son montant. Les calculs présentés dans l'annexe 4 amènent *in fine* aux tarifs consignés dans le tableau 2 suivant, pour ce qui est de la fiscalité sur les carburants.

Tableau 2 :
Recette de tarification au titre de la fiscalité sur les produits pétroliers pour l'année 90

Carburant	Recette de tarif en Franc par litre consommé
Essence ordinaire	3,0351187
Super plombé	3,2111088
Super sans plomb	2,7963441
Gas-oil	1,4596749

2. Existe-t-il une sous-tarification des déplacements urbains ?

Le rapprochement des recettes et des coûts (tableau 3) permet alors de caractériser la tarification actuelle.

Tableau 3 : La tarification des déplacements urbains individuels

En millions F 90	Scénario minimaliste <i>minimorum</i>	Scénario Compte transport RIF	Scénario SOFRETU- CETUR	Scénario européen	Scénario suédois
Coûts	HC : 850,75 HP : 1397,49 Total : 2248,24	HC : 1191,95 HP : 1614,57 Total : 2806,52	HC : 1659,12 HP : 2064,35 Total : 3723,47	HC : 1733,44 HP : 2134,46 Total : 3867,90	HC : 2034,09 HP : 2362,19 Total : 4396,28
Recettes fiscalité carburant	HC : 995,54 HP : 866,91 Total : 1862,45				
Recettes y.c. fiscalité spécifique	Total : 2607,43 (1,4 * 1862,45)				

Indices de sous- tarification en % (Recettes/ Coûts)*100 ⁴⁷	Scénario minimaliste <i>minimorum</i>	Scénario Compte transport RIF	Scénario SOFRETU- CETUR	Scénario européen	Scénario suédois
Fiscalité carburant seulement	HC : 117,02 % HP : 62,03 % Total 82,84 %	HC : 83,52 % HP : 53,69 % Total 66,36 %	HC : 60,00 % HP : 41,99 % Total 50,02 %	HC : 57,43 % HP : 40,61 % Total 48,15 %	HC : 48,94 % HP : 36,70 % Total 42,36 %
Fiscalité carburant et spécifique	Total 116 %	Total 92,91 %	Total 70,03 %	Total 67,41 %	Total 59,31 %

Les enseignements de ces tableaux se résument en quatre points :

1 - Il existe une "sous-tarification d'allocation optimale des ressources", sommes toutes modérée, mais non négligeable (de 1 à 1,2 à 1 à plus de 2,3 selon les scénarios).

47. Cet indice mesure le pourcentage des coûts que les recettes couvrent :

- si $i = 100\%$, recettes et coûts s'égalisent, il y a équilibre de tarification.
- si $i > 100\%$, il y a sur-tarification (recettes > coûts). Sur-tarification au double = 200 %.
- si $i < 100\%$, il y a sous-tarification (coûts > recettes) :
 - si $50\% < i < 100\%$, les déplacements sont sous-tarifés dans un rapport inférieur à de 1 à 2.
 - si $i = 50\%$, les déplacements sont sous-tarifés dans un rapport égal à de 1 à 2.
 - si $33\% < i < 50\%$, les déplacements sont sous-tarifés dans un rapport compris entre de 1 à 2 et de 1 à 3.
 - si i autour de 33 %, les déplacements sont sous-tarifés dans un rapport égal à de 1 à 3.

2 - Lorsque l'on assimile la taxation spécifique à un tarif, la sous-tarification n'apparaît vraiment significative que pour les scénarios de développement soutenable, mais aussi pour le scénario correspondant aux résultats de l'étude SOFRETU-CETUR (de 1 à près de 1,5). Rappelons que les premiers renvoient à des normes qui sont aujourd'hui, soit vigoureusement recommandées par la commission européenne, soit déjà adoptées (notamment pour les évaluations de projets) dans un pays voisin, la Suède. Enfin, soulignons que les chiffres produits par l'étude SOFRETU-CETUR ont fait l'objet d'un travail approfondi et ne semblent pas avoir été accueillis défavorablement.

De ces deux premiers points, on peut donc retenir qu'il existe bien une tendance à la sous-tarification des déplacements urbains individuels.

3 - Au delà de la sous-tarification, il existe aussi une mauvaise tarification, marquée par le fait que 40 % des recettes relèvent de taxes fixes, amortissables par l'usage. Ainsi, y compris lorsqu'on retient la fiscalité spécifique transport, il est aussi possible de parler d'une sous-tarification, celle-ci devant alors être associée à une surtaxation. De surcroît, notre étude démontre que la sous-tarification à l'heure de pointe est une donnée stable⁴⁸, elle peut donc être considérée acquise. Les augmentations de recettes liées aux surconsommations ne compensent donc pas la croissance des coûts (fort effet contre-productif).

Ce troisième point souligne donc une mauvaise tarification des déplacements individuels urbains, au sens d'une tarification dont tout principe régulateur en est exclu.

4 - Dans une perspective de développement durable, pour laquelle les techniques existantes de dépollution ne sont pas toujours à la hauteur des enjeux, le levier tarifaire peut apparaître nécessaire pour orienter la demande. Sans trop entrer dans les détails d'une nouvelle "grille tarifaire"⁴⁹, plus conforme à des objectifs de régulation, signalons qu'elle pourrait être obtenue à l'aide de trois principes :

- réduction de la taxation fixe ;
- hausse de la T.I.P.P., partiellement liée à l'usage, en compensation de la baisse de la fiscalité spécifique fixe. Celle-ci devrait s'opérer dans les limites du rattrapage de la seule sous tarification à l'heure creuse, et sous la contrainte de la situation tarifaire pour les déplacements inter-urbains ;
- augmentation de prix à l'heure de pointe, par un système qu'il reste à déterminer, mais dans tous les cas sous la forme d'un tarif direct (la taxation des carburants n'étant pas opératoire).

En conclusion, soulignons que notre évaluation, relative à l'année 90, ne nous paraît pas lui être contingente. Il est vrai que la fiscalité sur les carburants est aujourd'hui plus élevée, mais la croissance de l'usage des motorisations diesel (taux de T.I.P.P. plus faible) en compense l'effet. De premiers tests de sensibilité ont été opérés et montrent que les résultats présentés sont stables.

48. Car vérifiée pour tous les scénarios envisagés.

49. Nous revenons plus loin sur cette question.

Fort de cette évaluation de la tarification des déplacements, qui semble indiquer qu'il pourrait être justifié de réguler les déplacements par les prix, il convient maintenant d'éclairer, autant que possible, la question de la faisabilité d'une telle régulation.

B. Les forces de la régulation par les prix

1. L'introduction des contraintes émanant de l'environnement du système déplacement

Face aux incertitudes du péage de financement, la solution tarifaire s'analyse telle la recherche d'une régulation des déplacements urbains par les prix. Toutefois, une telle régulation ne s'improvise pas, comme en témoignent les problèmes que pose le péage de congestion. L'analyse économique a produit une théorie qui permet d'éclairer le rôle de régulation économique des prix, elle est donc d'une utilité sans égal pour la question soulevée. Pour l'instant, elle nous a essentiellement aidé dans les modalités de calcul du tarif, ainsi que dans l'usage qu'il doit être fait des produits de la tarification.

L'on sait que la théorie de l'allocation optimale des ressources développe une approche en équilibre général de la régulation économique des prix (Cf encadré 2). Elle en décrit les principes et les propriétés. L'analyse des principes éclaire les conditions de structure économique qui sont nécessaires à la régulation par les prix. C'est alors au travers de ces conditions que peuvent être appréhendées les contraintes émanant de l'environnement du système transport (système de localisation par exemple).

L'étude des conditions nécessaires à la régulation par les prix s'inscrit alors au coeur de trois réflexions qui ne sont pas sans rapport :

- celle des modalités pratiques de mise en place de la solution tarifaire (espace-temps pouvant être régulé par les prix, mesures d'accompagnement) ;
- celle de la mesure des obstacles économiques à la régulation par les prix des déplacements urbains. L'on sait que ces obstacles émanent de la spécificité du bien transport. Celle-ci naît à son tour des interactions entre les divers sous-systèmes qui constituent la ville, dont le système de déplacement ;
- enfin, elle offre, au mieux des éléments de réponse, au pire une plus grande pertinence, aux interrogations que suscite l'impact de la solution tarifaire sur le système ville.

Une des premières exigences de la régulation par les prix se tient dans une certaine divisibilité et substituabilité des biens dans l'économie. Appliquée au domaine restreint que nous étudions ici, cette condition nécessite que le péage soit mis en place dans un espace-temps où la substitution T.C.-V.P. est acceptable, ou à tout le moins peut le devenir. On peut en indiquer quelques conséquences pratiques. D'abord, cela rend difficile une hausse de la tarification la nuit. Cela désigne aussi la partie de l'agglomération bien desservie par les transports en commun. Cela oblige encore à tenir compte des véritables captifs de l'automobile, notamment pour les déplacements en provenance d'une périphérie mal ou pas desservie par les transports en commun. Pour ces usagers, il apparaît nécessaire de mettre en place des parcs de rabattement à l'entrée de la zone tarifée, à l'intérieur de laquelle, à l'inverse, la substitution V.P.-T.C. devient acceptable. Enfin, des améliorations doivent être opérées dans les transports en commun, de manière à rapprocher la qualité du service de celle de l'automobile. L'on remarquera qu'une bonne part des contraintes résultant de cette première condition de la régulation par les prix, est compatible avec la structure des tarifs (les prix devraient surtout augmenter à l'heure de pointe et sur la zone congestionnée), tout comme avec les modalités d'usage des tarifs (redistribution aux transports en commun).

Par ailleurs, la notion de programme journalier ou de chaîne de déplacements apparaît *a priori* telle une infraction à la divisibilité (lien entre des déplacements élémentaires). C'est pourquoi la tarification doit être conçue à l'aide d'un système suffisamment souple pour ne pas lier les conditions de tarif au déplacement, chaîne ou programme, mais bien au déplacement élémentaire. Certaines solutions techniques entièrement électroniques, telle celle expérimentée à Hong Kong, permettent d'atteindre cet objectif d'une manière presque parfaite. Elles apparaissent toutefois difficiles à retenir dans l'immédiat (spécificité géopolitique de Hong Kong). Mais sans doute existe-t-il des solutions qui permettent de s'approcher, dans des conditions suffisantes, de cet objectif.

Les deux autres hypothèses fondamentales de la régulation par les prix sont la convexité des ensembles de production (coûts marginaux croissants avec les quantités de biens produites) et des préférences des consommateurs (utilité marginale décroissante avec les quantités consommées). L'on sait que ces hypothèses sont difficilement vérifiables de manière empirique (Cf encadré 2). Dans le contexte de rareté qui caractérise l'espace urbain, l'hypothèse de croissance des coûts marginaux de production des services de transport pourrait ne pas être trop absurde. L'infraction à la décroissance de l'utilité marginale renvoie notamment à la limite ci-dessus (programme de déplacement). Il demeure que cette condition de convexité générale (production et consommation) n'a que très peu de portée opératoire, ce qui *a priori* pose problème. Nous renvoyons alors à l'encadré 2 qui souligne qu'une telle limite n'est toutefois pas spécifique aux déplacements urbains, mais relative à tous les secteurs pour lesquels on sait, peu ou prou, qu'une certaine dose de régulation par les prix s'opère. Face à cela, le problème est souvent réglé en considérant que la condition de convexité générale est globalement vérifiée.

D'autres hypothèses sont présentes dans le modèle théorique de la régulation par les prix. On peut considérer qu'elles ont, pour nous, un statut similaire à celle de la convexité générale. Nous retiendrons donc que l'hypothèse fondamentale est celle de la divisibilité et substituabilité des biens (car elle touche à la spécificité des déplacements urbains), et qu'elle nous conduit à préciser, de manière substantielle, les modalités pratiques d'établissement de la régulation par les prix.

Concernant les deux autres pistes de réflexion avancées au début de ce paragraphe, les conclusions suivantes viennent :

- Il ne semble pas apparaître d'obstacles économiques majeurs quant à la régulation par les prix du bien déplacement, et qui soient liés à la spécificité économique de ce bien. C'est là une conclusion que l'on trouve déjà formulée dans le rapport dit rapport ALLAIS, en 1965.

- Sur le plan des effets sur la ville, les modalités pratiques dégagées ci-dessus minorent sans doute certaines inquiétudes. Il y aura toujours moyen de se soustraire à l'augmentation de tarif (par l'alternative TC qu'il apparaît nécessaire d'améliorer), ou de s'y soumettre mais avec la garantie d'une certaine souplesse et d'une fiscalité fixe plus faible.

2. L'efficacité de la solution tarifaire

a) La régulation du système de déplacement

Les résultats de l'évaluation de la tarification actuelle des déplacements urbains semblent indiquer qu'il pourrait bien aussi exister un déterminant tarifaire à leur crise. Peut-être plus que la sous-tarification⁵⁰, la sur-taxation fixe peut être considérée comme aussi à la source de la croissance de l'usage de l'automobile, ou en tout cas d'un mauvais usage des modes. Les études manquent en la matière, mais l'on peut légitimement supposer qu'il y a là une réalité que les individus intègrent dans leurs comportements de mobilité, aussi bien quotidienne que résidentielle.

Les principes de la régulation par les prix autorisent une certaine prospective quant à son efficacité sur la crise des déplacements urbains. Les déplacements en voitures particulières pourraient devenir plus chers (singulièrement à l'heure de pointe), et la possession avec usage modéré de l'automobile moins chère (baisse de la taxation fixe). Tandis que les déplacements en transport collectif pourraient être plus attractifs (augmentation des lignes, des fréquences, révision des systèmes tarifaires, notamment dans la perspective d'une plus grande différenciation) et leurs conditions de substituabilité à la V.P. améliorées. Une évolution du partage modal des déplacements, favorable aux transports en commun, devrait donc en être attendue, et alors la congestion et ses effets indirects sur l'environnement pourraient reculer. Il est à croire aussi que ce que l'on désigne par la crise de financement des transports en commun, voire du système de transport global, trouverait à s'atténuer.

50. L'on pourra objecter qu'une part importante de la sous-tarification est redevable à la valorisation d'effets externes environnementaux, dont on voit mal comment elle pourrait avoir un effet stimulant sur la demande de transport. Il est cependant utile d'observer que le silence, l'air pur, sont aussi des traits de l'habitat pavillonnaire, pour lequel le citoyen semble marquer un fort engouement.

D'une certaine manière, la régulation des déplacements urbains par les prix peut apparaître comme une nouvelle mesure de financement des transports collectifs, alors que la ressource du versement transport s'est épuisée. En fait, la logique est bien différente. L'objectif premier n'est pas de trouver des sources de financement à la relance des transports collectifs. Il est bien la régulation des déplacements urbains. Ce sont alors les principes mêmes de cette régulation, fondée sur les prix, qui conduisent à envisager qu'une partie des tarifs finance les transports en commun.

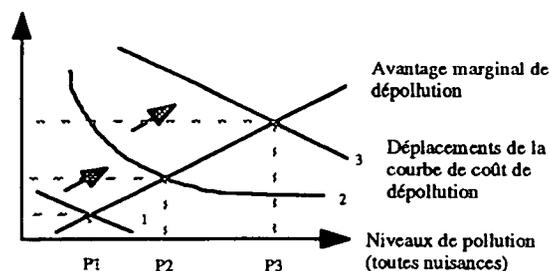
Ainsi, la nouvelle source de financement des transports en commun se trouve justifiée par la recherche de la neutralité tarifaire, et non pas par une logique tout autre, voire opposée, d'accroître le subventionnement des transports en commun. L'origine de ce paradoxe apparent se trouve dans le fait que les transports en commun apparaissent comme la façon la plus efficace, à tout le moins à court terme, de "dépolluer" les déplacements urbains.

b) Et le traitement réglementaire de la crise ?

La solution tarifaire à la crise des déplacements urbains est souvent examinée avec défiance. La question se pose de savoir si un traitement plus réglementaire de la crise est préférable, ce que nous traduirons ici par plus efficace et plus équitable.

Plus efficace d'abord. Pour rendre les choses quelque peu plus limpides, il est possible de reprendre la représentation schématique du marché de la dépollution. On peut alors imaginer qu'il existe plusieurs solutions alternatives pour dépolluer, caractérisées par un coût différent (déplacements de la courbe de coût marginal vers le nord est). L'enjeu est alors d'identifier et d'opter pour la solution qui permettra un niveau de pollution le moins élevé, pour un coût minimum. Sur la figure 10, l'on voit que c'est la solution d'internalisation qui mène à P1 qui est la meilleure.

Figure 10 : La solution d'internalisation optimale



Nous avancerions volontiers les hypothèses suivantes :

- la courbe la plus basse pourrait être illustrée par la solution de la régulation par les prix, qui permettrait ainsi une dépollution maximale, pour un coût social plus faible (notamment en termes de réduction de mobilité, y compris peut-être de mobilité automobile) ;

- la deuxième courbe pourrait correspondre aux solutions d'internalisation réglementaire fondée sur le pari technique sur les véhicules (pot catalytique, autres innovations à venir en matière d'émission de polluants, de bruit, voire solution véhicule électrique). On obtient alors une courbe de coût intermédiaire, mais qui ne se trouve pas définie pour des niveaux de pollution très faibles (comment dépolluer l'insécurité par exemple ? Et le problème de la congestion ?), et présente ainsi une convexité forte ;

- la troisième courbe renverrait à la solution d'internalisation réglementaire fondée sur l'usage de l'automobile. Pour dépolluer les déplacements urbains dans une dimension socialement souhaitable, de fortes restrictions à l'usage apparaissent nécessaires. Il en résulte une dépollution très coûteuse, car conduisant à trop contraindre la mobilité V.P., qui est aussi source de croissance économique pour la ville.

Cette interprétation est à l'évidence difficile à corroborer. Elle nous est inspirée par les diverses politiques déjà menées (voir section suivante). En retenant les expériences de restriction de l'usage V.P., on constate qu'elles ont toujours été envisagées sur des espaces ou des durées limités. Elles ne semblent constituer que des mesures de règlement à la marge de la crise des déplacements, sans rapport avec les véritables enjeux, et le fort coût, s'il était question de viser davantage, pourrait en être une explication.

La solution réglementaire est-elle plus équitable ensuite ? Nous retiendrons ici l'acception large de l'équité, au sens de l'idée d'une certaine justice sociale. En premier lieu, nous avons déjà souligné qu'il était toujours possible de faire de la redistribution de ressources à l'aide des produits de la tarification. La situation actuelle apparaît être relativement peu explicite en matière de redistribution sociale dans la pratique des déplacements. De surcroît, quelques travaux (voir notamment ceux de J. L. MADRE) ont démontré quelques idées particulièrement contre-intuitives. La régulation par les prix, avec redistribution dans un souci d'équité sociale, aurait alors le mérite de fonder les nouvelles bases d'une telle redistribution.

De plus, nous avons souligné que la régulation par les prix des déplacements urbains devait s'accompagner de mesures, notamment pour ne pas trop léser les vrais captifs de l'automobile (c'est-à-dire repérés sur l'espace-temps où il n'y a pas véritable substituabilité entre les deux modes). Par ailleurs, nous avons montré que dans certaines conditions, la solution par la norme s'apparentait à une régulation par les prix (Cf encadré 4). Ainsi par exemple, si un surcoût de production des véhicules propres se reportait dans leur prix, il y aurait aussi une forme de "sélection par l'argent". Enfin, les interdictions de circulation sur des zones (ou la solution d'Athènes) sont aussi de nature à créer des privilèges (les riverains, les catégories aisées disposant de plusieurs véhicules). L'un dans l'autre, il ne semble pas que la régulation par les prix, sous les traits que nous avons esquissés, soit moins équitable que la norme réglementaire.

Enfin, encore une fois, cette question délicate de l'équité de la solution tarifaire ne peut en rester à la prise en compte des seuls usagers de l'automobile. Il y a fort à parier que le fait de considérer aussi les usagers des transport en commun modifie radicalement les données de la question.

C. Les limites de la solution tarifaire

1. La recherche du bon tarif

L'estimation de la tarification actuelle des déplacements urbains ne nous autorise qu'à tracer les grandes lignes de la réforme tarifaire nécessaire à une meilleure régulation de ces déplacements. Il est plus difficile de donner un ordre de grandeur des nouveaux tarifs. Ceux-ci dépendent en effet de l'élasticité de la demande aux variations de prix. Un doublement des prix à l'heure de pointe, tel qu'il pourrait raisonnablement ressortir de nos évaluations, est de nature à agir sur la demande. Dès lors, le coût marginal social du déplacement évolue et le tarif initial n'est plus adapté. Or, les réactions de la demande sont difficiles à estimer, notamment si la réforme intègre à la fois une augmentation des prix liés à l'usage et une diminution de la taxation fixe. La question des prix à appliquer aux déplacements individuels reste donc en suspens.

2. La difficile distinction pollueur-pollué

La véritable interrogation qui s'attache à la crise actuelle des déplacements urbains est de savoir si l'on est prêt à réduire l'usage de l'automobile, sans que cela d'ailleurs soit nécessaire d'une manière trop brutale. Plus haut, nous avons esquissé à grands traits les effets prévisibles de la réforme tarifaire sur la régulation du système de déplacement. Ils appellent toutefois quelques réserves. Là encore, celles-là peuvent être éclairées à l'aide de la théorie de l'allocation optimale des ressources.

Au travers d'une logique de coût et de leur couverture, la théorie économique semble tenir compte des préférences des agents individuels. Le raisonnement par les marchés de la dépollution se fonde sur une idée de révélation de ces préférences, qui se dégage de la courbe de l'avantage marginal. Il y a cependant une limite dans ce mécanisme de révélation des préférences. Elle n'est pas inhérente à l'analyse théorique, mais à la non prise en compte, jusque là, d'une de ses hypothèses. Sur un marché de dépollution, il faut postuler l'indépendance entre les pollués et les pollueurs. Or en matière de déplacements urbains, il se trouve que ceux qui expriment une préférence pour la dépollution, sont aussi ceux qui polluent. Autrement dit, les agents peuvent exprimer dans un cas (habitants de la ville) une certaine préférence, qui se trouve incompatible avec l'expression d'une préférence dans l'autre cas (usagers de transport).

Ainsi, s'il s'avérait que la préférence sociale pour la mobilité automobile soit très forte, le péage de régulation serait alors insuffisant pour infléchir la demande. Deux conclusions peuvent toutefois être apportées :

- un tel péage serait de nature à supprimer la sous-tarification actuelle des déplacements. A défaut de ne pas agir sur la demande actuelle de déplacements, il pourrait contenir les hausses prévisibles de mobilité, reliées notamment à la croissance économique. Cela aurait pour effet de supprimer une condition, à tout le moins permissive, de la croissance d'une mobilité VP en grande partie influencée par ailleurs ;

- en second lieu, cela dénote de la nécessité de mesures d'accompagnement de la régulation par les prix. Parmi elles, soulignons l'importance que peuvent revêtir des campagnes d'information sur les dangers environnementaux de la mobilité VP. Elles auraient pour conséquence de placer le conflit préférence pour la mobilité-préférence pour l'environnement sur des fondements sans doute mieux éclairés. De la même manière, cela souligne l'importance de l'amélioration apportée aux transports en commun, justifiée au plan théorique.

3. Des réformes fiscales et tarifaires nécessaires

A l'évidence, la solution de la régulation par les prix oblige à certains amendements en matière de fiscalité et de tarification déjà existante.

Sur le second point d'abord, elle nécessite que l'on pense de nouveau la tarification du stationnement⁵¹ (notamment faciliter le stationnement résident en centre-ville pour la substituabilité TC), la tarification de l'assurance automobile (développement des formules au kilomètre par exemple).

Sur le plan fiscal, le problème ne semble pas insurmontable. La baisse de la taxation fixe serait compensée par la hausse de la T.I.P.P. (pour l'Etat central⁵²) et par le tarif d'heure de pointe pour les autres niveaux institutionnels de Puissance Publique (Département⁵³, Région⁵⁴). Les modalités d'utilisation de la tarification apparaissent en première analyse en contradiction avec le principe de non affectation budgétaire. Il n'est toutefois pas indispensable de revenir sur ce principe, ces modalités d'utilisation de la tarification pouvant alors jouer le rôle d'un guide, pour l'Etat et les collectivités locales, dans leurs participations financières aux systèmes de transport.

4. Les effets pervers de la tarification

Bien que l'on ait indiqué que de tels effets peuvent sans doute être minorés, il est souhaitable de poursuivre les investigations sur les effets qui peuvent être attendus sur le système de localisation, la formation des rentes foncières, et concernant aussi ses éventuels effets pervers. Dès lors, ces investigations se trouvent mieux cernées par la mise en place d'un cadre de réforme tarifaire mieux explicité.

51. On notera que nous ne l'avons pas prise en compte dans nos calculs d'évaluation de la tarification actuelle des déplacements. Il est à croire que cela n'est pas de nature à biaiser nos conclusions. Car en face des recettes de stationnement, il conviendrait d'inscrire un coût, par exemple d'opportunité, de l'espace immobilisé. La sous-tarification des déplacements urbains s'en trouverait sans doute confortée.

52. Qui reçoit actuellement, outre la T.I.P.P., la taxe sur les assurances, la taxe sur les voitures de tourisme des sociétés, une partie de la taxe sur le permis de conduire.

53. Vignette.

54. Cartes grises, taxe sur le permis de conduire.

S. Peut-on réguler les déplacements urbains par les prix ? synthèse

Un meilleur éclairage théorique permet, sinon de répondre aux questions que pose l'introduction d'une certaine dose de régulation par les prix dans les déplacements urbains, en tout cas de poser ces interrogations en des termes plus pertinents :

- Une telle régulation est-elle nécessaire ? Nos estimations montrent une tendance à la sous-tarification, très nette avec des valorisations des effets externes conformes aux principes de développement durable (de 1 à plus de 2). La tarification actuelle est aussi exempte de tout principe de régulation : à la sous-tarification, est associée une sur-taxation fixe amortissable par l'usage, tandis que dans tous les cas de figure, la sous-tarification est manifeste à l'heure de pointe.

- Une telle régulation est-elle possible ? Il est sans doute indispensable de se donner quelques garanties. D'une certaine manière, la spécificité du bien déplacement s'intègre à la théorie, ceci au travers d'une condition essentielle, s'assurer d'un espace-temps où la substituabilité TC-VP est acceptable (donc aussi à favoriser).

- Une telle régulation peut-elle être efficace sur le système de déplacement ? Sans chercher à y répondre, on peut éclairer cette interrogation. La régulation par les prix indique que l'usage de l'automobile, singulièrement à l'heure de pointe, pourrait être plus cher (mais sa possession moins chère), tandis que les transports en commun améliorés, y compris dans leur grille tarifaire.

- Une telle régulation peut-elle avoir des effets sur les localisations ? Sans doute, mais les inquiétudes peuvent être éclairées. Il y aura toujours moyen de se soustraire à l'augmentation de tarif (par l'alternative TC qu'il apparaît nécessaire d'améliorer), ou de s'y soumettre mais avec la garantie d'une certaine souplesse et d'une fiscalité fixe plus faible.

- Une telle régulation est-elle anti-redistributive ? Le transfert d'une partie des tarifs vers les transports en commun, justifié par la régulation par les prix en elle-même, minore là aussi les craintes.

SECTION 2 : LES SOLUTIONS REGLEMENTAIRES

Alors que le péage urbain connaît des applications limitées à quelques grandes villes, d'autres mesures, visant elles aussi à augmenter le coût privé de l'automobile, sont mises en oeuvre un peu partout en Europe. Il s'agit des mesures réglementaires de régulation du trafic. Leur relative simplicité d'utilisation ainsi que leur plus grande acceptabilité peut expliquer l'engouement que ces mesures suscitent. En effet, elles consistent généralement en des décrets visant à réorganiser, limiter ou interdire la circulation et/ou le stationnement dans certaines rues afin d'y améliorer la qualité de vie locale. Il va de soi que, pour ce type de mesures, l'efficacité dépend du respect de la réglementation. C'est pourquoi, après avoir présenté un panel des différents types d'actions possibles, nous nous attacherons également à inventorier les moyens qui doivent accompagner ces mesures pour en garantir l'efficacité. Pour finir sur ce point, nous montrerons que ces mesures ne peuvent être appliquées seules. Elles doivent s'accompagner d'une action en faveur d'autres modes de déplacement que l'automobile, afin d'encourager un transfert modal et ainsi continuer à assurer le besoin de mobilité des individus⁵⁵.

I. Des exemples d'actions réglementaires

Dans la mesure du possible, elles seront présentées par ordre décroissant de pénalisation de la circulation, c'est-à-dire des plus contraignantes aux plus souples.

Gardons à l'esprit que cette typologie des moyens réglementaires de régulation du trafic reflète celle des différentes voies. En effet, selon la fonction principale de la voie (circulation, activité commerciale, quartier résidentiel, liaison inter-quartiers....) les mesures qui pourront être appliquées ne seront pas les mêmes. En outre, leur présentation individualisée ne doit pas occulter le fait que ces actions peuvent, et doivent, être mises en oeuvre de façon conjointe. En combinant ces différents types de mesures on en renforce l'efficacité.

A. Les interdictions et les restrictions

1. Les limitations de la circulation

a) Les interdictions permanentes

Elles sont généralement mises en place sur un espace restreint, limité souvent au centre historique, afin de le préserver de la pollution atmosphérique qui dégrade les bâtiments.

55. Toutes ces mesures sont illustrées par des exemples présentés dans l'annexe n°5.

Ces mesures ne concernent pas tous les usagers. En Italie où ce type de mesures est très répandu [annexe n°5] les catégories non soumises à ces interdictions sont :

- les résidents (pour éviter le dépeuplement du centre-ville),
- les commerçants (ils assurent le dynamisme du centre-ville),
- les touristes, visiteurs et clients,
- les transports collectifs et taxis,
- les responsables de professions publiques.

Les résultats sont, dans l'ensemble, satisfaisants pour Bologne où le nombre de véhicules circulant par jour a diminué.

Si au départ les commerçants s'opposent souvent à la piétonnisation des rues par crainte de voir leur chiffre d'affaires chuter, on constate après coup que ces inquiétudes n'avaient pas lieu d'être. En effet, "*des études ont montré que les commerces vivent davantage grâce aux piétons que par les automobilistes*"⁵⁶. C'est ainsi qu'à Besançon, deux ans après la mise en place d'un plan de circulation restreignant l'accès au centre-ville, le chiffre d'affaires des commerçants avait augmenté de 20%.

b) La circulation par alternance

Ce système a été expérimenté, avec plus ou moins de réussite, par de nombreuses villes. Le procédé consiste, selon le jour de la semaine, à autoriser une partie seulement des automobilistes à circuler. Le but généralement recherché est une diminution de la pollution atmosphérique et de la congestion par une baisse du nombre de véhicules en présence.

Avec le développement de la multimotorisation, l'efficacité de ces mesures est remise en question. Ainsi à Athènes, où ce système fonctionne sur la base de l'alternance de la circulation en fonction des numéros pairs ou impairs des plaques minéralogiques, un ménage possédant deux voitures dont l'une a un numéro d'immatriculation pair et l'autre impair pourra circuler en voiture tous les jours. Cette mesure n'est donc ni très efficace ni équitable puisqu'elle favorise les ménages qui ont une capacité financière les autorisant à augmenter leur degré d'équipement pour contrecarrer la mesure.

En outre ces mesures connaissent des taux d'infraction très importants du fait d'un certain laxisme dans le contrôle et la répression des fraudes. Il faut donc être vigilant et exercer la pression du contrôle pour que les mesures soient réellement efficaces. Cette mise en garde s'applique à l'ensemble des mesures réglementaires. En effet, en l'absence de barrière physique ou de "la peur du gendarme", on peut émettre des doutes quant au respect des normes par les individus, surtout si ces normes ne vont pas dans le sens de l'intérêt individuel de l'utilisateur.

56. ADTS, CETUR, IBSR, IREC, La Sécurité routière, *La rue un espace à mieux partager*. 1990.

2. Les interdictions et les restrictions du stationnement

Le stationnement est inévitable dès lors qu'il y a déplacement. Cette phase de l'utilisation du véhicule contribue elle aussi à la production d'externalités négatives. Nous avons vu en première partie (Section 2 ; I) comment la politique du stationnement menée ces dernières années avait pu inciter la mobilité VP, notamment pour les migrants alternants. C'est donc un élément central sur lequel des actions devraient être engagées pour renverser les tendances passées.

A travers la politique de stationnement, on peut procéder à une gestion qualitative des déplacements et par là, opérer une sélection visant à décourager ceux qui créent plus de déséconomies que de bénéfices. La politique de stationnement doit ainsi veiller à ne pas nuire à l'attractivité de la ville, à ne pas provoquer des délocalisations néfastes et à ne pas entraîner le dépeuplement du centre-ville. C'est en tenant compte de tous ces faits que les agglomérations gèrent la circulation des véhicules en utilisant, entre autres, le volet stationnement.

En général, la stratégie des villes consiste à dissuader le stationnement "parasitaire" (c'est-à-dire celui qui dure toute la journée). Souvent, dans les cités européennes, le centre rassemble une multitude de services commerciaux, banques, bureaux, monuments, musées... Le stationnement prolongé toute la journée (généralement le fait des travailleurs ou des étudiants) supprime un espace, précieux en ville, pour le stationnement "opérationnel", c'est-à-dire bref (on l'estime en moyenne à 23 minutes) en rapport avec les activités et le dynamisme du centre-ville. Ainsi, la politique de stationnement des villes a fréquemment comme objectifs généraux :

- de dissuader le stationnement de longue durée au profit du stationnement de courte durée,
- de prélever une quasi-taxe,
- de gérer le stationnement des résidents dont il faut éviter l'émigration.

C'est aux migrants alternants que s'adressent en premier lieu les restrictions. Il est connu que le fait de venir travailler en voiture est directement lié à la possibilité de trouver un emplacement de parking proche du lieu de travail (voir première partie).

a) Les mesures visant spécifiquement les migrants alternants

Les horaires de travail étant proches pour tous les individus car socialement contraints, on peut intégrer ces contraintes d'heures de déplacement dans les politiques visant à dissuader le stationnement des migrants alternants. C'est ainsi que plusieurs villes étrangères (parmi lesquelles Padoue ou Londres) ont repoussé l'ouverture des parkings après l'heure de pointe du matin afin d'empêcher les migrants alternants de pouvoir y stationner. Il faut cependant être prudent avec ces mesures qui ne concernent que la plage horaire du début de matinée. Il est fondamental de veiller à ce que les individus n'adaptent pas leur comportement à la réglementation. Il faudra surveiller par exemple que les heures d'ouverture des bureaux, les cours d'université ne se calquent pas sur les heures d'ouverture des parkings. Sinon, l'efficacité des mesures risque fort d'être remise en cause.

L'occupation de la voirie par le stationnement des migrants alternants étant généralement de longue durée⁵⁷, une autre solution serait de limiter la durée de stationnement autorisée en journée. Une telle mesure ne pénaliserait pas les autres usagers de la voiture en ville puisque leurs durées de stationnement sont beaucoup plus brèves (en moyenne moins de 2 heures pour le motif achat).

On peut également limiter réglementairement le nombre de places de stationnement offertes par l'employeur à ses salariés et ne viser ainsi que ce type précis de stationnement sans risquer l'effet pervers signalé plus haut. Ainsi, à Los Angeles, au-delà d'un certain quota, les employeurs n'ont pas le droit d'engager des salariés venant au travail en voiture. Ils doivent également limiter le nombre de places de stationnement réservées à leurs employés.

De manière encore plus restrictive, on pourrait, comme c'est le cas en Suisse, interdire de construire des places de stationnement dans les nouveaux bâtiments. Cette politique constituerait un véritable renversement de tendance par rapport à la situation actuelle où, au contraire, l'article 12 des POS stipule l'obligation de prévoir des places de parking dans toute opération de construction de bureaux (ce qui constitue un encouragement considérable à l'utilisation de l'automobile pour se rendre au travail comme nous l'avons vu dans la première partie : Figure 9, page 61)

b) La restriction du stationnement sur voirie

Cette limitation des places sur la chaussée doit être compensée par la création de capacités de stationnement en sous-sol [voir politique lyonnaise, annexe n°5]. On peut toutefois émettre certaines réserves quant à l'efficacité d'une telle politique pour réduire le flux de véhicules circulant en ville et par conséquent la congestion. Pour que les parkings en construction ne deviennent pas des "aspirateurs à voitures" (voir première partie, section 2, I) cette politique devra être impérativement suivie d'une limitation drastique du stationnement en surface. Pour que l'on puisse lui accorder une certaine crédibilité en ce qui concerne la réduction de la circulation automobile il faut aussi qu'elle s'accompagne d'autres mesures visant les comportements des individus et notamment l'incitation à l'utilisation des transports collectifs. La puissance de la relation nombre de places de stationnement-déplacement ne plaide pas en faveur d'une telle stratégie qui assure quasiment aux individus de trouver un emplacement.

57. Une étude d'Yves Robin-Prevallée menée en 1979 sur les quartiers de Nation et d'Italie à Paris, entre 7h30 et 19h30, montre que 65% du stationnement licite sur voirie (hors parcmètres) pour motif travail ont une durée supérieure ou égale à 8 heures (cité par Christophe BECKERICH, *Les usagers de l'espace public et le partage de la voirie, réflexions méthodologiques*, Mémoire pour le DEA d'Economie des Transports, Université Lumière Lyon 2 - ENTPE, 1993).

c) La politique du stationnement dissuasif

Il s'agit concrètement des "parcs d'échange" ou encore "*park and ride*". Ils peuvent être construits soit à la périphérie de l'agglomération, soit aux abords du centre (Cf. Lyon). Ils doivent être desservis, pour pouvoir remplir leur rôle, par les lignes de transports en commun urbains les plus performantes afin d'assurer un accès rapide au centre-ville. Pour inciter les individus à laisser leur voiture dans ces parkings, il faut en outre que les transports collectifs soient en mesure d'offrir un niveau de qualité de déplacement au moins égal à celui de l'automobile. Un exemple de réussite dans ce domaine est celui de la ville de Marseille. Dans cette ville, les parcs d'échange connaissent un réel succès avec un taux de remplissage particulièrement élevé. Certains de ces parkings atteignent même la saturation. Il est, de plus, fort intéressant de constater que 90% des utilisateurs ont des destinations localisées dans l'hypercentre et que 60% d'entre eux se déplacent pour des raisons professionnelles. L'exemple de Marseille prouve qu'il existe bien des mesures qui font que les déplacements domicile-travail en VP ne sont pas une fatalité.

3. Conclusion

Ces mesures de restriction du stationnement ou de la circulation ont des impacts positifs sur l'environnement. Ainsi, à Hanovre, la baisse du stationnement et de la circulation autour du centre-ville -devenu piéton- a permis de réduire la pollution de 20 à 25% et le bruit de 10 à 25 dB⁵⁸.

Cependant, le champ d'application de ces mesures est limité. En effet, ainsi que nous l'avons vu en introduction⁵⁹, internaliser ne signifie pas interdire. En interdisant on pénalise une activité qui était elle aussi productrice de valeur. Par conséquent, si la collectivité déclare illégaux la circulation ou le stationnement VP, elle émet alors une nuisance à l'encontre des automobilistes. L'optimum serait donc de rechercher une solution qui permette de combiner préservation de l'environnement et mobilité, par exemple par le biais de la réduction des vitesses de circulation ou mieux la baisse de la circulation VP par un transfert vers les autres modes comme nous le verrons par la suite. Ainsi, le stationnement et la circulation ne doivent-ils être limités que pour certains utilisateurs, ceux dont les déplacements occasionnent plus de coûts externes que d'effets externes positifs (principalement les migrants alternants), par contre des capacités de stationnement doivent être maintenues pour assurer aux résidents de trouver, pas trop loin de leur logement, un emplacement où parquer leur véhicule. Sans ces précautions, le centre-ville risque deériclitter sous l'effet de la fuite des habitants.

58. *La rue un espace à mieux partager*, Op.Cit.

59. voir page 16 la controverse entre A.C. PIGOU et R. COASE.

B. La réorganisation de la circulation

Il s'agit ici d'augmenter le coût généralisé de la circulation VP en augmentant les distances à parcourir et la complexité du trajet pour se rendre d'un point à un autre. Ainsi, comme la durée du déplacement s'allonge, ces mesures peuvent être interprétées comme des pénalisations temporelles. Divers moyens peuvent être envisagés, notamment le cloisonnement des quartiers par des boucles ou des plans de circulation.

1. La canalisation des flux

Le système de la canalisation des flux se caractérise généralement par un ensemble de sens uniques qui aboutit au cloisonnement de certains quartiers. Comme ces poches de trafic sont orientées vers l'extérieur de la zone, le passage direct d'une zone à une autre est totalement impossible. Il convient alors d'emprunter les grandes voies qui les contournent (ces voies de contournement sont souvent créées en même temps qu'est mise en oeuvre la canalisation des flux). Le but du procédé est la plupart du temps d'évacuer le trafic de transit du centre d'une agglomération.

Si les résultats sur le niveau de la circulation sont plutôt positifs, on peut constater qu'un effet pervers se produit parfois si l'on n'y prend garde. Il s'agit des reports de circulation aux abords de la zone réglementée, où les embouteillages se développent.

2. Les plans de circulation

Les plans de circulation répondent avant tout à des préoccupations environnementales et de qualité de la vie tout en assurant le meilleur accès possible, au plus grand nombre d'individus, au maximum de lieux de l'agglomération. On a vu en première partie (section 2, I) qu'il existe deux niveaux dans les plans de circulation⁶⁰ :

- le niveau qualitatif : il s'agit de rationaliser les flux. L'action à ce niveau se traduit généralement par une hiérarchisation des rues ;
- le niveau quantitatif : il s'agit de diminuer le volume de la circulation.

En général, les villes confèrent à leur plan de circulation à la fois des objectifs quantitatifs et des objectifs qualitatifs. Très souvent, les autorités des villes limitent quantitativement le niveau du trafic et procèdent par ailleurs à un traitement différencié des flux au moyen de la hiérarchisation des rues.

Si l'exemple milanais [annexe n°5] témoigne de l'efficacité des plans de circulation (avec une baisse de 40% du volume du trafic entre 1985 et 1988), il convient cependant de ne pas être trop confiants dans la capacité de ces mesures à réduire les nuisances liées à la circulation automobile. Selon leurs caractéristiques, tous les plans de circulation n'aboutissent pas aux mêmes résultats. L'exemple des "axes rouges" parisiens (présenté dans la première partie, section 2, I.) nous prouve que certains plans de circulation encouragent au contraire la circulation automobile et ses nuisances.

60. Marc DELAYER, *Les variables de commande du système de transport urbain : première approche générale des différentes actions*, Mémoire de DEA d'Economie des Transports, 1986.

3. Conclusion

Hormis le système du cloisonnement de certains quartiers qui crée de véritables gênes susceptibles de dissuader la circulation automobile, on peut penser que les autres mesures de réorganisation de la circulation sont peu aptes à réduire les nuisances occasionnées par les VP. Au contraire, certaines d'entre elles auraient même plutôt tendance à encourager l'usage de l'automobile et ainsi à aggraver ces coûts externes. C'est le cas des sens uniques, qui lorsqu'ils sont mis en place sans réduire la largeur de la chaussée (en augmentant la taille des trottoirs par exemple), favorisent des vitesses élevées, elles-mêmes génératrices d'insécurité, de bruit et de pollution.

C. Les limitations de vitesse

En France, la modification des limitations de vitesse en agglomération est instituée par le décret du 30 novembre 1990. Elle doit permettre d'*"amener les usagers à pratiquer des vitesses en agglomération compatibles avec la sécurité de l'ensemble des usagers et notamment des piétons et des cyclistes"*. La nouvelle réglementation définit une vitesse maximale de 50 km/heure en agglomération, autorise la création de "zones 30" où la vitesse est limitée à 30 km/heure et permet d'amener à 70 km/heure la vitesse sur les routes à grande circulation.

Par cette mesure la France s'aligne sur les politiques déjà menées en Allemagne, en Suisse, en Autriche et aux Pays-Bas.

1. Avantages escomptés et acceptabilité

Cette mesure est doublement intéressante si elle est respectée :

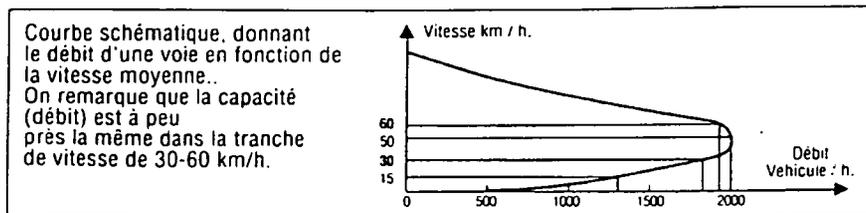
- d'une part elle permet d'augmenter le coût généralisé de la circulation automobile en augmentant les durées de déplacement,
- d'autre part elle favorise un abaissement du coût social de la circulation VP puisque les accidents, la pollution, le bruit, la consommation d'espace... diminuent avec la vitesse.

a) Effets sur le débit

Contrairement à ce que l'on serait tenté de penser de prime abord, l'abaissement des vitesses de circulation ne diminue pas la capacité d'écoulement des voies de circulation mais l'accroît (voir figure ci-dessous) car les distances de sécurité entre les véhicules peuvent raccourcir. Ainsi, comme on peut le voir sur le schéma suivant⁶¹, le débit est maximum à 50 km/heure et il est pratiquement le même à 30 km/heure.

61. Source : CETUR, Ministère de l'Equipement, du Logement, des Transports et de la Mer, *Villes plus sûres, quartiers sans accidents. Savoirs faire et techniques*, 1990.

Figure 11 : Courbe débit-vitesse calibrée



b) Effets sur l'insécurité

72% des accidents et 37% des tués de la route ont lieu en agglomération⁶². De plus, parmi les piétons tués dans les accidents de la circulation, la moitié sont des enfants de moins de 15 ans ou des adultes de plus de 65 ans⁶³.

La baisse des vitesses de circulation doit favoriser une réduction du nombre d'accidents et de leur gravité grâce à un abaissement des distances de freinage. A 50 km/heure la distance d'arrêt (qui comprend le temps de réaction) est de 41 mètres soit 20 à 25% inférieure à la distance nécessaire à 60 km/heure⁶⁴. De même, à 30 km/heure elle n'est plus que de 21 mètres⁶⁵. Ainsi, dans les pays ayant déjà mis en oeuvre des politiques de modération de la vitesse en ville on a pu observer une baisse de 10% du nombre d'accidents corporels et de 10 à 20% de leur gravité⁶⁶. La figure suivante⁶⁷, représentant le degré de gravité des accidents voiture-piéton en fonction des vitesses pratiquées, illustre ces chiffres.

62. CETUR, Direction de la sécurité et de la circulation routière, *Modération de la vitesse en agglomération, recommandations techniques sur la limitation généralisée à 50 km/heure*, 1990.

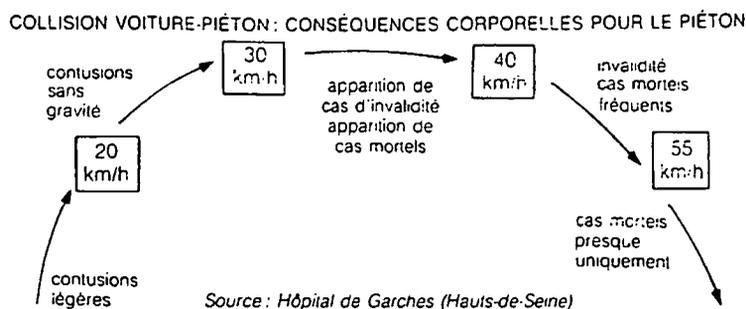
63. Source : J.M. GAMBARD, M. BROCHE "La modération de la circulation en ville, enjeux et perspectives", *TEC n°104*, janvier-février 1991.

64. *Modération de la vitesse en agglomération...*, Op. Cit.

65. Christophe BECKERICH, *Les usages de l'espace public...*, Op. Cit.

66. *Modération de la vitesse en agglomération...* Op. Cit.

67. extrait de CETUR, *Réduire la vitesse en agglomération*, 1989.

Figure 12 : Collision voiture-piéton : conséquences corporelles pour le piéton

Ces résultats positifs en matière de sécurité assurent à ces mesures une bonne acceptabilité de la part des riverains qui la considèrent comme étant plus importante que la rapidité de circulation.

c) Effets sur la pollution

D'après J.M. GAMBARD et M. BROCHE⁶⁸, "l'effet d'une politique de modération de la circulation sur la pollution est du même ordre de grandeur que l'équipement du parc automobile en pots catalytiques". Or, tandis que s'équiper d'un véhicule catalysé nécessite un investissement financier de la part de l'automobiliste, la réduction de sa vitesse de circulation n'engendre aucun coût monétaire pour l'utilisateur. Au contraire, comme la modération de la vitesse favorise un abaissement des consommations de carburant, il réalise même des économies. Ce type de mesures agit donc à la hausse du coût généralisé du déplacement pour l'individu à partir du coût en temps, qui lui s'accroît avec la baisse de la vitesse (voir dans le point II les courbes débit-vitesse et coût généralisé-débit).

C'est ainsi qu'après la création des zones 30 en Allemagne on a noté une chute de 10 à 30% de la pollution atmosphérique selon les types de polluants⁶⁹.

d) Effets sur le bruit

Une réduction de la vitesse limite en agglomération conduit à un écrêtement des vitesses excessives et ainsi à une baisse du bruit. On estime d'autre part qu'une circulation à 50 km/heure constitue un optimum en matière de bruit de la circulation puisqu'en dessous de ce seuil le bruit du moteur devient prédominant alors qu'au dessus c'est le bruit du roulement sur la chaussée qui est le plus important.

En Allemagne, avec la création de zones 30, on a pu observer une baisse du niveau de bruit de 4 à 5 dB(A)⁷⁰.

68. "La modération de la circulation en ville, enjeux et perspectives", *TEC n°104*, janvier-février 1991.

69. CETUR, *Guide des zones 30*, 1992.

Les résidents sont très sensibles au bruit puisque c'est une des principales nuisances urbaines citées. D'après Pierre Merlin⁷¹ 50% de la population parisienne est exposée à des niveaux de bruit supérieurs à 65 dB du fait des moyens de transport. Les résidents sont donc très favorables à ce type de mesures.

2. Les différentes catégories de zones

a) Limitation à 50

Cette limite constitue un juste équilibre entre écoulement du trafic et vie locale. Par contre c'est une vitesse trop élevée pour des rues de desserte d'habitations où il vaut mieux privilégier la création de zones 30.

b) Les "zones 30"

Leur objectif est de favoriser les modes non motorisés (marche, vélo) pour redonner ainsi la priorité à la vie locale sur la circulation et améliorer le cadre de vie. Ces "zones 30" concernent principalement les quartiers d'habitat et de commerces c'est-à-dire *"toutes les rues où la fonction locale est supérieure à la fonction circulation"*⁷².

La création de ces zones 30 a permis de réduire fortement la gravité des accidents. Ainsi, à Hambourg on a constaté dans ces zones une baisse de 10% du nombre d'accidents et de 15% du nombre de tués ou de blessés graves⁷³. Cette amélioration de la sécurité explique leur bonne acceptabilité parmi les populations et même parmi les automobilistes. Ainsi alors qu'avant leur réalisation seulement 27% des automobilistes étaient favorables à ces zones, après leur création leur part s'élève à 67%⁷⁴.

Pour qu'une vitesse aussi faible soit respectée, il faut procéder à des aménagements de voirie obligeant les automobilistes à ralentir.

c) Les aires piétonnes

Elles peuvent être totalement affectées aux piétons ou bien tolérer la circulation auto-mobile qui doit alors se faire au pas (20 km/heure) et perdre sa priorité vis à vis des piétons. Il n'y a ni chaussée, ni trottoir.

70. Ibidem.

71. dans son ouvrage *Géographie, Economie et Planification des transports*.

72. *Guide des zones 30*, Op. Cit.

73. Ibidem.

74. Ibidem.

3. Inconvénients de ce type de mesures : des infractions fréquentes

Utilisées seules, les limitations de vitesses ne permettent pas de réduire la vitesse moyenne et les infractions sont plus nombreuses que dans la situation antérieure.

La mise en oeuvre de mesures réglementaires doit donc s'accompagner d'un dispositif d'incitation et de contrôle pour en assurer le respect.

S. Des exemples d'actions réglementaires : synthèse

Les moyens réglementaires de régulation du trafic automobile sont nombreux, faciles et peu coûteux à mettre en oeuvre. Ces caractéristiques expliquent le formidable développement dans de nombreuses villes d'Europe. Les mesures peuvent être très contraignantes pour l'automobiliste (interdictions de circulation ou de stationnement) ou bien combiner harmonieusement maintien de la circulation et préservation de l'environnement. Le vaste panel de mesures et la possibilité de les combiner offre au décideur de larges possibilités d'actions selon les objectifs qu'il poursuit et les différentes catégories de voies à traiter. Cependant, au regard de l'objet qui nous occupe, on peut citer deux limites à l'application de ces mesures :

- d'une part leur incapacité à résoudre le problème de la congestion (même quand la circulation est interdite le problème n'est que reporté aux abords de la zone concernée),
- d'autre part les forts taux d'infraction qui les caractérisent.

II. Les moyens à mettre en oeuvre pour faire respecter ces mesures

Dans le cas des mesures réglementaires, la tentation est grande de passer outre les interdictions et de poursuivre le même type de conduite qu'avant la mise en place des nouvelles règles (surtout pour le cas des limitations de vitesse). La simple sensibilisation des populations aux problèmes issus de la circulation automobile ne suffit donc pas à les amener à modifier leur comportement. En effet, chacun pense toujours que c'est l'autre qui congestionne, qui roule trop vite, qui pollue... sans s'apercevoir que lui aussi contribue à la production des nuisances urbaines. Seule la peur du gendarme ou la mise en oeuvre d'embûches physiques peuvent permettre d'obliger les individus à respecter les nouvelles règles.

A. Les mesures de sensibilisation

Même en Italie où les restrictions envers la VP ont été approuvées par referendum populaire, les autorités avouent que "le plus dur reste à faire : le changement effectif des comportements et des mentalités". En effet, il est totalement inutile de réaliser d'excellents contournements des centres urbains s'ils ne sont pas correctement perçus par les usagers. Il s'agit donc d'attirer l'attention des individus, de leur faire prendre conscience que leur attitude n'est jamais sans conséquences pour la collectivité. De fait, nous sommes tous souvent responsables de nuisances que nous pouvons éviter. Chacun, en effet, peut choisir d'utiliser de l'essence sans plomb, de faire changer son pot d'échappement, d'éviter de pousser les régimes de sa voiture, de faire contrôler régulièrement son véhicule...

B. La répression

La "peur du gendarme" demeure souvent ce qui permet, en dernier lieu, de s'assurer du respect de la réglementation. Il faut donc augmenter les dispositifs de contrôle pour élever la probabilité qu'un individu se fasse contrôler et l'inciter ainsi à respecter la réglementation. A Lyon, par exemple, pour que le plan de circulation soit appliqué, les autorités ont décidé d'augmenter de 50% les effectifs de la Police Municipale et de procéder à une privatisation des services de fourrière. A Paris, 300 à 350 policiers ont été affectés à la surveillance des 27 km d'Axes Rouges (soit, à un moment donné, plus d'une centaine d'agents en même temps). Globalement, une telle opération correspond à un doublement des effectifs sur le réseau.

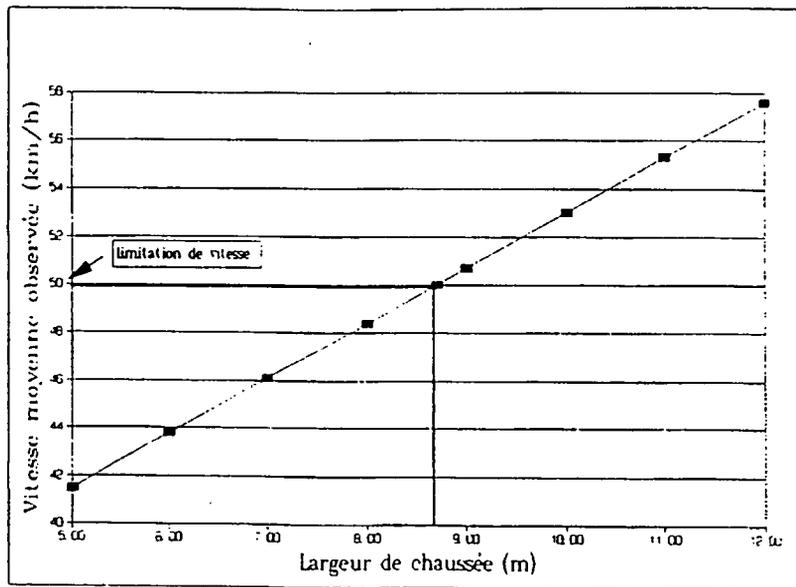
C. Les moyens techniques assurant le respect des limitations de vitesse

Les usages circulatoires de la rue sont actuellement prépondérants, ils sont encouragés par la mise à disposition des automobilistes de larges infrastructures qui ont fait de la rue une route. Si l'on souhaite désormais restaurer les autres usages de la rue (usages non circulatoires et facilité d'accès pour les autres modes) il convient donc de réduire la place de la voiture. Dans ce but, on peut utiliser des mesures physiques qui obligeront les conducteurs à aligner leur vitesse sur la réglementation. Ces moyens doivent ainsi permettre d'assurer une certaine cohérence entre la réglementation en vigueur et les caractéristiques de la voie. C'est cette cohérence qui favorisera un bon respect des règles établies (on considère qu'à partir de 70%, le taux de respect est satisfaisant).

1. Présentation des actions les plus couramment mises en oeuvre

a) Réduire la largeur de la chaussée

Pendant longtemps le décret n°64-262 du Code des Communes a imposé que la largeur des chaussées soit supérieure à 5 mètres. Or, ainsi que le montre le schéma suivant, il existe une relation forte entre vitesses pratiquées et largeur roulable de la chaussée.

Figure 13 : Influence de la largeur de voie sur la vitesse moyenne pratiquée

Si l'on veut s'assurer du respect de la limitation de vitesse en vigueur il convient donc d'agir sur la largeur de la chaussée afin de la rendre compatible avec la vitesse souhaitée et le trafic caractérisant la rue (passage ou non de poids lourds...).

Plusieurs méthodes existent pour réduire la surface de chaussée⁷⁵ affectée à la circulation automobile :

- la création de "surlargeurs" roulables : elles consistent en un marquage au sol spécifique situé soit au centre soit sur les cotés de la chaussée pour éviter que les véhicules y circulent ;

- le rétrécissement de chaussée par implantation de places de stationnement : comme le stationnement occasionne un effet paroi⁷⁶, important, les automobilistes réduisent d'eux mêmes leur largeur roulable ;

- l'élargissement des trottoirs : il faut un trottoir d'au moins 2,5 mètres de largeur pour permettre le croisement sans difficultés de deux piétons ;

- l'instauration de pistes cyclables ;

- l'aménagement de couloirs de bus.

75. Pour plus de détails sur ces moyens consulter les ouvrages du CETUR liés au programme "villes plus sûres, quartiers sans accidents" et à la nouvelle réglementation sur les vitesses.

76. l'effet paroi est la distance de sécurité que les automobilistes laissent entre leur véhicule et la bordure de la chaussée. Quand il n'y a pas de trottoir l'effet paroi est nul, par contre il augmente avec la hauteur du trottoir et est très élevé quand la bordure de la voie est affectée au stationnement (peur d'accrocher un véhicule en stationnement).

b) Faire varier le niveau de la chaussée

- Dos d'ane : si leur efficacité est indéniable en permettant des réductions de vitesse de 30 à 40%⁷⁷ ils posent cependant des problèmes pour la circulation des deux roues, des bus et des poids lourds. Il ne doivent donc être mis en place que dans les rues à faible trafic.

- Passages piétons surélevés : leurs caractéristiques sont semblables à celles des dos d'anes mais comme ils sont plus larges, ils sont moins pénalisants pour les bus et les poids-lourds.

c) Modifier les trajectoires

En empêchant les automobilistes d'emprunter des lignes droites sur lesquelles ils sont incités à accélérer, on peut les obliger à conserver une vitesse modérée.

- Les chicanes consistent en un décalage de l'axe sur la chaussée : on oblige ainsi l'automobiliste à effectuer des "zig-zag". Ces mesures ne peuvent être mises en place quand le trafic est important.

- Les ronds-points ont également fait leurs preuves en termes de ralentissement de la vitesse de circulation tout en permettant une certaine fluidité du trafic (au contraire des feux tricolores, trop souvent source d'embouteillages). Ils sont également performants en matière de sécurité routière. Cependant, ils posent encore quelques problèmes en ce qui concerne la traversée des piétons et la circulation prioritaire des transports en commun.

- Les déports de chaussée : mise en place d'arbres, de mobilier urbain (bancs, candélabres...).

d) Instaurer le désordre

On note que les accidents ont souvent lieu là où le conducteur se sent en "sécurité". C'est à la suite de ce constat que, dans les endroits où les autorités décident de protéger les fonctions autres que la circulation automobile, elles mettent en place des "embûches" physiques à sa circulation. A Rennes, on commence à casser les "belles lignes droites" et à installer le "désordre". Le "désordre", les néerlandais sont champions pour le créer ! Les services techniques de la ville de Groningen ont ainsi décidé de ne plus aménager les carrefours pour les voitures. Ils sont transformés en places. Ces places sont, par ailleurs, "encombrées" de candélabres, bancs, bacs à fleurs... Le but est de perturber l'automobiliste qui, ne sachant plus où aller, est obligé de ralentir et de faire attention. Pour l'instant le résultat observé est une baisse des accidents. On peut aussi penser que ces actions, en créant de la congestion (les automobilistes hésitent et roulent moins vite) permettent également de réduire les émissions polluantes (voir encadré ci dessous).

77. CETUR, *Réduire la vitesse en agglomération*, 1989.

Cependant, il nous semble que, si l'idée est bonne, l'efficacité d'une telle mesure risque de ne durer qu'un temps limité. Le but est de troubler le conducteur mais, au bout de quelques temps, on peut logiquement admettre que l'automobiliste aura assimilé le nouvel aménagement. Il l'aura intégré dans son système de décision et n'en sera probablement plus gêné. Le système prévoit-il que les places soit ainsi régulièrement "ré-ré-aménagées" ? En fait, nous pensons que ce type d'actions doit s'accompagner d'aménagements de voirie (dos d'âne, chicanes...) qui obligent les automobilistes à rouler à une vitesse acceptable même lorsque le nouveau visage du carrefour leur sera devenu familier.

Encadré n°6 : Elasticités critiques

Dans quelle mesure certaines formes de congestion peuvent-elles réduire la pollution ?

Nous discuterons la question en envisageant tout d'abord le cas le plus simple d'un axe de circulation, pour lequel existent des données d'observation. Ceci permet de mettre en place un cadre analytique. Sur un axe, à partir d'un certain niveau de congestion, le débit et la vitesse baissent simultanément. Du point de vue de la pollution par unité de temps, deux effets sont donc à prendre en compte :

- i) - augmentation des quantités de polluants émises par chaque véhicule-kilomètre ;
- ii) - diminution du nombre de véhicule-kilomètre.

Le bilan en termes de production d'externalités doit tenir compte de ces deux effets antagonistes : effet contre-productif (i) et effet d'éviction (ii). L'examen des chiffres enseigne que la congestion n'accroît pas obligatoirement les flux horaires d'émission de tous les polluants. Un bilan des émissions sur la journée doit prendre en compte le fait que l'effet d'éviction se traduit par des reports dans le temps des déplacements aussi bien que des reports sur les TC ou des abandons. Il convient également, dans une analyse à long terme, de prendre en considération l'impact de la congestion sur les localisations. Mais ceci ne peut être fait qu'en envisageant les émissions polluantes de l'ensemble d'un réseau de circulation.

Au sein d'un réseau, les deux effets (effet contre-productif et effet d'éviction) sont également à l'oeuvre. Mais les données disponibles ne permettent pas d'en établir le bilan. On peut néanmoins observer que la situation des transports dans les villes denses se caractérise à la fois par un fort encombrement de la voirie et un usage important des TC. Les conditions de circulation qui résultent de l'interaction transport-localisation se traduisent par une consommation d'essence (par habitant) d'autant plus faible que la densité de l'unité urbaine est élevée et que la vitesse de circulation est faible. La multiplicité des interactions en cause exige cependant une certaine prudence quant à l'interprétation de trames causales complexes et d'enchaînements circulaires.

Quelques études de cas pourraient peut-être permettre de mieux cerner l'importance relative des effets contre-productifs et des effets d'éviction. Mais l'examen de situations concrètes met rapidement en évidence la nécessité de distinguer les diverses fonctionnalités des voies congestionnées. Par exemple, on avance parfois que les conditions de circulation dans Paris intra-muros bénéficient de la saturation des voies d'accès radiales. Une diminution de la pollution globale de la région Ile de France pourrait en résulter, ainsi qu'une amélioration locale des conditions de circulation.

Un bilan écologique de la congestion nécessite une valorisation de l'effet d'éviction global. Ceci nécessiterait la définition d'une situation de référence théorique où l'effet serait nul et où donc les contraintes de capacité ne conduiraient à aucun abandon ou report de déplacements. Une telle situation de référence est assez difficile à imaginer pour certaines régions urbaines. Elle ferait éclater la cohérence entre les flux de transport et l'usage de l'espace, alors que c'est cette cohérence même qui assure le fonctionnement d'une ville économe en énergie. Difficiles à appréhender globalement sur un plan pratique, les effets d'éviction peuvent probablement être mieux saisis en termes marginaux.

En représentant les effets marginaux par des élasticités, il devient possible de représenter l'effet contre-productif et l'effet d'éviction. Avec les notations suivantes :

P = pollution,

Q = quantité de circulation, en véhicule-kilomètre (Vkm),

E = émission de polluants, par Vkm,

il vient :

$$P = Q.E .$$

Q et E dépendent de V (indicateur global homogène à une vitesse)

En dérivant, il vient :

$$dP/dV = E dQ/dV + Q dE/dV .$$

On obtient une relation entre les élasticités en multipliant par V et en divisant par P :

$$(dP/P)/(dV/V) = (dQ/Q)/(dV/V) + (dE/E)/(dV/V) . \text{ Soit :}$$

$$\epsilon_{PV} = \epsilon_{QV} + \epsilon_{EV} .$$

L'élasticité de la pollution à la vitesse de circulation sera donc la somme de l'élasticité de la quantité unitaire de pollution émise (ϵ_{QV} , positive) et de l'élasticité de la quantité de Vkm (ϵ_{EV} , négative).

On observera que les deux effets sont caractérisés par des temporalités différentes. Ceci, bien sûr, n'en facilite pas l'observation. Il importe malgré tout de garder à l'esprit que deux effets contradictoires se développent. On observera enfin que des élasticités critiques sont également utilisables pour apprécier l'impact d'une augmentation de la vitesse, par exemple par une augmentation de capacité. L'effet d'induction remplace alors l'effet d'éviction. De fait, il y a symétrie entre l'idée selon laquelle une fluidification de la circulation automobile risque d'entraîner un surcroît de pollution et le point de vue exposé ci-dessus qui conduit à envisager l'éventualité d'une baisse de la pollution par une augmentation de la congestion.

Une gestion purement "écologique" de la congestion conduirait à augmenter l'effet d'éviction et diminuer l'effet contre-productif. Cependant, il n'est pas inutile de rappeler que si une congestion bien "gérée" peut constituer un moyen efficace de lutte contre la pollution, l'effet d'éviction qu'elle entraîne a inéluctablement un coût économique. On peut évoquer ici les mécanismes de sélection adverse : ce ne sont pas obligatoirement les déplacements les plus utiles qui sont sélectionnés. Certains investissements en transport (VP ou TC) peuvent contribuer à diminuer ce coût. L'impératif "écologique" ne doit donc pas obligatoirement conduire au rejet automatique de toute nouvelle infrastructure routière. En particulier, une évaluation fine doit être faite des infrastructures à péage qui peuvent abaisser le coût économique de la congestion et donc rendre plus acceptable un usage convenablement dosé des "bouchons", à finalité écologique.

2. Bilan de ces mesures

a) Avantages

Elles permettent de régulariser le trafic, en lissant les vitesses. Les phénomènes d'accélération et de décélération qui amplifient les nuisances émises par les VP sont donc limités. Ainsi, le bruit, la pollution et la consommation de carburant sont moins importants quand la circulation se fait sans à-coups.

Le coût des aménagements est souvent largement compensé par les avantages procurés. C'est le cas en Grande Bretagne où, dans le cadre du programme "Urban Safety Project" les taux de rentabilité des aménagements de sécurité sont de 30 à 40% la première année. On estime par ailleurs, que la généralisation d'un tel programme permettrait de réduire de 5% par an le nombre d'accident et d'économiser ainsi 175 millions £⁷⁸.

En France, avec le programme "Ville plus sûre, quartiers sans accident", le bilan est largement positif puisque, sur 40 opérations, on constate une baisse de 60% du nombre d'accidents corporels ⁷⁹.

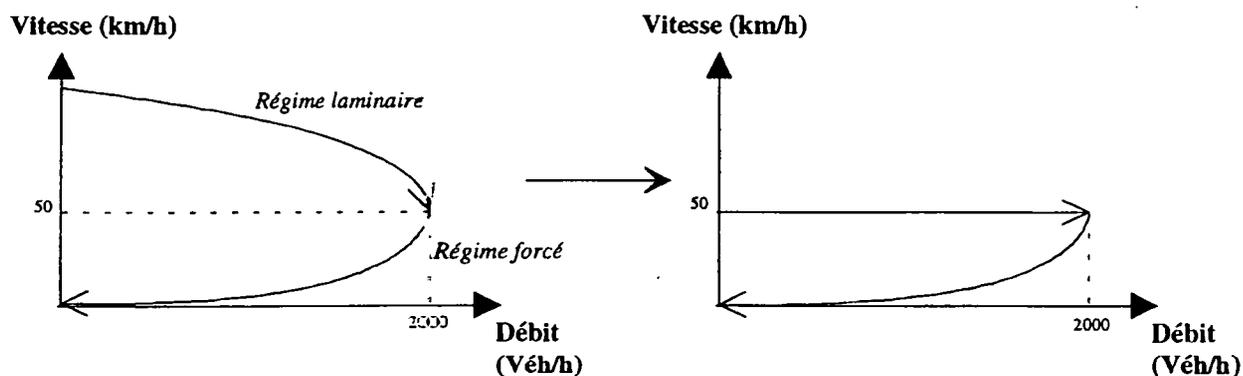
b) Des mesures inopérantes sur la congestion

L'abaissement de la vitesse maximale conduit à modifier la forme de la courbe débit-vitesse (figure 14.2). Tout d'abord, au fur et à mesure que la circulation augmente, la vitesse demeure fixe à 50 km/heure puisque les individus ne peuvent aller plus vite compte tenu de la configuration de la chaussée, mais le débit augmente jusqu'à atteindre son maximum. Au delà de ce point tout nouveau véhicule qui entre sur l'infrastructure crée de la congestion ce qui ralentit à la fois la vitesse moyenne pratiquée sur l'axe et le débit (situation qui correspond au régime forcé).

Figure 14 : Modification de la courbe débit-vitesse

14.1 : Courbe initiale

14.2 : Courbe après limitation de la vitesse à 50 km/h.

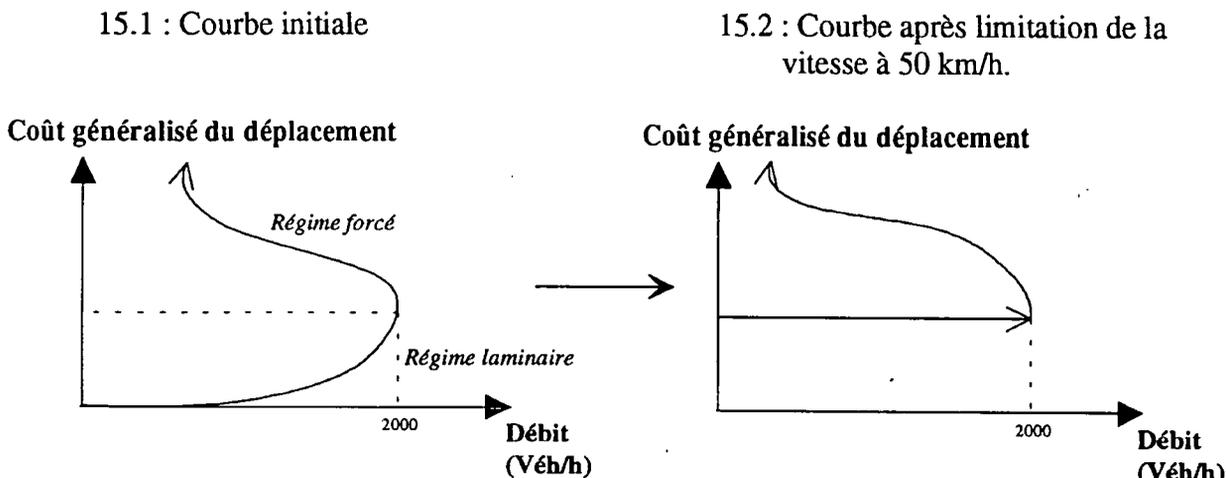


78. J.M. GAMBARD, M. BROCHE "La modération de la circulation en ville, enjeux et perspectives", TEC n°104, janvier-février 1991.

79. DAMPIERRE.

En passant maintenant à la représentation de la courbe coût généralisé-débit on obtient :

Figure 15 : Modification de la courbe de coût généralisé du déplacement - débit



La lecture de ces deux schémas nous permet de constater qu'avec la limitation de vitesse à 50 km/h, la situation ne se dégrade que pour les automobilistes qui circulent en dehors des heures de pointe (régime laminaire). En effet, avant la nouvelle réglementation et les aménagements qui l'accompagnent, ils pouvaient rouler vite et donc avec un coût généralisé du déplacement faible. Avec les nouvelles règles ils sont obligés de restreindre leur allure et leur temps de déplacement s'accroît. En revanche, ceux qui circulent en période de congestion (régime forcé) ne voient pas leur situation se modifier, la nouvelle réglementation ne change donc rien pour eux. Par conséquent, si cette mesure est équitable (tous les individus sont traités de la même manière), elle n'est pas optimale puisqu'elle ne permet pas de lutter contre la congestion et ne fait que pénaliser ceux qui sont peu producteurs d'effets externes (hormis l'insécurité).

D. Conclusion

Si les mesures de limitation de vitesses semblent de prime abord apporter une réponse efficace aux problèmes posés par la mobilité urbaine (elles permettent de réduire les nuisances liées à la circulation tout en maintenant la mobilité VP) elles ne sont cependant pas les meilleures. En effet, la limitation de vitesse ne permet pas de résoudre le problème de la congestion urbaine. Elle ne permet pas non plus de limiter le volume de véhicules en circulation (qu'il conviendrait pourtant de réduire pour abaisser le niveau de polluants émis). Il nous semble donc qu'une meilleure solution serait de privilégier le transfert modal. Ce transfert est d'ailleurs autorisé par une nouvelle répartition de l'espace de voirie (grâce aux moyens techniques vus précédemment) favorable aux TC, deux roues et marche à pied.

*S. Les moyens à mettre en oeuvre pour faire respecter ces mesures :
Synthèse*

Trois options sont envisageables lorsque l'on souhaite amener les individus à adopter le comportement désiré. La première consiste à les inciter à modifier leurs habitudes de conduite. Des campagnes d'information présentant les effets néfastes de l'automobile en milieu urbain pourraient ainsi être menées. Cependant, si ces mesures peuvent dans un premier temps connaître un certain succès, on s'aperçoit généralement qu'au bout de quelques jours ou de quelques semaines les effets de ces campagnes s'estompent et les automobilistes retrouvent leur ancien style de conduite. Un autre moyen d'action est l'utilisation de la répression, les forces de police veillant alors à ce que les conducteurs respectent les règles sous peine d'amendes ou de sanctions. Pour que la force de dissuasion de ces mesures répressives soit suffisante, il est souvent nécessaire d'augmenter les effectifs. La troisième option réside dans l'utilisation de moyens techniques d'aménagement de la voirie obligeant les automobilistes à observer le comportement voulu.

Si ces mesures peuvent avoir une certaine efficacité à réduire les atteintes de l'automobile sur son environnement, elles ne permettent cependant ni de lutter contre la congestion, ni de réduire le volume de la circulation qui sont pourtant des composants fondamentaux des effets externes de la circulation.

III. Encourager le transfert modal

Les mesures réglementaires ne peuvent pas se limiter à des restrictions de la circulation automobile mais doivent être accompagnées d'actions en faveur des autres modes de transport. En effet, pénaliser l'automobile sans proposer en contrepartie un mode alternatif serait enfreindre la Loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs (LOTI) qui stipule que tout usager a le droit de se déplacer "*dans des conditions raisonnables d'accès, de qualité, de prix ainsi que de coût pour la collectivité*". La marche à pied, les deux-roues et le système de transport collectif doivent donc être développés dans une logique de complémentarité avec l'utilisation de l'automobile. Il doivent prendre le relai de la circulation VP lorsque celle-ci est trop coûteuse pour la collectivité c'est-à-dire à certains endroits et à certaines heures. Dans cette perspective, nous présenterons successivement ici :

- l'intérêt de ces modes de transport,
- les facteurs qui en limitent actuellement l'importance,
- les mesures à mettre en oeuvre pour en privilégier l'utilisation.

A. Intérêt de ces modes pour la collectivité

Les modes alternatifs ou complémentaires de l'automobile présentent des avantages précieux pour la collectivité. D'une part, rappelons le, ils sont peu consommateurs d'espace : alors qu'une personne qui se déplace en VP utilise 8 m² (avec un taux d'occupation moyen de 1,25 voyageur par véhicule)⁸⁰, le piéton n'occupe que 0,3 m², le cycliste 1,5 m² et l'usager des autobus 1 m² (avec un taux d'occupation moyen de 30 personnes), ils contribuent donc à réduire la congestion. D'autre part, ces modes sont peu polluants (notamment les transports collectifs qui fonctionnent à l'électricité) et peu bruyants (au regard du nombre de personnes transportées). Par conséquent il nous semble qu'ils sont seuls capables -et principalement les transports collectifs- de résoudre les problèmes de congestion et de lutter contre les nuisances de la circulation.

En outre, si l'offre de transport public est développée parallèlement à la politique de modération de la circulation automobile, l'accessibilité ne devrait pas diminuer.

B. Des caractéristiques qui en pénalisent le développement

1. Les TC

Sept critères définissent la qualité de service des transports en commun :

- la régularité,
- le confort,
- la fréquence,
- la promotion et l'image,
- l'information,
- l'accès aux stations et l'aménagement des arrêts,
- la sécurité.

Dans l'opinion publique, quel que soit celui des sept critères considéré, les transports en commun sont plutôt mal notés. Une enquête réalisée à Paris⁸¹ montre que les principaux motifs de non utilisation des TC sont :

- la nécessité d'effectuer des déplacements secondaires (c'est-à-dire qui n'ont ni pour origine ni pour destination le domicile),
- leur lenteur.

80. Pierre MERLIN, *Les politiques de transport urbain* Op. Cit.

81. Yves ROBIN-PREVALLEE, "Le stationnement dans Paris : moyen de régulation de la circulation en Ile de France", *TEC* n°53-54, juillet, août, septembre, octobre 1982.

D'autre part, on estime que seulement 25% des automobilistes⁸² pourraient prendre les TC dans des conditions satisfaisantes c'est-à-dire avec des arrêts proches des lieux d'origine et de destination et une ligne directe. La plupart du temps, des correspondances sont nécessaires. Elles alourdissent d'autant le coût généralisé du déplacement en TC. Ceci explique pourquoi on estime que, pour réaliser un même déplacement, il faut en moyenne 2 fois plus de temps en TC qu'en VP. Les temps d'arrêt et de correspondance contribuent donc tout particulièrement à la mauvaise image des transports collectifs, c'est sur ce point que des efforts doivent porter si l'on veut en favoriser l'utilisation.

En outre, même si des moyens tels que le métro ou le tramway assurent un service rapide et de qualité, l'automobiliste n'observe que la situation des transports en commun de surface -type autobus. Or, ces derniers sont souvent eux aussi englués dans les embouteillages. Alors, pourquoi prendre les TCU qui, de surcroît, s'arrêtent aux arrêts ?

2. Les deux-roues

Ils sont victimes de leur mauvaise image en termes de sécurité et des difficiles conditions de circulation qui les caractérisent. Pourtant cette situation n'est pas irréversible. on observe en effet que lorsque des efforts sont faits pour inverser ces deux tendances leur usage se développe. C'est le cas par exemple en Allemagne dans les zones 30 ou en Italie dans les centres interdits à l'automobile.

C. Mesures à mettre en oeuvre pour en privilégier l'utilisation

Il découle des commentaires précédents que c'est une véritable "opération de séduction" auprès du public qu'il faut mener pour rompre la mauvaise image des TC⁸³. Diverses actions doivent être engagées pour offrir d'une part l'alternative la plus fiable et la plus crédible possible aux individus contraints et, d'autre part, encourager le transfert modal vers les transports collectifs mieux adaptés au milieu urbain que l'automobile. Cependant, nous montrerons que de simples mesures de développement et d'amélioration de l'offre ne sont pas suffisantes pour attirer vers les TC une clientèle nouvelle d'anciens automobilistes. L'action de l'Etat est également une nécessité absolue. Elle seule pourra, par le biais de contraintes à l'utilisation de la VP et d'incitations à l'utilisation des TC, renverser les tendances actuelles au développement de l'usage de l'automobile.

82. Jean-Pierre ORFEUIL, "La dynamique de la mobilité quotidienne et l'évolution des réponses techniques et institutionnelles", *Transport* n°347, mai-juin 1991.

83. pour la suite de cette partie nous nous intéresserons essentiellement à ce mode qui nous semble être le mieux à même de remplacer l'automobile lorsque son usage est interdit. La marche et les deux roues étant quant à eux limités à des trajets courts et à des conditions climatiques favorables.

I. Améliorer l'offre de transport collectif

Dans un premier temps, nous nous intéresserons uniquement à la qualité de service, à l'image des TC avant de traiter, dans un second temps des mesures concernant le développement et la gestion du réseau de transport en commun.

a) Revaloriser l'image des TC

Il s'agit avant tout de lutter contre les préjugés des individus. Bien des personnes ne prennent pas les transports en commun à cause d'un sentiment d'insécurité ressenti notamment dans les couloirs de métro. C'est pourquoi, à Los Angeles, un effort particulier a porté sur la mise en place de mesures "sécurisantes" sur le nouveau métro. On peut citer entre autres l'installation de dispositifs d'alarme à bord des rames pour permettre aux voyageurs d'aviser le Poste de Commandes Central de tout incident et de faire intervenir la police ou les pompiers.

Pour être efficace, "l'opération de séduction" ne doit pas se contenter de déclarations de bonnes intentions. Elle doit se traduire concrètement au niveau du réseau et de la desserte. Il est nécessaire que les transports collectifs concernent un maximum d'individus et répondent au maximum de besoins pour gommer des sentiments du type : "les transports en commun ? Oui c'est bien, mais pas pour moi". En effet, lorsque l'on demande aux français pourquoi ils ne prennent pas les transports collectifs, près de la moitié ne sait pas l'expliquer⁸⁴. L'enjeu se situe donc au niveau des sentiments, des "croyances populaires". "On" pense que les TC ne sont pas adaptés aux besoins de déplacement que l'"on" a, alors que bien souvent les individus ne connaissent même pas les lignes qui les desservent, ni leur nombre, ni combien de temps ils mettraient en transports en commun pour atteindre une destination donnée. Par ailleurs, 61% des français (Sondage SOFRES) pensent que la voiture sera toujours mieux adaptée que les transports collectifs. Face à cela, il est urgent de ne pas baisser les bras et de mettre en oeuvre des mesures pour :

- attirer l'attention des individus sur les TCU et leur faire connaître le réseau (par le biais d'abonnements gratuits par exemple [voir annexe n°5]),
- ne pas les décevoir quand enfin ils les utilisent.

Pour ce qui est du premier volet, il semble que l'on soit sur le bon chemin. De fait, face à la croissance des externalités négatives dues à la circulation automobile, la majorité des individus pense que les TC représentent la meilleure solution. Le fait que, de plus, une bonne part de la population estime que la voiture "sera toujours mieux que les transports collectifs" n'est pas antinomique. Le "décalage" entre les intérêts individuels et l'intérêt collectif est à l'origine de ce raisonnement. C'est pourquoi il nous paraît important, dans le cadre de mesures réglementaires pour réguler la congestion et les externalités négatives de la circulation automobile, d'agir sur la qualité du réseau TCU. L'objectif est de faire prendre conscience aux individus que, pour un certain nombre d'usages, en certains endroits de la ville, à des heures données, les transports collectifs sont non seulement plus avantageux pour la collectivité mais aussi tout à fait capables de répondre de façon satisfaisante à leurs besoins individuels de déplacements.

84. Robert VIENNET, "L'europe des embouteillages", *Transport Public*, 10/91, pp.14-16.

b) Développer le réseau

Nous nous intéresserons tout d'abord à la circulation des transports en commun, puis à la desserte du réseau. Notre objet n'est pas de traiter du système des transports publics, il ne s'agit ici que de présenter quelques exemples d'actions pouvant s'insérer dans un programme de mesures réglementaires pour résorber les externalités négatives de la circulation. Nous aurons toujours à l'esprit que le but poursuivi est de revaloriser les transports collectifs auprès du public et d'en faire une alternative satisfaisante et crédible au mode de transport individuel. Dans ce but nous présenterons trois champs d'actions possibles :

- la circulation des TCU,
- les abonnements,
- la desserte du réseau.

1. La circulation des TC

1.1 Le réseau de surface

Les transports en commun de surface sont sans doute ceux qui possèdent la plus mauvaise image. Ils sont en contact permanent avec la circulation des autres véhicules et en subissent donc toutes les conséquences, notamment celle d'être pris dans les embouteillages lorsqu'il s'en produit. C'est ce réseau de surface que les automobilistes observent et voient circuler au moins aussi lentement qu'eux aux heures de pointe. L'individu se forge une idée générale de la circulation des TCU à partir de ce constat.

Le moyen le plus simple d'améliorer la vitesse commerciale des bus est de les empêcher d'être pris dans la congestion c'est-à-dire de les protéger en leur réservant des voies (couloirs de bus) ou en leur donnant la priorité sur les autres trafics. On estime ainsi que la priorité au feu peut permettre de faire gagner 25% du temps de trajet⁸⁵.

Ces mesures sont beaucoup moins coûteuses que la création de sites propres et, en favorisant une amélioration de la vitesse commerciale des TC, elles sont doublement intéressantes pour les sociétés exploitantes des réseaux. D'une part elles peuvent permettre d'attirer une clientèle nouvelle vers les transports collectifs. D'autre part, les gains de vitesses réalisés autorisent une baisse des coûts d'exploitation. Ainsi, d'après le SYTRAL (Schéma directeur des priorités aux TC, SYTRAL, 1990)⁸⁶ une variation de la vitesse commerciale sur le réseau lyonnais a un impact de 35 millions de francs sur son budget.

85. ADTS, CETUR, IBSR, La Sécurité Routière, *La rue un espace à mieux partager*, 1990.

86. Cité par Christophe BECKERICH, *Les usages de l'espace public...* Op. Cit.

Néanmoins, encore faut-il une politique volontariste pour que ces mesures soient mises en oeuvre, c'est-à-dire que les autorités fassent un choix en matière d'espace au profit des transports collectifs. Ce n'est pas toujours le cas. Par exemple, la philosophie des années 60 a été certes de réserver une part de la voirie aux transports publics, mais à condition de ne pas altérer la circulation des voitures. Ce raisonnement résume la philosophie de la politique de transport en France qui est à la fois de développer les TC et de permettre des déplacements aisés en véhicules particuliers. La LOTI le confirme : *"liberté de se déplacer et d'en choisir le mode"*. C'est au nom de ce principe que les villes françaises dans leur ensemble n'ont pas adopté d'interdictions de circuler envers l'automobile ni de mesures contraignantes. Une telle démarche peut, en définitive, favoriser l'usage de la voiture au détriment des autres modes (voir première partie, section 2), les individus ne sont alors pas prêts d'abandonner l'automobile. Adopter une telle politique semble omettre que le transfert modal n'est pas naturel, or les investissements ne peuvent être couverts par des recettes s'il n'y a pas de transfert modal.

A l'inverse, la position suisse est très ferme en matière de circulation des TC. Le partage de la voirie dans ce pays est totalement favorable au transport public urbain, aux piétons et aux deux roues. **Seul l'espace restant** est attribué à la VP. Concrètement, on procède à une limitation des voies réservées à la voiture et à une baisse de la capacité accordée à la circulation automobile aux carrefours. D'autre part, les autorités estiment important de protéger physiquement les couloirs réservés aux transports collectifs sur la voie publique sinon la circulation automobile fera d'elle même en sorte que cet espace lui revienne. En effet, lorsque les couloirs de bus ne sont pas délimités par des barrières physiques, compte tenu de la rareté de l'espace en ville, dès que des difficultés de circulation apparaissent, les voitures s'approprient cette partie de l'espace public, soit pour circuler, soit pour stationner. Cette attitude rend les couloirs de bus totalement inefficaces et augmente les conflits d'usage. Dès lors qu'il s'agit de mesures réglementaires, en l'absence de contrôle ou de barrière physique, quand l'avantage individuel retiré de l'infraction est supérieur à celui obtenu en respectant les normes, les règlements sont bafoués (même si pour la collectivité, cela va créer des externalités négatives).

1.2 Investir dans les transports en commun en site propre (TCSP)

Un moyen d'accroître la vitesse commerciale et les fréquences des transports en commun est de les déconnecter de la circulation. Lorsque c'est possible (milieu dense pour pouvoir massifier les flux), les villes se dotent de métros (grandes agglomérations), ou de tramway (villes moyennes). On regroupe couramment ces types de transports en commun sous le terme de TCSP.

Dès 1966 au cours du V^o plan, le Commissariat Général au Plan préconisait "d'étudier des solutions pour augmenter la vitesse des TC (voies réservées)" car "l'augmentation des investissements en TCU ne devrait pas suffire à résoudre les problèmes de circulation". Pourtant, les TC en site protégé ne se sont développés en France qu'à partir des années 70 (avec le VI^{ème} Plan) et notamment sous la forme de métros et tramways. Ainsi, le VI^{ème} Plan considérait comme un "objectif prioritaire l'achèvement du RER est-ouest" à Paris et la création de TCSP à Lyon et Marseille. Il encourageait "l'expérimentation de nouveaux systèmes de TC" dans certaines agglomérations. Cet élan en faveur des TC se poursuit encore au cours du VII^{ème} Plan (1976-1980) qui déclare qu'il faut "favoriser l'essor des TC dans la capitale et mener une politique plus favorable aux TC".

Cette politique d'incitation à la création de TCSP a porté ses fruits : alors qu'en province la longueur totale des lignes de métro et de tramway n'était que de⁸⁷ :

- 26 kilomètres en 1973 (tramways de Lille, Marseille, Saint-Etienne),
- 95 kilomètres en 1988,
- 123 kilomètres en 1991,
- les prévisions pour l'an 2000 sont de plus de 300 kilomètres.

On constate qu'aujourd'hui encore le développement des TC est prioritaire en ville. Ainsi, le Ministre des Transports a négocié avec le Ministre du Budget "La mise en place d'une dotation budgétaire de 2 000 millions de francs pour 1989-1993 pour l'attribution de subventions à la réalisation des opérations de TCSP"⁸⁸.

La création de ces TCSP a un impact très favorable sur la fréquentation des TC. Après l'ouverture des métros ou tramways on constate partout une augmentation du nombre de voyages réalisés sur ces lignes (de plus de 30%). En outre, ces réseaux protégés sont ceux sur lesquels s'effectuent la plus grande partie du trafic. Ainsi, à Lyon et Marseille les métros assurent 1/3 du trafic total en TC, et à Lille 47%. Ce phénomène résulte du fait que les sites propres sont souvent créés en remplacement de lignes existantes à fort trafic c'est-à-dire sur les axes qui étaient déjà les plus chargés. De plus, du fait de leur isolement de la circulation automobile (et par conséquent de la congestion) leur vitesse commerciale peut se maintenir à un niveau satisfaisant -20 à 30 kilomètres par heure selon les réseaux- donc attractif.

Le trafic supplémentaire qu'on peut observer sur les lignes protégées n'est pourtant pas tant le fait d'une augmentation de la clientèle que d'une augmentation de la mobilité. Certes, il est vrai que la création d'un TCSP attire une clientèle nouvelle. C'est souvent une clientèle induite car elle correspond à des individus qui n'auraient pas pris les TC si cette infrastructure n'avait pas été créée. Cependant, un facteur important de l'augmentation du trafic est l'accroissement de la mobilité de la clientèle originelle des TC. En effet, comme le temps de déplacement diminue grâce au TCSP, les usagers peuvent faire davantage de voyages.

87. Source : Jacques LESNE, *Eléments de réflexion sur la mise en service de TCSP dans les agglomérations de province*, 1992.

88. Ibidem.

Dans la situation actuelle, malgré l'amélioration du service, le transfert modal VP-TC est très faible. Toutefois, si à terme la circulation VP est pénalisée, on peut penser que l'introduction de TCSP pourra attirer une clientèle autrefois utilisatrice de l'automobile.

1.3 Gérer les points de rencontre VP-TC en faveur du mode collectif

Les points de rencontre VP-TC sont souvent lieux de frictions. Différents systèmes permettent aux sociétés exploitantes de gérer de façon optimale la circulation en fonction des choix ou des priorités qu'elle se donne.

- Les techniques d'information et de guidage des conducteurs permettent de les avertir, en temps réel, d'éventuels incidents sur le parcours.

- Les systèmes de gestion des feux, plus généralement des intersections. Gérer les feux est fondamental car ils permettent de stocker, libérer, et hiérarchiser les flux en fonction des priorités. La régulation des feux peut être commandée des véhicules. Le système permet également de mettre en place des carrefours où les transports en commun sont toujours prioritaires. Le tramway de Grenoble est ainsi prioritaire aux intersections sur les autres flux. Le principe appliqué à Grenoble et dans d'autres villes pour l'ensemble des TC est le suivant : la priorité absolue est accordée au tramway et aux bus quand l'équilibre général n'est pas perturbé. Ainsi, les files de voitures en attente aux feux se font-elles dépasser par les transports collectifs ! L'objectif est d'accroître la vitesse de commerciale et de réduire les temps de parcours, comme à Grenoble, mais aussi et c'est important, de créer un choc psychologique en faveur des TC auprès des automobilistes qui se feront doubler par ces derniers.

- Des Systèmes d'Aide à l'Exploitation et à l'Information (SAE-SAI) sont des systèmes intégrés de gestion de la circulation. Ils intègrent souvent les deux premiers procédés puisqu'ils peuvent comporter différents sous-systèmes tels que :

- * la régulation des feux,
- * le monitoring des TCU,
- * l'information en temps réel aux conducteurs et aux usagers VP et TC,
- * la gestion des parkings...

2. Les abonnements

Le système d'abonnement à vue permet à celui qui l'achète de faire autant de voyages qu'il le souhaite sur le réseau TC et ce durant une période limitée (à Lyon : un mois calendaire). Ce type d'abonnement a pour objectif de fidéliser la clientèle, de l'inciter à réaliser ses déplacements en TC. Il a été introduit à Paris en 1975 : c'est la carte orange.

Il existe une relation forte entre le fait d'être abonné et l'utilisation des TC. En effet, les abonnés réalisent :

- 48% de leurs déplacements en TC⁸⁹,
- 3% en 2 roues,
- 20% en VP.

D'ailleurs à Paris, un an après la création de la carte orange, on évaluait le trafic induit par cet abonnement sur les différents réseaux à :

- + 3% pour le métro,
- + 5% pour le RER,
- + 43% pour les bus RATP à Paris,
- + 14% pour les bus RATP de banlieue.

Cependant, on ne peut pas désigner de façon catégorique le sens de cette relation :

- est ce que l'on réalise plus de déplacements en TC parce que l'on s'abonne ? Dans ce cas la hausse du trafic pourrait s'expliquer par la nécessité pour l'usager de rentabiliser au maximum son abonnement⁹⁰ ce qui l'incite à transférer certains déplacements vers ce mode. Cette version permettrait de comprendre pourquoi, depuis l'introduction des abonnements à vue, des déplacements auparavant réalisés à pied le sont désormais en TC (voir exemple lyonnais dans le préambule).

- ou bien est ce que c'est parce que l'individu a besoin de beaucoup se déplacer qu'il s'abonne ?

Les deux explications nous semblent complémentaires. Les individus qui se déplacent beaucoup en transports collectifs ont intérêt à s'abonner, en outre comme l'abonnement leur permet de faire un nombre de déplacements illimités en TC, ils les utilisent chaque fois qu'ils ont à se rendre d'un point à un autre et par conséquent ils se déplacent encore plus en TC.

On voit donc l'intérêt que représente ce type d'abonnement pour les réseaux TC :

- le réseau est plus utilisé,
- les manipulations d'argent dans le bus sont limitées puisque l'abonnement est acheté aux guichets des dépositaires de la société exploitante.

89. Source : INRETS, *Un milliard de déplacements par semaine, la mobilité des français*, 1989.

90. En effet, comme l'abonnement prend la forme d'un forfait permettant de réaliser un nombre de voyages illimité pendant une période déterminée, le coût marginal du déplacement est nul. Une fois l'abonnement payé, les déplacements ne coûtent rien à l'usager. Par conséquent, le coût moyen du déplacement est constamment décroissant. Au delà d'un certain nombre de voyages il devient inférieur au prix d'un ticket à l'unité. C'est à partir de ce moment-là qu'il commence à devenir rentable pour celui qui l'utilise (car il réalise des économies par rapport à une situation où l'abonnement n'existerait pas). Par conséquent, l'usager qui acquiert un abonnement a intérêt à faire le plus de voyages possibles en TC afin de minimiser le coût moyen de ses déplacements.

Etant donné que, grâce à l'abonnement, l'individu se déplace pour un coût moyen de plus en plus faible, on peut dire que ces abonnements constituent un moyen important d'incitation à l'utilisation des TC. Dans un contexte de circulation VP difficile et de développement de l'offre TC en quantité et en qualité, ils permettraient sans doute -en abaissant le coût privé du déplacement en TC- d'en encourager fortement l'utilisation.

3. *Etendre le réseau TC aux zones peu denses*

Des agglomérations ont eu l'idée de faire appel aux taxis pour la desserte des zones "à demande diffuse ou à demande faible mais concentrée"⁹¹. Différents systèmes ont été appliqués avec, dans l'ensemble, des résultats fructueux [voir annexe n°5]. Ces opérations montrent que la desserte de qualité des zones peu denses par le réseau TCU est possible. De plus, elles présentent l'avantage d'être économiques.

En dehors de ces mesures de développement de complémentarités entre les bus et les taxis, les techniciens étudient des possibilités de créer des TCSP moins lourds que les métros afin de pouvoir les mettre en place dans les zones périphériques ou les villes moyennes. Ainsi, l'INRETS, en collaboration avec le CRESTA et la SEMALY-METRAM planche sur des systèmes nouveaux tels VULCAIN (Voie Unique pour Ligne Complémentaire à Automatisation INTégral)⁹². Il s'agit d'un système à conduite automatique avec ou sans chauffeur, assurant un service omnibus qui fonctionne en voie unique avec le croisement de rails en station.

2. Actions réglementaires pour un transfert modal

L'intervention des collectivités territoriales doit absolument accompagner ces mesures car le report du mode individuel vers le mode collectif n'est pas naturel. L'élasticité prix-utilisation des TC est très faible. Même en cas de gratuité des transports en commun, il n'y a pas pour autant un transfert massif vers ce mode [voir annexe n°5]. Des politiques restrictives doivent donc être menées à l'encontre de l'automobile pour favoriser un transfert modal. Ainsi, la modération de la circulation en ville doit-elle permettre un meilleur équilibre entre les modes grâce à un meilleur partage de l'espace public. L'espace libéré par les voitures pourra en effet être redistribué aux autres modes :

- la marche : trottoirs plus larges,
- les 2 roues : création de pistes cyclables,
- les transports collectifs sous la forme de couloirs réservés notamment.

L'efficacité de ces mesures pourra être évaluée à travers l'importance du transfert modal qu'elles suscitent.

91. Lionel CLEMENT. Quelle place pour le taxi dans le système des transports urbains ? Communication lors de la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports : Lyon du 29 juin au 3 juillet 1992. 12 p.

92. KUHN (F.), MARX (P.) et USTER (G.). Intérêt et faisabilité du mode d'exploitation en voie unique pour des systèmes de transport en site propre dans les villes moyennes. Communication lors de la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports : Lyon, du 29 juin au 3 juillet 1992. 12 p.

L'Etat pourrait également considérer les TC comme des biens méritoires et en encourager l'utilisation. Cette préférence tutélaire serait justifiée par les caractéristiques positives de ces modes en matière de préservation de l'environnement et pourrait se référer à l'article 3 de la LOTI qui stipule que "*la politique globale des transports de personnes et de marchandises assure le développement harmonieux et complémentaire des divers modes de transport individuels et collectifs en tenant compte (...) de la protection de l'environnement*".

Des mesures réglementaires doivent être mises en oeuvre pour dissuader l'usage de l'automobile et permettre un report vers d'autres modes moins coûteux socialement. La pratique de la modération de la circulation nous semble la plus performante puisqu'elle produit deux effets qui se renforcent. D'une part, en contraignant l'usage de la VP, elle encourage le transfert modal. D'autre part, elle permet de libérer de l'espace pour les autres modes qui peuvent alors mieux circuler ce qui renforce encore leur attractivité. Cependant, ces mesures réglementaires doivent être limitées spatialement et temporellement. Il ne s'agit pas en effet de remettre en cause les avantages spécifiques de la VP. Dans les zones peu denses ou en dehors des heures de pointe, le coût social de l'automobile est faible, y imposer la consommation de TC serait extrêmement coûteux pour la collectivité (nécessité de maintenir une offre de transport public malgré la faiblesse de la demande) et générerait une perte sociale car des déplacements seront dissuadés par la présence de la réglementation. Un arbitrage doit donc être réalisé pour déterminer quand la circulation automobile doit être pénalisée et orientée vers les TC et quand de telles mesures ne sont pas nécessaires.

S. Encourager le transfert modal : Synthèse

A l'inverse de l'automobile, la marche, les deux-roues et les transports en commun sont des modes de déplacement peu coûteux socialement. Ils pourraient donc être utilisés pour remplacer la circulation VP dans les centres urbains et sur les axes touchés par la congestion. Actuellement leur utilisation est limitée car ils présentent un coût généralisé important pour les individus (déplacement moins rapide, plus pénible...). Il convient alors d'agir à la baisse de ce coût privé principalement par une modification du partage de l'espace en faveur de ces modes. Concernant plus particulièrement les transports collectifs, des couloirs de bus ou des TCSP pourraient être construits afin d'améliorer leur vitesse commerciale. Une action importante pour revaloriser et faire connaître les TC devrait également être mise en oeuvre. Quoiqu'il en soit, des mesures autoritaires seront nécessaires pour imposer l'utilisation de ces modes où et quand la circulation VP est trop coûteuse pour la collectivité.

CONCLUSION

Au terme de cette étude, le lecteur aura peut-être été surpris par l'absence de développements spécifiques sur la question de l'effet de serre. En fait, ce dernier, s'il n'est pas explicitement présent, peut être aisément réintroduit dans le raisonnement dans la mesure où il conduit à une alternative que nous détaillons ci-dessous : inflexion ou rupture ?

Si nous ne sommes pas rentrés dans les détails des recherches sur l'effet de serre, c'est que celles-ci ne relèvent pas de l'économiste. Ce dernier se contente de tenir compte de ce que d'autres scientifiques lui disent sur les dommages potentiellement liés au réchauffement de la planète qui pourrait découler d'une émission accrue ou maintenue de CO₂. Ces dommages, dans notre analyse, se présentent comme un effet externe parmi d'autres et s'inscrivent à ce titre dans la problématique évaluation-internalisation. Comme notre objectif était de présenter les détails de cette dernière, la question de l'effet de serre n'est qu'un élément de notre schéma d'ensemble. Néanmoins, compte tenu de son importance et de l'irréversibilité qui lui est attachée, la question de l'effet de serre souligne plus encore qu'en matière de déplacement urbain, on se trouve devant une obligation d'infléchir les tendances actuelles. Cette inflexion sera plus ou moins sensible et si elle devient très sensible, on peut se demander si on n'aura pas alors affaire à une rupture, à une discontinuité dans les grandes tendances constatées depuis un demi-siècle au moins en matière de transports urbains.

Comme nous l'avons montré dans la première partie de cette étude, la notion de préférence pour la congestion, envers de la préférence pour la VP, résume la tendance de long terme. Dans la seconde partie, une ou plutôt plusieurs évaluations des externalités négatives liées à cette tendance ont été présentées. Mais on n'oubliera pas que des effets positifs sont aussi à prendre en compte qui expliquent l'ambiguïté de la situation. Comme il a été dit dans la troisième partie lorsqu'il s'est agi d'évaluer, dans le cas lyonnais, la différence éventuelle entre la tarification supportée par les automobilistes et les coûts externes qu'ils engendrent, nous nous sommes aperçus que la distinction est délicate entre pollueur et pollué.

Concrètement, en termes de politique d'aménagement urbain, cela signifie que les préférences collectives sont difficiles à cerner et que l'économiste ne peut pas prétendre détenir la solution. Mais il n'est pas pour autant réduit à constater les dérives du système sous forme d'accentuation du couple péri-urbanisation/congestion. Par ses évaluations et ses propositions, il contribue, c'est notre ambition, à faire émerger les préférences collectives. C'est pourquoi nous n'avons pas proposé une seule mesure des coûts et un seul type d'internalisation mais une palette de scénarios qui s'échelonnent de la simple inflexion à la rupture. Nous allons ci-dessous rappeler pourquoi en matière d'internalisation une différence de degré dans la méthode équivaut à une différence de nature dans les choix collectifs.

La question de l'internalisation, pour un économiste, se décline en termes de tarification. Or, en France, la question de la tarification des infrastructures de transport se résume souvent au débat Equilibre budgétaire/Coût marginal social. Comme il a été expliqué dans le Rapport de l'Atelier sur les orientations stratégiques des transports à moyen terme¹, cette façon de poser le problème revient à préciser quel type de coût on répercute sur l'utilisateur : coût d'infrastructure, coût d'exploitation, coût externe ?

A cette première question simple mais cruciale (Quoi ?) on peut en ajouter une seconde tout aussi simple : Comment ? Par quel moyen conduit-on l'utilisateur et/ou le contribuable à financer tout ou partie des différents coûts ? Cette façon de poser le problème révèle qu'il existe des moyens plus ou moins efficaces pour sensibiliser l'utilisateur des transports, et notamment des transports urbains, aux coûts qu'il engendre pour la collectivité.

Si l'on croise les deux questions ci-dessus (Quoi et Comment), c'est-à-dire la typologie des coûts en lignes d'une part et la typologie des financements en colonnes d'autre part, on obtient un tableau à double entrée qui se présente comme ci-dessous.

Coûts	Financement	Impôt	Forfait		Taxe variable (ex : TIPP)	Péage
			Fixe	Proportionnel		
Infrastructures						
Exploitation						
Externes						
Congestion						
Transferts, dont						
Aménagement du territoire						

Dans la typologie des coûts, nous avons distingué les coûts externes du coût de congestion dont on peut se demander s'il n'est pas plutôt un coût interne. Dans les deux cas, il est vrai que la tarification propose des solutions, mais il faut distinguer :

- l'internalisation des coûts externes proprement dits (pollution, bruit...) par les méthodes habituelles (réglementation, principe pollueur payeur),
- la lutte contre la congestion par une tarification dont le but est à la fois d'exclure une partie des usagers et de trouver des moyens de financement pour développer de nouvelles infrastructures, ou d'autres modes de transport, ce qui nous ramène à la première ligne du tableau.

Par ailleurs, dans la partie basse du tableau, nous avons ajouté un type de coût particulier qui nous rappelle que les problèmes de financement s'inscrivent dans une logique intermodale où existent de fait des transferts entre les diverses catégories d'utilisateurs. On fera remarquer que cette logique de transfert est déjà implicitement présente dans la première colonne du tableau : le financement des infrastructures par un impôt général n'est en fait rien d'autre qu'une forme implicite de péréquation. La dernière

1. Commissariat Général au Plan, *Transports : pour une cohérence stratégique*. Atelier sur les orientations stratégiques de la politique des transports et leurs implications à moyen terme. Septembre 1993, Page 38

ligne de notre tableau souligne que cette forme peut être explicite comme le révèle le système en vigueur en France pour les autoroutes.

La mise en évidence de la péréquation implicite ou explicite entre les usagers permet de comprendre que la tendance générale de la tarification en France et en Europe est plutôt à la déperéquation. Pour des raisons principalement budgétaires (débudgétisation), mais aussi pour que la tarification joue un véritable rôle économique (orientation de la demande), on voit se manifester une tendance à la déperéquation qui dans notre tableau se manifeste par un glissement vers la droite :

Parler de déperéquation revient à ajouter une troisième question aux deux qui ont été ci-dessus présentées : après Quoi ? et Comment ? Qui ? Qui doit payer ?

Lorsque l'on se demande quel type de tarification on doit choisir, notamment en zone urbaine, on peut d'abord se demander ce que l'on cherche.

— Si l'on veut maximiser le surplus du consommateur, on retombe dans le schéma présenté depuis longtemps par Jules Dupuit : gratuité et financement par un impôt le plus général possible². Cela bien sûr sous réserve que le coût de production n'excède pas le surplus du consommateur dérivé de la demande potentielle. Le problème en zone urbaine, c'est que cette méthode ne propose que de prolonger la course entre l'offre et la demande de déplacements VP, en ignorant les effets externes.

— Si l'on cherche d'abord à financer les budgets qui supportent les charges, diverses méthodes sont envisageables. Le péage apparaît comme assez adapté, mais il limite l'usage. C'est pourquoi on peut préférer un paiement forfaitaire du type vignette ou abonnement. Cette dernière méthode a l'inconvénient de rendre nul ou très faible le coût marginal ressenti par l'utilisateur puisque le forfait est payé une fois pour toutes. C'est un type de tarif binôme qui pousse à la consommation et donc au développement des nuisances.

— Donc, si pour des raisons de protection de l'environnement par exemple, on cherche à limiter le nombre déplacements, alors le système forfaitaire est inadapté et il faut lui substituer une tarification exactement proportionnelle à la contribution aux effets externes négatifs. Dans cette perspective, la TIPP est bien entendu la plus recommandée quand il s'agit d'effets externes relativement généraux. S'il s'agit d'effets locaux, il faut préférer un paiement adapté du type péage.

En toute logique, si l'on voulait atteindre à la fois tous les objectifs indiqués ci-dessus : maximiser le surplus du consommateur, mais aussi trouver des financements, orienter la demande quand la congestion se présente et dans certains cas effectuer des transferts, on pourrait combiner les différentes méthodes en recourant à la quasi-diagonale de la partie haute de notre grille de lecture.

2. Voir la présentation in Maurice Allais, *Théorie générale des surplus*, PUG 1989, pages 159-197

Coûts	Financement	Impôt	Forfait		Taxe variable (ex : TIPP)	Péage
			Fixe	Proportionnel		
Infrastructures Exploitation Externes Congestion		XXXX		XXXX	XXX XXXXX	XXXX
Transferts, dont Aménagement du territoire		XXXX	XXX	XXXX	XXXXX	XXXX

Les principes qui fondent le recours à la quasi-diagonale sont simples :

— financement par l'impôt des infrastructures de transport non saturées (principe du Coût marginal social), c'est le signe de l'unité nationale et de l'égalité des usagers devant le service public ;

— financement forfaitaire des dépenses d'entretien et d'exploitation de ces infrastructures afin de ne pas limiter l'usage des l'infrastructure. Un paiement variable par une part de la TIPP est toutefois envisageable.

— financement des coûts externes (pollution, bruit, insécurité...) par une taxe variable adaptée aux évaluations disponibles ;

— imputation des coûts de congestion par des taxes spécifiques du type péage. Le péage est ici plus adapté que la TIPP car la croissance des coûts de congestion peut être exponentielle. Pour y remédier de nouvelles infrastructures locales sont nécessaires et la TIPP ne peut que très difficilement être un impôt local comme semblaient le croire quelques maires de grandes villes.

A première vue, nous sommes dans une logique de continuité entre les différents types de tarification. En réalité, il suffit de regarder les évaluations proposées dans la troisième partie pour la région lyonnaise pour se rendre compte que nous sommes en fait dans une logique de rupture.

Si on s'intéresse par exemple à la sous-tarification en heure de pointe, manifeste pour toutes les hypothèses que nous avons présentées, minimaliste ou « suédoise », on se rend compte que les changements tarifaires qui découlent de nos évaluations sont très importants. Ainsi dans le cas d'une hypothèse minimale, le coût externe par véhicule-kilomètre en heure de pointe est de plus de 55 centimes. Dans le même temps, on s'aperçoit que le seul paiement non forfaitaire, c'est-à-dire adapté à ce type de situation, est la TIPP. Pour un véhicule utilisant le super plombé et consommant 7 litres aux 100 kilomètres, le paiement dépasse à peine les 21 centimes au véhicule-kilomètre. Faut-il doubler, voire tripler la TIPP en zone urbaine ? Ou, pour éviter les effets pervers évidents d'une telle mesure, mettre en place un péage qui mettra tous les véhicules sur un même plan, quel que soit le carburant utilisé ? Une réponse positive sera difficile à faire accepter à l'utilisateur, surtout si on applique l'hypothèse « suédoise » ou « européenne » où en heure de pointe, le coût externe au véhicule-kilomètre est proche de 1 franc.

Les cas où l'on a réussi à faire accepter ce type de paiement correspondent aux situations où dans le même temps, on a développé les infrastructures de transport (pont ou tunnel). C'est alors que l'on peut s'interroger sur la solution tarifaire et lui opposer ou lui adjoindre la solution réglementaire, notamment certaines interdictions de circulation ou une réduction drastique du débit et de la vitesse.

La tarification peut dans certains cas ne pas être le meilleur moyen d'infléchir les comportements. En zone urbaine, la mise en place d'un péage risque de se traduire par un développement des émissions de CO₂. En effet, dans le cas de congestion, envisager un péage correspondant au coût de développement de nouvelles infrastructures conduit pratiquement à affecter les ressources au développement de la mobilité VP, et singulièrement aux sociétés privées qui réalisent les ouvrages destinés à lutter contre la congestion³. Encore une fois, si les effets externes liés à la circulation automobile sont de faible importance ou internalisables par des progrès techniques propices à l'évitement (du type pot catalytique), ce type de choix ne pose pas de problème. Mais si on se trouve dans le cas contraire, d'autres mesures doivent être envisagées.

- D'une part en cas de mise en place d'un péage, prévoir explicitement le transfert d'une partie non négligeable des fonds recueillis pour l'amélioration des Transports en commun, c'est une des conclusions fondamentales de notre étude. Réfléchir sur la tarification suppose que l'on intègre à l'analyse des transferts entre modes de transport, ainsi que le suggère la grille ci-dessus.

- D'autre part, de façon complémentaire ou substituable au péage selon les cas, envisager des réglementations plus strictes pouvant aller dans certaines zones de l'interdiction pure et simple de la circulation à la réduction de la dimension des voies pour dissuader l'usage de la VP.

Ce dernier exemple souligne que de proche en proche, la recherche de solutions au couple congestion-nuisances, peut conduire de la logique de l'inflexion à la logique de la rupture dans les pratiques urbaines de mobilité et donc de localisation.

3. Voir le cas des tunnels en fonctionnement ou en préparation à Marseille et à Lyon

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

- Annexe n°1 : Comparaison de l'offre de stationnement dans des villes françaises et européennes
- Annexe n°2 : L'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie
- Annexe n°3 : Calculs conduisant à l'évaluation de la recette de tarif au titre de la fiscalité spécifique transport
- Annexe n°4 : Calculs conduisant à l'évaluation de la recette de tarif au titre de la fiscalité sur les carburants
- Annexe n°5 : Les mesures réglementaires de régulation du trafic, exemples européens

ANNEXE N° 2 :

L'IMPACT DE LA CONGESTION SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE CADRE DE VIE

La partie 2, section 1, II, de ce rapport est consacrée à l'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie. Pour donner une idée de cet impact, la méthode utilisée a consisté à faire plusieurs simulations d'affectation de trafic à l'aide du modèle DAVIS, en augmentant progressivement le nombre de déplacements effectués.

A partir des résultats d'affectation, des mesures de pollutions sonores et atmosphériques ont pu être effectuées. Les informations fournies par DAVIS et utilisées pour ces mesures sont fournies par arc. Elles ont permis de réaliser des calculs d'émissions unitaires qui ont ensuite été réagregés par tronçons ou par zones suivant les besoins de l'analyse. Les principaux résultats de DAVIS qui ont été exploités sont les suivants :

- le type de voie,
- le débit moyen sur une heure
- la vitesse moyenne

Cette annexe va être consacrée à un exposé plus détaillé des calculs effectués et des hypothèses de travail retenues. Une première partie permettra de mieux comprendre comment fonctionne la procédure d'affectation sous DAVIS. Nous présenterons ensuite les méthodes de calculs des nuisances de la route (cantonnées ici au bruit et à certaines pollutions atmosphériques) utilisées à partir des sorties du modèle.

I. Présentation de DAVIS

DAVIS (Distribution, Affectation, VISualisation) est un modèle statique d'affectation du trafic développé par l'INRETS. De nombreux enrichissements ont été apportés depuis sa création en 1972 et la version utilisée ici, DAVIS-PLUS Version 2.3. TRIBUT Equilibre, date de 1991.

L'objectif d'un modèle d'affectation du trafic tel que DAVIS est de répondre à un "besoin d'évaluation économique" des projets d'aménagement du réseau routier d'une agglomération (nouvelles infrastructures, plan de circulation, mise à péage...), que se soit à travers "le calcul de [leur] utilité collective globale", "les tests de cohérence entre le projet et l'ensemble du réseau" ou, depuis quelques années, l'impact des "péages pour financer les infrastructures complémentaires"² (projet LASER par exemple).

Pour répondre à ce type de besoin, la modélisation du trafic dans DAVIS a été développée de façon statique : plus qu'une réponse à une demande spécifique d'ingénierie du

2. Pour l'ensemble des citations de ce paragraphe, Cf. p. 1 de BARBIER SAINT HILAIRE, F. : *Réflexion sur la modélisation statique du trafic*. Note C.I.R. (INRETS), 17 déc. 1992. 9 p. + Annexes.

trafic pour une modélisation dynamique, on tente de donner une image de la moyenne que l'on obtiendrait si on faisait une série d'observations pendant plusieurs jours sur une même période. Les résultats obtenus ne sont donc pas pertinents à un niveau fin pour un instant précis. Ils ne rendent pas compte des répercussions d'épiphénomènes tels que des stationnements en double file ou des travaux temporaires. Par contre ils sont susceptibles de répondre à des calculs économiques d'évaluation globale de grands projets de modification du réseau.

Ceci signifie que les résultats en matière de nuisances qui ont été présentés dans le rapport n'ont de pertinence qu'au niveau global où ils ont été établis³.

Cette image d'une situation moyenne est calculée sur la base d'une confrontation entre une demande de déplacements routiers et une offre d'infrastructures de voirie représentée par un schéma simplifié du réseau routier. L'affectation va consister à répartir les déplacements sur le réseau en fonction d'une part de l'origine et de la destination de chaque déplacement et d'autre part des caractéristiques de chaque arc du réseau (capacité, longueur, type de voie, courbe débit-vitesse), sachant que les automobilistes :

- sont omniscients : ils connaissent bien ce réseau et les conditions de circulation qui le caractérise au moment où ils l'empruntent ;
- sont rationnels et ont pour objectif de minimiser leurs temps de déplacement ;
- se gênent entre eux en modifiant la qualité du service rendu par la voirie lorsqu'ils en usent.

En fait, le calcul de l'affectation repose sur la façon de représenter quatre grandes familles de paramètres que sont la "demande" (les déplacements), l'offre (le réseau), le comportement des automobilistes et les interactions entre véhicules. Ce sont les hypothèses sous-jacentes à la représentation de chacun de ces quatre paramètres qui vont conditionner la pertinence des résultats.

1. Une représentation figée des déplacements :

Les modèles de trafic, dits "à quatre étapes", calculent eux même la demande de déplacements. Ce calcul se fait à partir d'un découpage en zones de l'aire sur laquelle on travaille. Dans un premier temps, chaque-zone se voit dotée des nombres de déplacements qu'elle va émettre et recevoir pendant une période de temps bien définie (en général une heure de pointe du soir), en fonction de ses caractéristiques démographiques et économiques (phase de génération). Ensuite, une attractivité des zones entre elles est calculée en fonction des distances qui les séparent : les déplacements sont dès lors tous dotés d'une origine et d'une destination (phase de distribution). Certains de ces modèles ont une vocation multi-modale et répartissent cette demande suivant différents modes, le plus souvent entre automobile et transports collectifs (phase de répartition). Ce n'est qu'ensuite qu'apparaît la phase dite d'affectation qui consiste à affecter ces déplacements sur le réseau qui leur correspond (TC ou VP) permettant ainsi de rendre compte des trafics par axe.

DAVIS est un modèle qui s'est concentré sur cette dernière phase d'affectation. La demande n'est pas estimée par le modèle mais évaluée par enquêtes et correspond à une période de référence d'une durée d'une heure. Cette procédure d'alimentation du modèle par

3. Dans la suite de cette partie de présentation de DAVIS, les parties en italiques correspondront à l'usage qui a été fait du modèle dans notre travail, que ce soit pour souligner l'interprétation des résultats obtenus (comme ici) ou pour exposer les valeurs des paramètres de calcul retenus.

données d'enquêtes sur les déplacements présente l'avantage de disposer d'une information relativement fiable sur ces déplacements (même si les méthodes de recueil ne sont pas parfaites). Par contre l'image obtenue reste éminemment statique et ne préjuge en rien des trafics induits ou disparus du fait d'une modification quelconque de l'offre viaire ou de l'environnement socio-économique (croissance ou stagnation économique, localisations des activités, évolutions sociales et démographiques...). Le but de DAVIS est bien de simuler les réaffectations de trafic en cas d'une modification de l'offre de voirie en supposant toutes les autres choses égales par ailleurs.

Ceci signifie que les hausses de trafic qui ont été simulées dans le rapport sont totalement artificielles : elles donnent une image de l'impact de la congestion mais n'ont pas vocation à expliquer les causes de la congestion elle-même ; elles ne prétendent pas non plus fournir une idée de la façon dont la congestion peut jouer sur la structure des trafics à court ou long terme (annulation de déplacements, réaffectation de destinations, modification des heures de départ, reports modaux...). Le raisonnement qui a été suivi tout au long de l'exercice était : "Si le nombre de déplacements routiers est le suivant, la structure des origines-destinations étant donnée, voici ce que l'on obtient en matière de nuisances routières (bruit et pollutions atmosphériques)..."

Il convient enfin de souligner que les déplacements dont l'itinéraire est simulé lors de l'affectation ne représentent pas les déplacements effectués pendant l'heure de référence mais les déplacements qui ont commencé pendant cette heure. Ceci peut poser des problèmes de modélisation lorsque les niveaux de demande avant et après l'heure de référence sont très différents. Dans le cas de Lyon, l'heure de pointe du soir s'étalant sur environ deux heures, nous avons considéré que ce biais était peu important. *Il convient cependant de noter que les calculs effectués ne correspondent pas aux nuisances du trafic émises pendant une heure mais aux nuisances émises par les déplacements partis pendant l'heure de référence.*

2. Une représentation géographique simplifiée des déplacements routiers et du réseau viaire :

Pour des raisons pratiques de calculs et des contraintes statistiques de représentativité, les déplacements ne sont pas considérés individuellement avec leurs lieux précis de départ et d'arrivée. Ils sont regroupés par zones géographiques d'origine et de destination. Chaque zone est en fait représentée par un point, son "centroïde", source ponctuelle d'émission et de réception des flux située le plus souvent au niveau du centre de gravité de la zone en question.

Le réseau sur lequel ces déplacements vont être affectés est un réseau simplifié : les rues ne permettant que des déplacements à l'intérieur d'une zone n'apparaissent pas. L'affectation va porter sur les déplacements entre les zones et non sur ceux effectués en leur sein. La liaison entre les centroïdes et ce réseau simplifié est assurée par des liens fictifs dont les caractéristiques sont établies de façon à représenter correctement les temps moyens d'accès entre chaque zone et ce réseau.

Cette simplification géographique fait que les déplacements effectués à l'intérieur d'une même zone ne sont pas pris en compte dans les calculs et n'apparaissent donc pas dans les résultats. De plus, la part des déplacements effectuée sur les liens fictifs n'a de sens qu'au niveau liaison entre centroïdes et réseau. Les longueurs, les temps de parcours et les trafics sur ces liens n'ont guère de signification en tant que tels. La part de trafic effectuée sur ces liens et fournie dans les résultats d'affectation de DAVIS n'a pas été retenue dans les simulations qui ont été faites dans le rapport.

Trafics intrazonales non connus, trafics sur liens fictifs non pris en compte : les niveaux de nuisance calculés sous-estiment donc la réalité. L'esprit du travail a plus été de fournir des indicateurs de nuisance et de montrer leurs évolutions en fonction du trafic que de rechercher une représentation fidèle du réel.

On peut noter ici que la matrice Origine-Destination originelle utilisée pour les calculs correspond à la matrice des déplacements effectués une heure de pointe du soir un jour ouvrable banalisé sur la COmmunauté URbaine de LYon en 1990 fournie par le CETE de Lyon. Cette matrice a été multipliée par un coefficient λ , différent pour chaque simulation, permettant ainsi de disposer de volumes de déplacements plus ou moins importants tout en conservant la structure des origines-destinations constante (les variations de résultats obtenus après affectation peuvent ainsi être attribuées à la seule hausse de la demande de déplacements et non à une éventuelle variation de sa structure). Les coefficients λ utilisés, déjà reproduits dans le corps du texte, sont les suivants :

Simulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volume de déplacements	46 350	77 260	108 160	123 610	139 060	154 510	169 960	185 420	200 870
λ :	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3

3. Les interactions entre véhicules :

DAVIS va traiter de façon différente cette question des interactions entre véhicules suivant que les flux calculés sur un tronçon correspondent à un débit supérieur ou inférieur aux capacités, autrement dit suivant que l'on soit en régime laminaire ou forcé.

"En deçà du débit maximal (ou critique), la courbe vitesse-débit est une hyperbole :

$$C = C_0 \cdot (1,1 - CF \cdot t_x) / (1,1 - t_x)^4 \text{ Manuel... p.13}$$

avec t_x = taux de saturation (Débit calculé/Capacité)

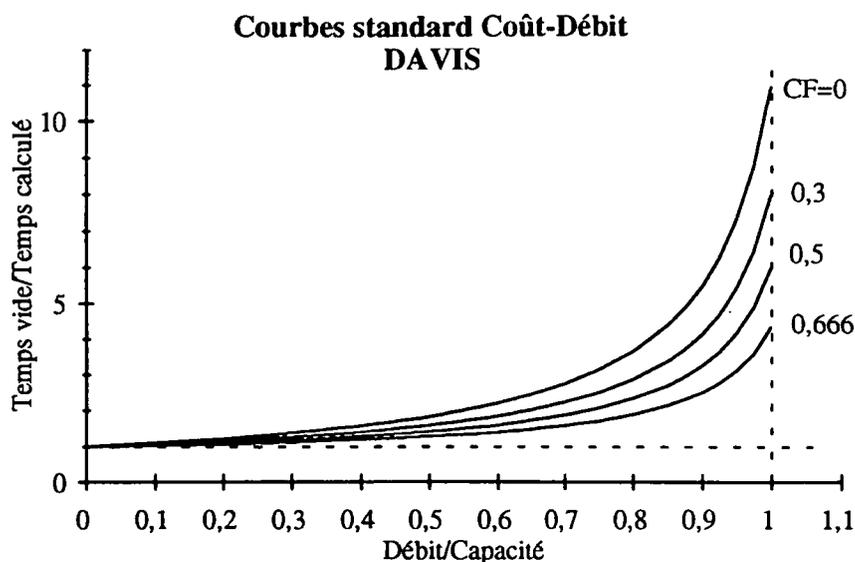
C_0 = temps à vide

CF = coefficient de fonction dont la valeur est établie en fonction de la classe de la route :

Classe de route	0	1	2	≥ 3
CF	0	0,3	0,5	0,666

Tant que le débit calculé sous DAVIS est inférieur à la capacité théorique du tronçon considéré, les courbes permettant d'établir la relation entre débit et vitesse sont donc les suivantes :

4. Cf. Partie VII, p. 13 de BARBIER SAINT HILAIRE, F. : *Manuel de référence, DAVIS-PLUS Equilibre et Tribut version 2.3*. Arcueil : INRETS, Centre Informatique Recherche (CIR), Sept. 1992.

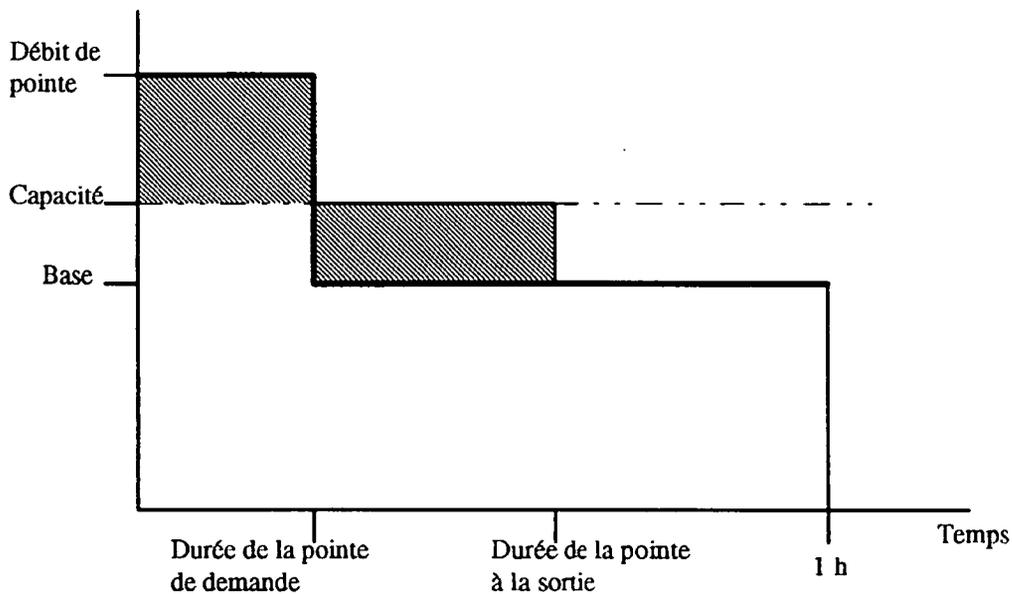


Lorsque les débits calculés sont supérieurs à la capacité théorique de la voirie, plusieurs options de calcul sont possibles, allant de la prolongation grossière par une droite tangente à chaque courbe (cas où la congestion importe peu pour l'analyse ou reste marginale sur le réseau étudié) à la mise en oeuvre d'un modèle d'écoulement simplifié basé sur le principe de la "demande écrêtée". C'est cette dernière option qui a été utilisée pour nos calculs.

"Cette approche découle d'une analyse de la signification du fonctionnement d'un tronçon au-delà de sa capacité. En analogie hydraulique, cela signifie qu'il rentre plus de véhicules en une heure qu'il n'en peut sortir. La capacité de l'arc est le débit maximal de sortie. Si la demande (débit d'entrée) est plus forte, il y a création d'une file d'attente. Mais la demande n'a pas de raison d'être uniforme sur toute l'heure. Pour effectuer des calculs très simplifiés, nous admettrons que la demande est maximale pendant une durée appelée temps de pointe (par défaut 50% de l'heure de pointe). Le niveau de base de la demande étant, par défaut, à 99% de l'heure de pointe.

Dans le cas où la saturation d'un tronçon est juste inférieure à 1, et où aucun écrêtement n'a lieu en amont, seule la pointe de trafic provoque une file d'attente qui se résorbe avant la fin de l'heure :

Ecrêtement simple de la pointe



On remarque :

- que la durée de pointe à la sortie a été allongée ;
- que l'aire de durée de pointe écrêtée est égale à l'aire d'allongement de la durée de pointe en sortie (longueur maximale de la file d'attente) ;
- que le moment d'inertie de ces aires par rapport à l'axe xy donne le temps total passé en file d'attente."⁵

A partir de ce premier cas de figure, d'autres situations plus compliquées peuvent être traitées, notamment en cas de débordements horaires simples (lorsque le débit de pointe entraîne une file d'attente dont la résorption dure plus d'une heure) ou doubles (lorsque la demande de base est elle-même supérieure aux capacités de l'arc considéré). La logique de prise en compte de la congestion étant exposée, nous n'en détaillerons cependant pas les applications. *Notons simplement que dans les options de calculs retenues pour les affectations sous DAVIS la base et le temps d'écrêtement ont été posés égaux à une heure. En effet la demande de pointe, à Lyon, s'étale sur plus d'une heure et la pointe de trafic correspondante dure encore plus longtemps : nous avons donc retenus les délais les plus longs possibles pour une affectation sous DAVIS. Ces options ont été conservées pour les 9 simulations effectuées pour raisonner toutes choses égales par ailleurs, sachant que dans les premières simulations où la demande est faible, elles n'ont en fait qu'un impact très faible.*

4. A propos des hypothèses de comportement des automobilistes.

"Tous les modèles d'affectation statique en milieu urbain prennent pour hypothèse que tous les usagers ont une connaissance relativement bonne des conditions de circulation qu'ils sont susceptibles de rencontrer sur l'ensemble des cheminement possibles."⁵ Cette hypothèse qui peut sembler très loin de la réalité est souvent tempérée par l'introduction de paramètres qui permettent de reproduire avec plus de vraisemblance le comportement des automobilistes.

5. Cf. *Manuel de référence, DAVIS...* Op. Cit., Partie VII p. 12

6. Cf. *Réflexion sur la modélisation...* Op. Cit., p. 6

Ainsi sous DAVIS "l'introduction d'un temps généralisé pour le choix des itinéraires cherche à tenir compte du fait que, indépendamment de tout péage, d'autres facteurs que le temps de parcours "chronométré" conditionnent le comportement des usagers. (...) Il est en effet complètement absurde d'affirmer que chaque usager connaît parfaitement le réseau et devine les conditions exactes de circulation qu'il va rencontrer."⁷

En plus du temps de parcours, trois facteurs vont être pris en compte dans ce temps généralisé pour essayer de disposer d'une meilleure image du comportement des automobilistes que celle reposant sur leur rationalité, leur omniscience et un simple objectif de minimisation du temps de parcours :

- *pénalisation de la longueur du trajet* : un facteur distance, exprimé en équivalent minute par kilomètre, pénalise les itinéraires trop longs, même si la qualité des axes empruntés permet d'aller plus vite.

- *préférence pour les grands axes* : "la notion de lisibilité du réseau est aussi une notion fondamentale pour expliquer le choix de l'itinéraire de l'utilisateur. Aux heures de pointes, le trafic se concentre beaucoup plus sur les grands axes que ce que donnerait les seuls plus courts chemins, même si ces axes ont une qualité de service exécrable."

- *pénibilité de l'incertitude sur les temps de parcours* : "la variabilité du temps de parcours est un élément très ressenti dans le choix d'un itinéraire et se combine avec la perception très négative des encombrements. Elle n'est pas simple à prendre en compte. (...) Cependant, on peut utiliser une hypothèse simpliste qui dit que l'écart-type d'un trajet est proportionnel à la seule perte de temps due à la circulation, c'est-à-dire à la différence entre le temps de parcours moyen et le temps de parcours de base (à vide)."⁸

Le calcul du temps généralisé est établi sur la base de ces trois paramètres plus le temps de parcours :

$$T_g = t_0 + [(t(x) - t_0) \cdot C_{fi}] + [(F_d - [Ba]) \cdot d]$$

avec : T_g = temps généralisé

t_0 = temps de base (à vide)

$t(x)$ = temps résultat du calcul par la loi vitesse-débit et de la file d'attente (demande écrêtée)

x = taux de saturation

C_{fi} = coefficient de fiabilité

F_d = facteur distance

$[Ba]$ = bonus autoroutier si applicable au tronçon

d = longueur du tronçon

Ces trois facteurs sont contradictoires entre eux et il est certain que le choix des pondérations qui leur sont affectées peut modifier les résultats de l'affectation. *Nous avons*

7. Cf. *Manuel de référence, DAVIS...* Op. Cit., Partie VII p. 16.

8. Pour cette citation ainsi que la précédente, Cf. *Manuel de référence, DAVIS...* Op. Cit., Partie VII p. 16 et p. 17

repris pour nos calculs les valeurs conseillées dans le manuel de référence, à savoir : un facteur distance de 0,40 équivalent minute par kilomètre, un bonus autoroutier de 0,30 équivalent minute par kilomètre et un coefficient de fiabilité de 1,40⁹.

II. Calcul des indicateurs de nuisance

1. Définition des états de circulation

Que ce soit pour le bruit ou la pollution atmosphérique, l'état de la circulation a une répercussion importante sur les émissions unitaires des véhicules. En effet, le niveau sonore émis par un véhicule dépend, entre autres, de sa vitesse et de ses accélérations (d'autres facteurs, comme la pente de la route empruntée, ne sont pas pris en compte dans nos évaluations). De plus la consommation et les émissions au kilomètre d'un véhicule peuvent varier de façon très importante suivant le régime du moteur et donc de l'état de la circulation. Nous nous sommes inspirés des travaux de l'INRETS et des développements de la société EUROPLAN¹⁰ pour prendre en compte ce facteur essentiel jouant sur les émissions unitaires des véhicules.

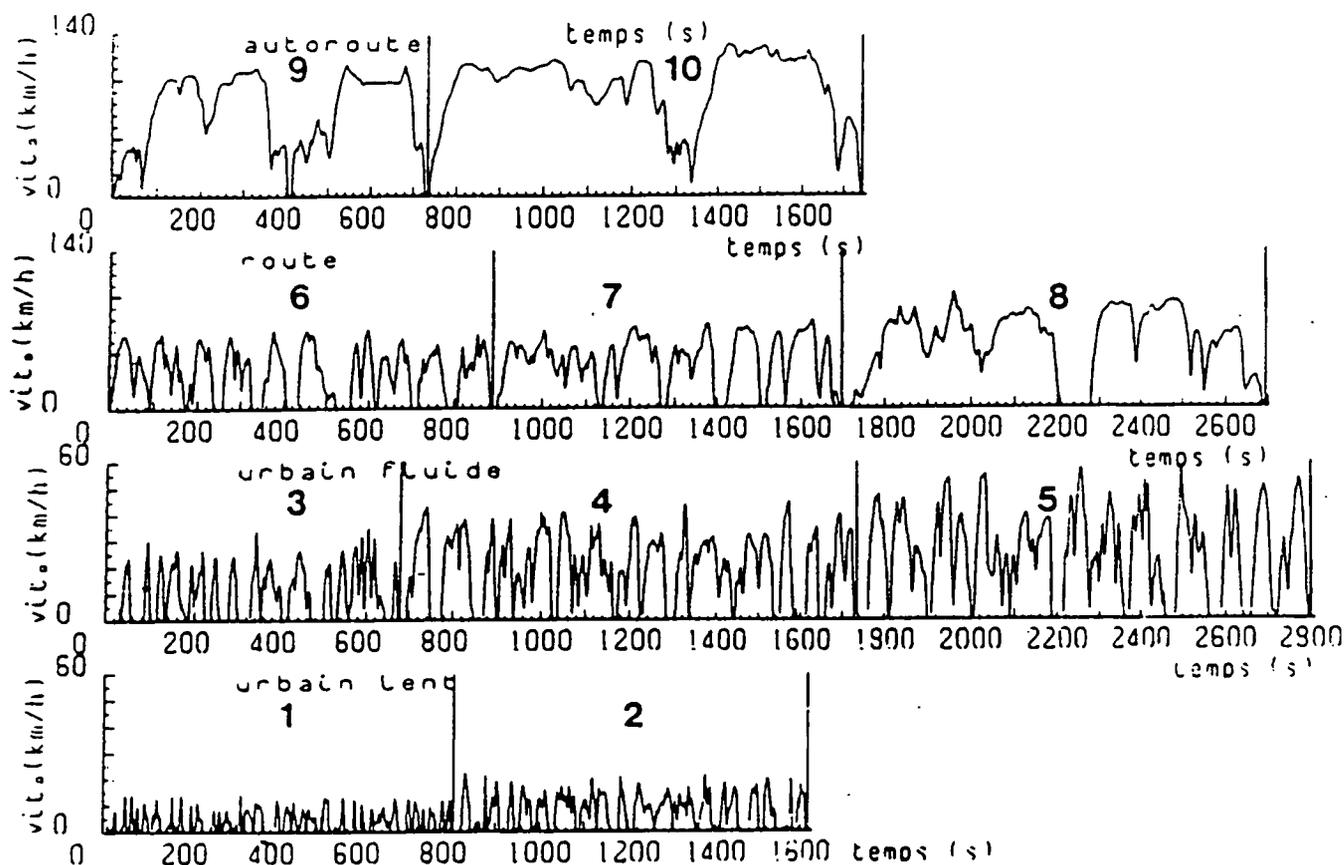
A la suite d'une Enquête sur l'Utilisation Réelle des Véhicules (enquête EUREV), l'INRETS a pu définir un ensemble de 10 cycles de conduite aux caractéristiques cinématiques (vitesses, distances, accélérations...) différenciées¹¹. Ces cycles semblant bien corrélés aux vitesses et aux types de voiries, ils ont reçu des dénominations de type "urbain lent", "urbain fluide", "route" et "autoroute". Projetés dans un plan temps-vitesse, ils peuvent être caractérisés par les représentations suivantes :

9. Pour ces valeurs des paramètres ainsi que pour la formule précédente, Cf. *Manuel de référence* Op. Cit., Partie VII pp. 16-17.

10. EUROPLAN : *POLYEN, analyse des émissions de pollution liées à l'énergie dans l'agglomération lyonnaise. Volumes I, II et III.* Etude pour le compte de la COURLY, la Commission des Communautés Européennes (DG VII) et Rhônalpénergie. Lyon, Mars 1992.

11. ANDRE M., ROUMEGOUX, J.P., DELSEY J., GUITTON, J.P., VIDON R. : *Etude expérimentale sur les utilisations réelles des véhicules (EUREV)*. Bron : Rapport INRETS n°48, 1987. 125 p.

Les 10 cycles de conduite INRETS¹² :



Utilisés lors d'une analyse sur les émissions unitaires de véhicules légers, ces cycles ont permis de retrouver des niveaux de consommation et d'émissions bien typés¹³. Reprenant la méthodologie d'évaluation d'EUROPLAN, nous avons donc reconstitué ces cycles de conduite à partir des sorties de DAVIS, en fonction des vitesses et des caractéristiques de la voirie. Ceci a permis de retrouver, ensuite, les niveaux d'émissions unitaires correspondants établis par l'INRETS. A chacun de ces cycles nous avons également attribué une caractéristique de circulation "fluide" ou "pulsée" (Cf. infra pour leur définition) permettant ainsi d'utiliser les abaques fournies dans le *Guide du bruit* édité par le CETUR¹⁴.

A partir des sorties de DAVIS, chaque arc du réseau s'est vu attribué un "cycle de circulation" en fonction de ses caractéristiques propres d'une part et de la vitesse moyenne des véhicules d'autre part :

12. Graphiques extraits de JOUMARD R., PATUREL L., VIDON R., GUITTON J.P., SABER A.I., COMBET E. : *Emissions unitaires de polluants des véhicules légers*. Bron : Rapport INRETS n°116, 1990. 119 p. p. 15.

13. JOUMARD R. et alii. : *Emissions unitaires...* Op. Cit.

14. CETUR : *Guide du bruit des transports terrestres - Prédiction des niveaux sonores*. Ministère de l'environnement et du cadre de vie, Ministère des transports -Direction Générale des Transports Intérieurs-. Bagneux, Novembre 1980. 303 p.

Cycle	Type de voirie	Vitesse comprise entre	Fluidité
Urbain lent 1	1 à 7	0 et 7 km/h	Pulsée
Urbain lent 2	1 à 7	7 et 12 km/h	
Urbain fluide 1	1 à 7	12 et 19 km/h	
Urbain fluide 2	2 à 7	19 et 25 km/h	
Urbain fluide 3	2, 3, 4, 6, 7	25 et 33 km/h	
	5	> 25 km/h	
Route 1	2, 3, 4, 6, 7	33 et 42 km/h	Fluide
	8	0 et 42 km/h	
Route 2	2, 3, 4, 6, 7, 8	42 et 55 km/h	
	1	> 19 km/h	
Route 3	2, 3, 4, 6, 7, 8	> 55 km/h	
	9	0 et 60 km/h	
Autoroute 1	9	60 et 85 km/h	
Autoroute 2	9	> 85 km/h	

Les 9 types de voirie définis pour le réseau de Lyon dans DAVIS sont les suivants :

- | | |
|--------------------------------|------------------|
| 1. Réseau secondaire intérieur | 6. CD 300 |
| 2. Réseau secondaire | 7. Pénétrante |
| 3. Rocade | 8. Rase campagne |
| 4. Voie rapide urbaine | 9. Autoroute |
| 5. Centre Ville | |

2 Le Bruit

La logique du calcul a été la suivante :

1. Calcul des émissions unitaires suivant le type de véhicule (VP, PL) et de la circulation (fluide, pulsée)¹⁵ à partir des abaques du *Guide du bruit*.

15. Dans le *guide du bruit des transports terrestres* Op. Cit., les écoulements fluides et pulsés sont définis p. 96 de la façon suivante :

"*Écoulement fluide continu* : C'est un écoulement où les véhicules ont une vitesse sensiblement constante sur la section de route étudiée. Il est fluide, c'est-à-dire que sur une telle section, le débit des véhicules est stable dans le temps, sur des périodes de quelques dizaines de minutes, et dans l'espace. Il peut évoluer d'heure en heure au

2. Agrégation par arc puis par tronçon pour obtenir un indicateur d'émission sonore $Leq(1 \text{ heure})$ en dB(A), sur l'isophone de référence

a). *Calcul des émissions unitaires*

Le Guide du bruit fournit les abaques reproduites page ci-contre qui permettent de déduire le niveau sonore $Leq(1 \text{ heure})$ en dB(A) émis par un véhicule en fonction de différents critères : type de véhicule, type de circulation, pente du tronçon de voirie (montée ou descente suivant le sens), vitesse moyenne des véhicules, proximité d'un carrefour en aval (décélération) ou en amont (accélération). Ces abaques ont été mises au point par l'Institut de Recherche sur les Transports (IRT, aujourd'hui dénommé INRETS déjà cité) sur la base de mesures directes sur site. La première correspond à celle qui a été effectivement calculée, la seconde correspond à une linéarisation de la première permettant des calculs par procédure automatique plutôt que par lecture directe.

Notons tout de suite que ces abaques ne servent que de première étape dans le calcul des niveaux sonores. Il faut ensuite réagréger les émissions unitaires en fonction des flux constatés puis affiner les résultats suivant l'environnement de la voirie. En effet les résultats sont obtenus par $Leq(1 \text{ heure})$ en dB(A) sur l'isophone de référence, c'est-à-dire "à 30 mètres du bord de voie, 10 mètres au dessus du plan de la chaussée dans le cas d'une voie rectiligne à bords dégagés, de même trafic, placée sur un sol très réfléchissant"¹⁶. D'autres abaques ont été établies pour prendre en compte les différentes natures d'obstacles au bruit situés autour de la voirie considérée et donner ainsi une image de la carte sonore en fonction des phénomènes d'absorptions et de réverbérations retenus.

Pour les calculs qui ont été faits ici, il n'était pas possible de relever systématiquement toutes les topographies autour du millier de tronçons retenus pour les simulations. L'objectif a donc été de construire un indicateur des puissances acoustiques émises compte non tenu des déformations liées à l'environnement. De même, toutes les caractéristiques de la voirie n'ont pas été retenues (notamment la pente et la proximité des carrefours). Les niveaux sonores obtenus ne peuvent donc pas avoir la prétention de représenter une quelconque réalité. Par contre, nous avons posé comme hypothèse qu'ils pouvaient donner une bonne base de comparaison entre les différentes simulations qui ont été faites : chaque niveau n'a en soit pas

cours de la journée, mais sans connaître de variations brusques ou rythmées. De plus il n'est ni accéléré, ni décéléré, mais s'effectue à vitesse stabilisée. (...)

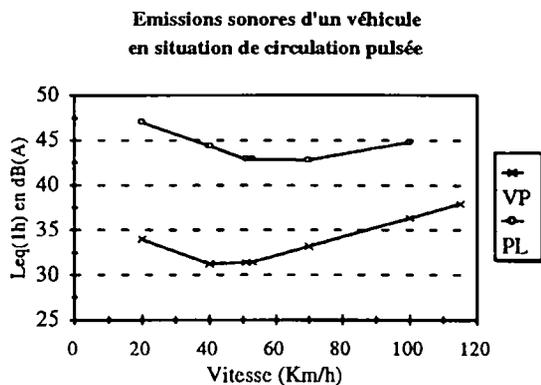
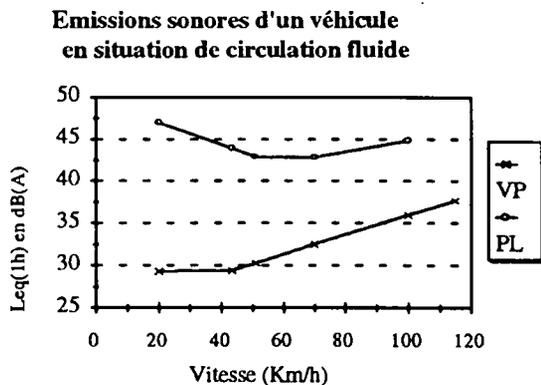
Écoulement pulsé continu : Un écoulement pulsé sera caractérisé par une certaine turbulence, notion comparable pour ce qui nous concerne, à celle utilisée couramment en mécanique des fluides. Un écoulement turbulent voit circuler une part importante de véhicules en allure transitoire (accélération ou décélération). Son régime s'oppose à celui d'écoulement laminaire. Il n'est stable ni dans le temps (variation brusque des débits sur de courtes périodes de temps), ni dans l'espace (concentration irrégulière des véhicules sur la section étudiée, à un instant donné)."

Notons que deux autres types d'écoulements pulsé, accéléré et décéléré, sont définis lorsqu'une part importante des véhicules sont en phase d'accélération ou de décélération, en aval ou en amont d'un carrefour par exemple. Ces distinctions n'ont pas été reprises dans la construction de l'indicateur d'émissions sonores présenté ici.

16. Idem p. 88.

de grande signification mais il donne par contre une indications des tendances qui se dégagent lorsque les flux et les vitesses se modifient en fonction des simulations effectuées.

Les abaques qui ont été finalement retenues, après simplification de celles qui viennent d'être évoquées, sont les suivantes :



Ces deux abaques correspondent en fait aux données analytiques suivantes :

	Vitesse (km/h)	Droites d'émission Leq(1h) dB(A) VL		Droites d'émission Leq(1h) dB(A) PL	
		Coef. de pente	Constante	Coef. de pente	Constante
Circulation Fluide	20,0	0,0000	29,30	0,0000	47,00
	43,5	0,0043	29,21	-0,1323	49,65
	51,0	0,1158	24,3607	-0,1323	49,65
	70,0	0,1158	24,3607	-0,0053	43,17
	100,0	0,1158	24,3607	0,0667	38,13
	135,0	0,1158	24,3607	0,0000	44,80

Annexe n°2 : L'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie

	Vitesse (km/h)	Droites d'émission Leq(1h) dB(A) VL		Droites d'émission Leq(1h) dB(A) PL	
		Coef. de pente	Constante	Coef. de pente	Constante
Circulation Pulsée	20,0	0,0000	34,00	0,0000	47,00
	40,0	-0,1400	36,80	-0,1323	49,65
	51,0	0,0154	30,58	-0,1323	49,65
	53,0	0,0154	30,58	-0,0053	43,17
	70,0	0,1049	25,84	-0,0053	43,17
	100,0	0,1049	25,84	0,0667	38,13
	135,0	0,1049	25,84	0,0000	44,80

Notons que dans les cas où la vitesse était inférieure à 20 km/h, le niveau sonore émis a été estimé équivalent à celui correspondant à une vitesse de 20 km/h. En situations fluides, les vitesses des poids lourds ont été estimées inférieures de 10 km/h à celles des véhicules légers.

Pour pouvoir exploiter ces abaques, mêmes simplifiées, deux types d'informations non présents dans les sorties de DAVIS sont nécessaires : les parts respectives des PL et des VL ainsi que l'état de la circulation, fluide ou pulsée. La partie précédente a présenté comment ont été définis les états de circulation en fonction de la vitesse moyenne et du type de chaque arc. Pour ce qui concerne les parts respectives entre PL et VL, nous avons repris les données qu'EUROPLAN avait établies en concertation avec le CETE de Lyon :

Cycles	Part VL
Urbains	0,94
Routes	0,93
Autoroute 1	0,89
Autoroute 2	0,99

b) Réagrégation par tronçon

Un indicateur du niveau sonore émis par véhicule n'a pas d'intérêt en soit : c'est l'indication du bruit généré par la circulation totale sur un axe donné qui peut donner une idée de la gêne provoquée par les transports routiers en cet endroit. Les émissions sonores unitaires ont donc été réagrégées par type de véhicule sur un arc d'abord, par arc ensuite et par tronçon enfin.

Pour un trafic composé de p véhicules différents, on peut écrire¹⁷ :

$$Leq = 10 \cdot \log_{10}(10^{Leq1/10} + \dots + 10^{Leqp/10})$$

Ceci revient à écrire, si tous les véhicules sont considérés identiques :

$$Leq(p \text{ véhicules}) = Leq(1 \text{ véhicule}) + 10 \cdot \log_{10}(p)$$

Si l'on a m_1 VL et n_1 PL dans un sens ainsi que m_2 VL et n_2 PL dans l'autre, le niveau sonore global peut être décomposé en 4 classes de bruit :

$$Leq1 = Leq(1 \text{ VL}) + 10 \cdot \log_{10}(m_1)$$

$$Leq2 = Leq(1 \text{ VL}) + 10 \cdot \log_{10}(m_2)$$

$$Leq3 = Leq(1 \text{ PL}) + 10 \cdot \log_{10}(n_1)$$

$$Leq4 = Leq(1 \text{ PL}) + 10 \cdot \log_{10}(n_2)$$

Soit un niveau sonore global :

$$Leq = 10 \cdot \log_{10}(10^{Leq1/10} + 10^{Leq2/10} + 10^{Leq3/10} + 10^{Leq4/10})$$

3. La pollution atmosphérique

La méthodologie d'évaluation de cette partie doit beaucoup aux travaux d'EUROPLAN déjà évoqués :

- les émissions unitaires (en g/veh.km) ont été déduites des cycles de circulation pour quatre grands types de véhicules (VL essence, VL diesel, PL, autobus) ;

- un facteur de correction a été introduit pour prendre en compte les surémissions liées aux moteurs tournant à froid ; des parts de moteurs froids pour chaque cycle ont donc dû être estimées pour les VL (celles des PL et autobus étant considérées comme négligeables) ;

- enfin, la part respective de chaque type de véhicule à l'intérieur de chaque cycle a été estimée.

Le tableau résultant et servant de base aux évaluations des émissions polluantes des transports routiers est présenté ci-contre.

Les données d'émissions (NO_x, CO, CO₂, HC et poussières) et de consommation d'énergie des véhicules légers sont issus des travaux de l'INRETS¹⁸. Les émissions de SO₂ et de plomb ont été calculées en fonction des teneurs en soufre et en plomb des carburants.

Concernant les poids lourds et les autocars, les émissions moyennes (CO : 2,36 g/kWh, HC : 0,69 g/kWh, NO_x : 11,74 g/kWh) proviennent d'estimations issues d'un rapport de la CCE (CCE : *European technologies for cleaner diesel vehicles*, sept. 1989, Rome) et les consommations unitaires d'énergie sont issues de chiffres de l'ADEME (poids lourds : 28,6

17. Cf. par exemple p. 6 de FAVRE, B. : *Le bruit de trafic routier. Méthodes de prévision*. Synthèse INRETS n°8. Arcueil, 1987. 70 p.

18. On peut les retrouver en annexes de JOUMARD et alii : *Emissions unitaires...* Op. Cit. p. 86 et p. 94.

l/100km soit 21 l/100km pour les 5-10 tonnes, 32 l/100km pour les 12-20 tonnes et 44 l/100km pour les 20 tonnes et plus ; la répartition entre ces 3 catégories sur la COURLY étant estimée équivalente à leur répartition dans le trafic de marchandise global en France).¹⁹

Les hypothèses sur la répartition des différents types de véhicules et sur les parts de moteurs à froids suivant le cycle de conduite ont été établies après discussions avec le CETE, sur la base notamment des résultats de la dernière enquête cordon menée à Lyon en 1990.²⁰

19. Toutes ces informations se retrouvent p. 239, Vol II, du rapport EUROPLAN : *POLYEN, analyse des émissions de pollution...* Op. Cit.

20. Idem p. 237 et p. 240.

Données d'émissions par type de véhicule et par cycle de circulation (Véhicules Légers)

Part des véhicules à essence dans le trafic		Facteurs d'émission des véhicules à essence (en g/km)										Contributions d'émission des véhicules à essence pour un flux de 1 km (en g/km)															
Essence dont moteur froid		CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb		
A1	0,84	58,22	0,169	2,99	0,00	15,99	171,79	1,09	0,007	A1	48,90	0,14	2,51	0,00	13,43	144,30	0,92	0,01	A1	48,90	0,14	2,51	0,00	13,43	144,30	0,92	0,01
A2	0,76	57,21	0,166	2,77	0,00	14,95	170,81	1,36	0,007	A2	43,48	0,13	2,11	0,00	11,36	129,82	1,03	0,01	A2	43,48	0,13	2,11	0,00	11,36	129,82	1,03	0,01
R1	0,79	52,73	0,153	2,34	0,00	16,16	151,59	1,69	0,006	R1	41,66	0,12	1,85	0,00	12,77	119,76	1,34	0,00	R1	41,66	0,12	1,85	0,00	12,77	119,76	1,34	0,00
R2	0,79	59,19	0,172	2,22	0,00	19,36	167,69	2,45	0,007	R2	52,56	0,15	1,79	0,00	18,97	142,01	2,86	0,01	R2	52,56	0,15	1,79	0,00	18,97	142,01	2,86	0,01
R3	0,79	73,41	0,213	2,34	0,00	28,03	202,80	3,97	0,009	R3	57,99	0,17	1,85	0,00	22,14	160,21	3,14	0,01	R3	57,99	0,17	1,85	0,00	22,14	160,21	3,14	0,01
U1	0,80	70,80	0,205	2,10	0,00	25,47	194,85	3,57	0,008	U1	59,45	0,17	1,69	0,00	22,33	160,37	3,40	0,01	U1	59,45	0,17	1,69	0,00	22,33	160,37	3,40	0,01
U2	0,80	78,83	0,229	1,79	0,00	29,30	214,22	3,52	0,009	U2	65,41	0,19	1,44	0,00	25,13	175,08	3,22	0,01	U2	65,41	0,19	1,44	0,00	25,13	175,08	3,22	0,01
U3	0,80	115,38	0,335	1,89	0,00	44,20	312,03	5,52	0,014	U3	114,62	0,33	1,57	0,00	51,91	284,67	8,51	0,01	U3	114,62	0,33	1,57	0,00	51,91	284,67	8,51	0,01
UL1	0,80	131,82	0,382	1,53	0,00	48,80	365,43	6,42	0,016	UL1	109,38	0,32	1,23	0,00	41,85	298,66	5,87	0,01	UL1	109,38	0,32	1,23	0,00	41,85	298,66	5,87	0,01
UL2	0,80	221,91	0,644	1,63	0,00	94,10	590,05	10,70	0,027	UL2	185,23	0,54	1,31	0,00	81,60	483,94	9,99	0,02	UL2	185,23	0,54	1,31	0,00	81,60	483,94	9,99	0,02
Moteur froid		1,62	1,62	1,1	1	2,2	1,36	3,38	1,62																		

Part des véhicules diesel dans le trafic		Facteurs d'émission des véhicules diesel (en g/km)										Contributions d'émission des véhicules diesel pour un flux de 1 km (en g/km)															
Diesel dont moteur froid		CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb		
A1	0,15	54,98	0,31	0,56	0,25	0,61	186,50	0,09	0	A1	8,25	0,05	0,08	0,04	0,09	27,98	0,01	0,00	A1	8,25	0,05	0,08	0,04	0,09	27,98	0,01	0,00
A2	0,13	54,93	0,31	0,52	0,24	0,58	186,31	0,09	0	A2	7,14	0,04	0,07	0,03	0,08	24,22	0,01	0,00	A2	7,14	0,04	0,07	0,03	0,08	24,22	0,01	0,00
R1	0,14	50,94	0,29	0,49	0,15	0,53	177,90	0,10	0	R1	7,13	0,04	0,07	0,02	0,07	24,91	0,01	0,00	R1	7,13	0,04	0,07	0,02	0,07	24,91	0,01	0,00
R2	0,14	57,88	0,33	0,57	0,19	0,61	201,24	0,16	0	R2	6,48	0,04	0,06	0,02	0,07	22,54	0,02	0,00	R2	6,48	0,04	0,06	0,02	0,07	22,54	0,02	0,00
R3	0,14	72,18	0,41	0,63	0,35	0,92	257,00	0,20	0	R3	10,11	0,06	0,09	0,05	0,13	35,98	0,03	0,00	R3	10,11	0,06	0,09	0,05	0,13	35,98	0,03	0,00
U1	0,14	63,85	0,36	0,67	0,26	0,87	230,64	0,26	0	U1	8,22	0,05	0,09	0,03	0,11	29,71	0,03	0,00	U1	8,22	0,05	0,09	0,03	0,11	29,71	0,03	0,00
U2	0,14	70,13	0,40	0,76	0,29	1,05	252,66	0,29	0	U2	9,23	0,05	0,10	0,04	0,14	33,25	0,04	0,00	U2	9,23	0,05	0,10	0,04	0,14	33,25	0,04	0,00
U3	0,14	104,37	0,59	1,16	0,43	1,53	375,11	0,43	0	U3	8,91	0,05	0,10	0,04	0,13	32,03	0,04	0,00	U3	8,91	0,05	0,10	0,04	0,13	32,03	0,04	0,00
UL1	0,14	114,85	0,65	1,62	0,45	2,76	395,80	0,54	0	UL1	15,11	0,09	0,21	0,06	0,36	52,09	0,07	0,00	UL1	15,11	0,09	0,21	0,06	0,36	52,09	0,07	0,00
UL2	0,14	187,41	1,07	2,70	0,68	3,29	660,29	1,04	0	UL2	24,40	0,14	0,35	0,09	0,43	85,97	0,14	0,00	UL2	24,40	0,14	0,35	0,09	0,43	85,97	0,14	0,00
Moteur froid		1,27	1,27	1,11	1,9	1,87	1,25	1,42	1,27																		

Données d'émissions par type de véhicule et par cycle de circulation (Poids Lourds et Bus)

Part des P.L. dans le trafic

P.L. dont moteur froid	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb
A1	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0
A2	171,3	1,03	23,3	0,6	4,7	537,42	1,4	0
R1	171,3	1,03	23,3	0,6	4,7	537,42	1,4	0
R2	192,4	1,15	26,2	0,7	5,3	603,62	1,5	0
R3	238,6	1,43	32,5	0,9	6,5	748,56	1,9	0
U1	230,1	1,38	31,3	0,8	6,3	721,89	1,8	0
U2	256,1	1,54	34,9	0,9	7,0	803,46	2,0	0
U3	375,0	2,25	51,1	1,4	10,3	1176,50	3,0	0
UL1	428,3	2,57	58,3	1,5	11,7	1343,70	3,4	0
UL2	721,2	4,33	98,2	2,6	19,7	2262,60	5,8	0
<i>Moteur froid</i>								
	1	1	1	1	1	1	1	1

Contributions d'émission des P.L. pour un flux de 1 km (en g/km)

	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb
A1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A2	17,13	0,10	2,33	0,06	0,47	53,74	0,14	0,00
R1	10,28	0,06	1,40	0,04	0,28	32,25	0,08	0,00
R2	11,54	0,07	1,57	0,04	0,32	36,22	0,09	0,00
R3	14,32	0,09	1,95	0,05	0,39	44,91	0,11	0,00
U1	11,51	0,07	1,57	0,04	0,32	36,09	0,09	0,00
U2	12,81	0,08	1,75	0,05	0,35	40,17	0,10	0,00
U3	18,75	0,11	2,56	0,07	0,52	58,83	0,15	0,00
UL1	21,42	0,13	2,92	0,08	0,59	67,19	0,17	0,00
UL2	36,06	0,22	4,91	0,13	0,99	113,13	0,29	0,00

Part des autocars dans le trafic

Cars dont moteur froid	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb
A1	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
A2	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
R1	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
R2	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
R3	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
U1	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
U2	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
U3	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
UL1	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
UL2	0,01	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
<i>Moteur froid</i>								
	1	1	1	1	1	1	1	1

Facteurs d'émission des autobus et autocars (en g/km)

	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb
A1	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
A2	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
R1	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
R2	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
R3	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
U1	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
U2	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
U3	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
UL1	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00
UL2	2,60	0,02	0,35	0,01	0,07	8,16	0,02	0,00

Contributions d'émission des autocars pour un flux de 1 km (en g/km)

Résultante : émissions d'un véhicule moyen sur 1 km (en g/km)

Cycle	CE	SO2	NOx	Pous.	CO	CO2	HCNM	Plomb
A1	59,8	0,2	2,9	0,05	13,6	180,4	1,0	0,01
A2	70,4	0,3	4,9	0,10	12,0	215,9	1,2	0,01
R1	61,7	0,2	3,7	0,07	13,2	185,1	1,5	0,00
R2	73,2	0,3	3,8	0,07	19,4	208,9	3,0	0,01
R3	85,0	0,3	4,2	0,11	22,7	249,3	3,3	0,01
U1	81,8	0,3	3,7	0,08	22,8	234,3	3,5	0,01
U2	90,0	0,3	3,6	0,09	25,7	256,7	3,4	0,01
U3	144,9	0,5	4,6	0,12	52,6	383,7	8,7	0,01
UL1	148,5	0,5	4,7	0,14	42,9	426,1	6,1	0,01
UL2	248,3	0,9	6,9	0,23	83,1	691,2	10,4	0,02

Résultante = Contributions (VL Ess. + VL Diesel + PL + Bus) pour chaque polluant et par cycle

III. Les résultats obtenus :

1. Quelques données générales :

Simulation	Nb depts	Veh.Km (en milliers)	Caractéristiques moyennes par déplacement		
			durée (mn)	vitesse (km/h)	distance (km)
1	46 354	391	14,36	35,25	8,4
2	77 257	620	15,62	30,82	8,0
3	108 159	854	18,42	25,71	7,9
4	123 610	973	20,30	23,26	7,9
5	139 062	1 088	23,11	20,32	7,8
6	154 513	1 197	26,45	17,57	7,7
7	169 964	1 303	30,41	15,12	7,7
8	185 416	1 416	35,08	13,06	7,6
9	200 867	1 494	39,03	11,44	7,4

2. Les émissions polluantes (en Kg) :

Les tableaux résultats qui sont présentés maintenant sont toujours doubles, qu'ils concernent les émissions polluantes ou le bruit. En effet, à travers les 9 simulations effectuées, les évolutions constatées des nuisances sont liées à une double cause : l'augmentation du trafic d'une part et l'augmentation de la congestion qui en découle d'autre part. Pour rendre compte de l'effet de chacun de ces 2 facteurs, il fallait les dissocier :

Une première série de calcul "*avec congestion*" a été opérée sur les résultats d'affectation de DAVIS. Cette première opération reprend donc les 2 effets, hausse du trafic et congestion.

Une seconde série de calcul a ensuite été lancée sur la base des résultats de la première simulation ($\lambda=0,3$; soit 30% de la matrice originelle d'heure de pointe de soir sur la COURLY en 1990). Ces premiers résultats ont été supposés exempts de tout impact de congestion. Les trafics obtenus par tronçon ont ensuite été repondérés 8 fois pour correspondre aux hausses de déplacements des simulations 2 à 9. Par contre, les modifications de vitesse et les réaffectations d'itinéraires, conséquences de la congestion, n'ont pas été prises en compte. Les résultats obtenus en matière de nuisances ont donc été attribués à la seule hausse de trafic, "*sans congestion*".

Les tableaux présentés ici correspondent à ces deux séries de calculs. Les effets liés au phénomène de congestion se retrouvent par différence. On peut par exemple les visualiser en retournant aux graphiques insérés dans le corps du rapport.

Avec congestion :

Simulation	CE	SO2	NOx	Poussières	CO	CO2	HC	Plomb
1	26 369	99	1 417	27	6 319	77 791	780	2
2	43 767	166	2 350	48	10 600	128 780	1 377	4
3	64 616	245	3 378	72	16 215	188 637	2 230	5
4	76 259	289	3 888	85	19 545	221 785	2 722	6
5	88 951	336	4 403	98	23 371	257 499	3 297	8
6	102 597	386	4 888	112	27 612	295 771	3 912	9
7	118 240	444	5 419	127	32 673	339 169	4 653	10
8	132 220	494	5 875	140	37 319	378 021	5 341	11
9	147 219	548	6 257	153	42 464	419 366	6 090	13

Sans congestion :

Simulation	CE	SO2	NOx	Poussières	CO	CO2	HC	Plomb
1	26 399	99	1 418	27	6 327	77 881	781	2
2	43 998	165	2 363	46	10 545	129 801	1 301	4
3	61 598	231	3 309	64	14 763	181 722	1 822	5
4	70 397	264	3 782	73	16 872	207 682	2 082	6
5	79 197	297	4 254	82	18 981	233 642	2 342	7
6	87 997	329	4 727	92	21 090	259 603	2 602	8
7	96 796	362	5 200	101	23 199	285 563	2 862	8
8	105 596	395	5 672	110	25 308	311 523	3 123	9
9	114 396	428	6 145	119	27 417	337 483	3 383	10

3. Les niveaux de bruit

Le tableau suivant représente l'évolution des kilomètres de voirie émettant moins de 65 dB, entre 65 et 75 dB et plus de 75 dB sur l'isophone de référence en fonction du nombre de déplacement :

Simulation	Avec congestion			Sans congestion		
	Confort < 65 dB	Critique 65 à 75 dB	Catastrophique > 75 dB	Confort < 65 dB	Critique 65 à 75 dB	Catastrophique > 75 dB
1	637	91	0	638	91	0
2	544	185	0	564	165	0
3	420	308	2	479	247	3
4	359	369	2	438	282	8
5	305	422	3	404	304	21
6	255	470	4	376	328	25
7	150	569	13	361	335	33
8	150	569	13	343	352	33
9	129	585	19	315	372	41

ANNEXE N° 3 :

CALCULS CONDUISANT A L'EVALUATION DE LA RECETTE DE TARIF AU TITRE DE LA FISCALITE SPECIFIQUE TRANSPORT

L'unique méthode qui paraît pouvoir être retenue est de comparer les rendements fiscaux issus de la fiscalité sur les carburants (imputable au seul domaine des transports) et de la fiscalité spécifique transport. Cela nous permet de disposer d'un coefficient multiplicateur qui pourra être appliqué sur le tarif transport résultant de la fiscalité sur les carburants. On obtiendra alors la recette de tarif du scénario 2, qui retient comme telle à la fois les produits de la fiscalité sur les carburants et ceux de la fiscalité spécifique transport.

I. Rapport fiscalité spécifique transport/fiscalité transport sur les carburants

Deux sources de données sont disponibles pour établir ce rapport :

- la première émane des comptes transport de la nation ;
- la seconde de l'étude SOFRETU-CETUR.

Elle ont *a priori* les mêmes bases de calcul, à l'exception peut-être de la prise en compte des véhicules utilitaires légers. Leur faible part dans le parc ne semble pas pouvoir expliquer l'écart d'évaluation que présente ces deux sources (Cf tableaux 1).

Tableaux 1 :

Eléments de redressement de la tarification pour prendre en compte la fiscalité spécifique

Source : OEST-INSEE, *Les comptes des transports en 1991*, INSEE, Coll. INSEE Résultats n° 205, Série Economie générale, n° 57, Juillet 1992, p 152.

Bilan de la taxation pour l'usage des V.P.C. ²¹ et VUL des ménages et entreprises (hors T.V.A., année 90)		
Taxe	En millions de Francs	En % de la T.I.P.P
Taxe assurance	13298	
Fiscalité spécifique ²²	12921	
Total fiscalité spécifique	26219	37,63 %
T.I.P.P. + autres taxes carburant	69667	100 %

21. Voitures Particulières et Commerciales.

22. Carte grise, taxe sur les véhicules de tourisme des sociétés, vignette, taxe sur le permis de conduire.

Source : chiffres SOFRETU-CETUR (Avril 1994)

Bilan de la taxation pour l'usage des V.P.C. des ménages et entreprises (hors T.V.A., année 90)		
Taxe	En millions de Francs	En % de la T.I.P.P
Taxe assurance	12851	
Fiscalité spécifique ²³	18631,5	
Total fiscalité spécifique	31482,5	41,18 %
T.I.P.P. + autres taxes carburant	76460	100 %

Cela nous conduit à une évaluation de la fiscalité spécifique se montant à 40 % du rendement de la fiscalité sur les carburants (T.I.P.P. et autres petites taxes).

II. Du tarif scénario 1 au tarif scénario 2

Toutefois, nous savons (Cf document principal) que le tarif scénario 1 (au titre de la fiscalité sur les carburants seulement) est différent du rendement fiscal sur les carburants. Divers redressements résultant de l'imposition de la fiscalité pétrolière sur les autres secteurs économiques, ainsi que de la T.V.A., doivent être opérés (Cf annexe 4 suivante). Leur résultat donne une recette de tarif, au titre de la fiscalité sur les carburants, qui n'est toutefois pas très éloignée de la fiscalité sur les carburants, ainsi que le montre le tableau 2 suivant.

Tableau 2 :
Comparaison entre le tarif au titre de la fiscalité sur les carburants et la fiscalité sur les carburants

Type de carburant	Tarif ²⁴	Fiscalité carburant ²⁴
Essence ordinaire	3,04	2,94
Super plombé	3,21	3,09
Super sans plomb	2,80	2,73
Gazole	1,46	1,59

Source : Annexe 4 suivante

Ces résultats nous permettent d'établir que nous évaluerons le tarif au titre de la fiscalité spécifique à 40 % de celui au titre de la fiscalité sur les carburants. Il vient l'expression :

$$\text{Tarif scénario 2} = 1,4 * \text{Tarif scénario 1}$$

23. Carte grise, taxe sur les véhicules de tourisme des sociétés, vignette, taxe sur le permis de conduire.

24. En Francs pour l'année 1990 et par litre de carburant consommé.

ANNEXE N° 4 :

**CALCULS CONDUISANT A L'EVALUATION DE LA RECETTE DE TARIF AU TITRE
DE LA FISCALITE SUR LES CARBURANTS**

I. Le détail de la fiscalité sur les carburants

La taxation est constituée pour une part prédominante de la Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers (T.I.P.P.), et de taxes pouvant varier d'un trimestre à l'autre²⁵, affectées au Fonds de Soutien aux Hydrocarbures (F.S.H.), au Comité Professionnel des Stocks Stratégiques Pétroliers (C.P.S.S.P.), à la Caisse Nationale d'Energie (C.N.E.), à l'Institut Français du Pétrole (I.F.P.) et enfin à l'ADEME. Ainsi par exemple, pour le deuxième trimestre 1994, seules les quatre dernières taxes étaient majoritairement prélevées et l'ensemble représentait, pour l'essence 1,79 % de la T.I.P.P., pour le super plombé, 1,71 %, pour le super sans plomb, 1,88 %, enfin pour le gazole, 2,47 % (Cf tableau 1).

Tableau 1 :
Fiscalité de quelques produits pétroliers au deuxième trimestre 1994 (en Francs par hectolitre)

Carburant	T.I.P.P.	F.S.H.	C.P.S.S.P.	C.N.E.	I.F.P.	ADEME
Essence	347,41	0,90	3,29	0,10	1,92	
Super plombé	363	0,90	3,29	0,10	1,92	
Super sans pb	329,50	0,90	3,29	0,10	1,92	
Gazole	210,22		3,17	0,10	1,92	
Fioul domestique	47,59		3,17		1,10	

Source : *Fiscalité des produits pétroliers - Tableau des droits et taxes du 2ème trimestre 1994, Bulletin Officiel des Douanes*²⁶

25. La fiscalité sur les hydrocarbures est redéfinie tous les trimestres.

26. C'est l'administration des douanes qui est chargée du prélèvement de la fiscalité sur les produits pétroliers.

II. Le calcul de l'impôt rareté

1. Les autres taxes

Nous prenons le parti de ne pas destiner les taxes alimentant les fonds autres que le budget général de l'Etat (donc autres que la T.I.P.P.) à des recettes de tarification transport. Ceci pour trois raisons principales :

- d'une part, elles sont négligeables au regard de la T.I.P.P. ;
- d'autre part, elles sont aussi acquittées lors des usages de produits pétroliers dans le cadre de secteurs d'activité autres que transport, comme par exemple dans l'industrie (alimentation des moteurs fixes, matière première : pétrole brut) ou l'agriculture (matériel agricole), ou bien encore, à titre de consommation finale (combustible) ;
- enfin, les destinations de ces recettes fiscales (recherche pétrolière, financement des stocks à des fins stratégiques) laissent penser qu'il pourrait s'agir là d'un impôt de rareté.

2. Sur la T.I.P.P.

Concernant le traitement de la T.I.P.P., nous savons (Cf document principal) qu'elle ne peut être considérée dans son intégralité comme une perception d'un tarif. Seule la partie qui est spécifique au transport, relativement à ce qui est encaissé des autres secteurs, constitue le tarif. La question se pose alors d'évaluer cette partie imputable aux autres secteurs.

Le tableau 2 suivant constitue un premier élément d'appréciation. Son objet est de faire apparaître des différentiels d'imposition à l'unité de volume consommée. Pour ce faire, nous rapprochons, pour certains des grands secteurs économiques, les consommations de la contribution au rendement de la fiscalité sur les produits pétroliers. La comparaison est relative à l'année 1988. L'usage des produits pétroliers est de deux types : énergétique et non énergétique. Nous ne disposons de la ventilation (en secteurs) des consommations que pour l'usage énergétique. L'utilisation de produits pétroliers à des fins non énergétiques recouvre toute les consommations représentant des matières premières dans un processus de transformation. C'est donc essentiellement l'industrie qui est concernée, singulièrement l'industrie chimique (pétrochimie). Aussi reporterons-nous ces consommations dans le secteur industrie.

Tableau 2:
Comparaison des consommations et des rendements fiscaux selon les secteurs (année 1988)

Secteurs économiques	Consommation finale de pétrole raffiné ²⁷		Rendement fiscal T.I.P.P. + Autres taxes (F.S.H., C.P.S.S.P., C.N.E., I.F.P., ADEME) ²⁸		Rendement fiscal à la tep
	En millions de tep	En %	En millions de F	En %	En Franc/tep
Sidérurgie	0,5	0,61			
Industrie	8,9 ²⁹ +10,3 ³⁰ =19,2	23,41			
Résidentiel-tertiaire	19,2	23,41			
Agriculture	2,7	3,29			
Total hors transport	41,6	50,73	18216³¹	15,42	437,88
Transport	40,4	49,27	92004	84,58	2277,33
Total nation	82	100	108773	100	

Ce tableau livre donc un ordre de grandeur de la part de la T.I.P.P. au litre qui peut être considérée comme spécifique au transport. L'on s'aperçoit que les secteurs hors transport acquittent globalement 437,88 F à la tonne équivalent pétrole de fiscalité sur les produits pétroliers. Ce chiffre est de 2277,33 F pour le secteur transport, soit une taxation 5,2 fois plus importante à la tonne équivalent pétrole.

Mais, l'écart ressortant du tableau précédent peut être accru par le passage des unités volumiques ou de poids à l'unité énergétique que constitue la tonne équivalent pétrole. Les taxes sont le plus souvent recouvrées à l'hectolitre ou au 100 Kg. Aussi, si l'on fait les hypothèses suivantes :

- les secteurs autres que transport consomment exclusivement des produits à faible coefficient de conversion tonne physique-tonne équivalent pétrole (comme par exemple le coke de pétrole), et il en va inversement du secteur transport (consommation de G.P.L. par exemple) ;

- la taxe est calculée au litre (ou à l'hectolitre) et les secteurs autres que transport consomment exclusivement des produits à faible masse volumique (comme par exemple l'essence), et il en va inversement du secteur transport (gazole par exemple) ;

Alors, l'écart constaté de 1 à 5,2 entre les secteurs de l'économie peut s'accroître.

Disposant d'un certain nombre de données résumées dans les tableaux 3 et 4 suivants, nous avons pu, sous les deux hypothèses ci-dessus, estimer une taxation au litre 8,71 fois plus importante pour le transport que pour les autres secteurs.

27. Source : INSEE, *Annuaire statistique de la France 1990*, Paris : INSEE, nouvelle série n° 37, 1991, p 513.

28. Source : INSEE - OEST, *Les comptes des transports en 1991*, Coll. INSEE Résultats, Série Economie Générale N°57, juillet 1992, pp. 146, 152-153.

29. Consommation énergétique.

30. Consommation non énergétique globale de la nation.

31. Calculé par différence entre le rendement total des taxes sur les hydrocarbures et ce qui revient au secteur de transport.

Tableau 3 :
Quelques coefficients de conversion tonne-tep

Produits pétroliers	Unité physique en tonne	Unité énergétique en tep
Pétrole brut, fioul domestique, produits à usage non énergétique	1	1
G.P.L.	1	1,095
Essence moteur et carburéacteur	1	1,048
Fiouls lourds	1	0,952
Coke de pétrole	1	0,762

Source : INSEE, *Annuaire statistique de la France 1990*, Paris : INSEE, nouvelle série n° 37, 1991, p 512.

Tableau 4 :
Masse spécifique de quelques produits pétroliers

Produits pétroliers	Masse spécifique (en Kg pour 1 litre)
Essence	0,725
Super plombé	0,750
Super sans plomb	0,764
Gazole	0,845
Fioul domestique	0,845

Source : Service des douanes de la raffinerie de Feyzin.

Cette hypothèse n'est sans doute pas réaliste, mais elle a le mérite de montrer que le surcroît de taxation sur le carburant pour le transport, tel qu'il transparaît du tableau 2, peut être sous-estimé. Peut-être aussi est-il sur-estimé ? Mais aux fins de faire apparaître une sous-tarifcation du transport encore plus patente (si toutefois celle-ci s'avérait par les calculs), nous choisirons l'hypothèse haute, s'agissant ici du rapport de surtaxation des carburants pour l'activité transport. Nous situerons donc ce rapport entre celui qui transparaît du tableau 2, soit 5,2, et celui que nous avons obtenu dans l'hypothèse ci-dessus, soit 8,71, en se situant toutefois plus près du second. Le tableau 5 ci-dessous montre que la part de la taxation sur les produits pétroliers qui peut être considérée comme spécifique au transport est bien représentée par l'excès de T.I.P.P. sur les carburants relativement à celle acquittée sur le fioul domestique (Cf sa dernière colonne). *A contrario*, le montant équivalent à la T.I.P.P. sur le fioul domestique sera interprété, au même titre que les taxes alimentant les fonds autres que le budget de l'Etat, comme l'impôt rareté. Le tableau 5 résume ces propos et synthétise les premiers éléments du calcul de la recette de tarif des déplacements urbains individuels.

Tableau 5 :
Eléments de base de la recette de tarification au titre de la fiscalité sur les produits pétroliers pour l'année 90

Carburant	Taux moyen annuel de T.I.P.P. ³²	Déduction au titre de l'impôt rareté ³³	Recette de tarif en Francs par litre consommé	T.I.P.P. carburant / T.I.P.P. fioul domestique ³⁴
Essence ordinaire	2,9351	0,404525	2,530575	7,26
Super plombé	3,085275	0,404525	2,68075	7,63
Super sans plomb	2,73135	0,404525	2,326825	6,75
Gazole	1,59075	0,404525	1,186225	3,93

Source : Fiscalité des produits pétroliers - Tableau des droits et taxes, *Bulletins Officiels des Douanes de l'année 90*

III. Redressement résultant de la T.V.A.

Nous ne pouvons cependant en rester au tableau ci-dessus. Quelques amendements sont en effet nécessaires du fait de l'acquiescement de la T.V.A. sur les produits pétroliers. De façon générale³⁵, la T.V.A. ne peut constituer une perception d'un tarif. Il s'agit d'une taxe générale sur la consommation, et l'on ne peut reconnaître au transport le juste droit à un retour pour le paiement de cette taxe indirecte. Dit autrement, il ne s'agit pas d'une taxe spécifique transport. Toutefois pour le consommateur final, le taux de T.V.A. est appliqué sur le prix du produit, y compris la taxation sur les produits pétroliers (T.I.P.P. et autres taxes). Cela implique un surcroît de taxation. De tels phénomènes sont sans doute observables pour d'autres consommations soumis à une taxation spécifique (énergie électrique, eau, alcool, tabac par exemple). Mais dans la mesure où les recettes de la T.I.P.P. sont notablement importantes, l'on peut admettre au transport une certaine spécificité quant à ce surcroît de T.V.A. résultant de la taxation T.I.P.P.. Il convient alors d'opérer une correction résumée dans la formule suivante³⁶ :

32. Au litre. Moyenne simple des 4 taux trimestriels de T.I.P.P. Notons que pour chacun des 5 produits (y compris le fioul domestique), ces taux ont été identiques aux trois derniers trimestres, ils étaient légèrement plus faibles au premier trimestre.

33. Taux moyen sur l'année de la T.I.P.P. au litre sur le fioul domestique.

34. Ce rapport est caractéristique de la surtaxation des carburants pour l'activité transport, relativement aux autres secteurs. Rappelons que nous avons formulé la convention qu'il soit encadré par les valeurs 5,2 et 8,71. On notera que c'est le cas, et qu'il se situe plus proche de 8,71, à l'exception du gazole.

35. C'est-à-dire pas uniquement à l'achat de l'énergie, mais pour toutes les autres consommations de facteurs dans le transport. Soulignons que le recul, entre 1987 et 1992, du taux de T.V.A. à l'achat des voitures particulières et commerciales (de 33,3 à 18,6 %), permet de rejeter l'argument d'une taxe spécifique transport se tenant dans ce surcroît de T.V.A..

36. Qui découle du raisonnement suivant :

- Soit ppr, prix du produit au sortir de la raffinerie. On a :

$ppr = (pp + T.I.P.P. + autres taxes + T.V.A.d)$,

avec pp, prix raffinerie du produit et $T.V.A.d = 18,6 \% * pp$, T.V.A. acquittée par le distributeur.

- Soit ppp, prix du produit à la pompe. On a :

$$[1] \text{ Tarif} = (1 + \text{taux T.V.A.}) * \text{T.I.P.P. carburant} - (1 + \text{taux T.V.A.}) * \text{T.I.P.P. Fioul domestique}$$

Le problème est alors de déterminer les deux taux de T.V.A. figurant dans la formule ci-dessus. Nous savons qu'une partie des déplacements que nous considérons renferme des déplacements faits par des entreprises, qu'il s'agisse de déplacements de personnes (V.P.) ou de marchandises (VUL). Pour ces entreprises, la T.V.A. sur le carburant est déductible, au même titre que sur les autres consommations intermédiaires et achat de biens d'équipement. Concernant donc le premier taux figurant dans [1], la valeur de 18,6 % se rapportant aux seules consommations finales des ménages est donc excessive. Pour tenter de déterminer un taux de T.V.A. prenant en compte sa déductibilité pour certaines activités, nous nous sommes livrés aux calculs résumés dans le tableau 6 suivant. On arrive alors à un taux de 17,19 % au lieu de 18,6 %.

Tableau 6 :
Calcul du taux moyen pondéré de T.V.A. pour les déplacements concernés

	Ménages (V.P.C., VUL)	Entreprises T.R.M. (VUL)	Autres V.P.C.	Total
Achat de carburant hors taxes (millions de F) (1)	35043	7001	1296	43340
T.I.P.P. et autres taxes (millions de F) (2)	68006	10297	1661	79964
(1) + (2) (millions de F)	103049	17298	2957	123304
T.V.A. sur carburant (millions de F) (3)	19167	1691	332	21190
Taux de T.V.A. sur carburant (3)/[(1)+(2)]	18,6 %	9,78 %	11,23 %	17,19 %

Source : INSEE - OEST, *Les comptes des transports en 1991*, Coll. INSEE Résultats, Série Economie Générale N °57, juillet 1992, pp. 152-153

Un tel redressement du taux de T.V.A. doit aussi être opéré sur la consommation de fioul domestique, que rappelons le, nous avons retenue comme représentative des consommations de produits pétroliers également soumises à T.I.P.P. mais pour des activités autres que transport. Il convient donc d'évaluer dans quelle mesure, ces activités économiques peuvent déduire la T.V.A. sur les produits pétroliers. Nous ne disposons pas toutefois des éléments chiffrés utiles. Le tableau 2 *supra* n'autorise qu'une vague appréciation du phénomène. On s'aperçoit en effet que 46 % des consommations non transport de produits pétroliers est imputable au secteur résidentiel-tertiaire, dont on peut supposer (pour la partie résidentielle uniquement) qu'elles ne donnent pas lieu à déduction de la T.V.A.. Constatant cette indétermination, nous ferons une hypothèse qui aura plutôt tendance à majorer les recettes de tarification. Nous considérons que toutes les activités hors transport peuvent récupérer la T.V.A., qu'il n'y a donc pas lieu de redresser la T.I.P.P. qu'elles acquittent, ce qui conduit enfin à minorer la part de la T.I.P.P. carburant considérée comme un impôt rareté.

ppp = 1,186 * (pp + T.I.P.P. + autres taxes + T.V.A.d + V.A.d),

avec V.A.d, valeur ajoutée du distributeur (paiement de ces salaires, de son capital, de ces impôts).

- Dans ppp, l'on peut évacuer d'emblée autres taxes (négligeables y compris avec le coefficient 1,186, payables par tous les secteurs, etc). On peut aussi évacuer T.V.A.d. Récupérable par le distributeur, cette T.V.A. ne sera pas facturée au consommateur. Les éléments 18,6 % * pp et 18,6 % V.A.d constituent le montant normal de la taxe sur la valeur ajoutée, et pp et V.A.d le prix de marché du produit. Reste donc, en surcroît de T.V.A., le terme 18,6 % * T.I.P.P..

Annexe n° 4 : Calculs conduisant à l'évaluation de la recette de tarif au titre de la fiscalité sur les carburants

La formule [1] se transforme donc en :

$$[1'] \text{ Tarif} = (1,1719) * \text{T.I.P.P. carburant} - \text{T.I.P.P. Fioul domestique}$$

et cela conduit aux valeurs définitives suivantes concernant les recettes de tarification qui entrent au titre de la fiscalité sur les produits pétroliers (tableau 7).

Tableau 7 :
Recette de tarification au titre de la fiscalité sur les produits pétroliers pour l'année 90

Carburant	Recette de tarif en Franc par litre consommé
Essence ordinaire	3,0351187
Super plombé	3,2111088
Super sans plomb	2,7963441
Gazole	1,4596749

ANNEXE N°5 :

LES MESURES REGLEMENTAIRES DE REGULATION DU TRAFIC, EXEMPLES EUROPEENS

I. Les restrictions de la circulation

1. Les interdictions de la circulation

Dès 1974, **Besançon** lance un Plan de Circulation restreignant l'accès au centre-ville. Parallèlement les rues du centre deviennent piétonnes. Les commerçants sont fréquemment opposés aux interdictions : cependant, ces craintes sont souvent irrationnelles. Ainsi, par exemple, deux ans après ces mesures, le chiffre d'affaire des commerçants de la ville de Besançon a augmenté de 20%.

En **Italie**, 45 villes ont interdit l'accès de leur centre-ville aux voitures. De telles mesures émanent le plus souvent de la volonté populaire plutôt que politique. Ainsi, elles ont été pour la plupart approuvées par référendum populaire. Présentons plus en détail les cas de Milan et Bologne.

A **Milan**, les premières mesures réglementaires pour réguler la circulation VP et donner la priorité aux TC apparaissent dans les années 70. A l'époque, la Place du Dôme, qui est le coeur de la ville et le noeud de jonction de huit lignes de transport public de surface, est fermée à la circulation privée.

A **Bologne**, les habitants ont manifesté leur volonté de réglementer la circulation motorisée et de protéger certains quartiers de la voiture. Cette position s'est affirmée lors du référendum de 1985 approuvé à plus de 50%. A la suite de ce résultat, les autorités de la ville décident d'interdire l'accès au centre-ville aux voitures à certaines heures. Par la suite, de 1986 à 1987, certaines rues sont aménagées en zones piétonnes. Ces mesures ne concernent pas tous les individus. En général, les catégories non concernées par les restrictions adoptées dans les centres-villes italiens sont :

- les résidents (pour éviter le dépeuplement du centre-ville),
- les commerçants (ils assurent le dynamisme du centre-ville),
- les touristes, visiteurs et clients,
- les transports collectifs et taxis,
- les responsables de professions publiques.

Les résultats sont, dans l'ensemble, satisfaisants pour Bologne où le nombre de véhicules circulant par jour a diminué.

Signalons enfin que **Barcelone** adopte une toute autre stratégie dans l'utilisation de l'interdiction. La Capitale catalane pratique cette mesure de façon ponctuelle, par exemple pendant la période de Noël. Cette politique a deux objectifs avoués :

- tester les réactions de la population,
- essayer de créer un "effet de surprise" afin que les conducteurs s'adaptent facilement aux fluctuations de la circulation. Cette tactique présente de plus l'avantage d'éviter que la population n'ait le temps de mettre en place des pratiques pour "court-circuiter" les mesures et en amoindrir l'efficacité.

Ainsi, nous constatons que, si en France les interdictions commencent tout juste à apparaître, de telles mesures sont appliquées dans d'autres pays avec une certaine efficacité.

2. La gestion de la circulation

Paris utilise depuis 1982 le système SURF (Système Urbain de Régulation des Feux). Il sélectionne le meilleur réglage des feux afin d'assurer la fluidité maximale du trafic. Il procède en fonction des informations recueillies par des capteurs implantés sous la chaussée.

A **Lyon**, le système mis en place s'appelle CORALY. Il permet la régulation et la coordination du trafic sur les infrastructures de circulation rapide de l'agglomération.

Barcelone quant à elle possède un "Centre de Contrôle du Trafic". Le Poste de Commande Central (PCC) possède un plan de la ville, 12 écrans de télévision et différents ordinateurs. Sur un panneau géant, tous les carrefours de la ville sont symbolisés par un signal lumineux orange qui devient vert en cas de problèmes. Chaque incident est soumis à l'ordinateur central qui gère les feux et qui doit alors mettre en place un nouveau plan de circulation. S'il arrivait que l'ordinateur ne puisse résoudre à lui seul le problème, une équipe d'ingénieurs est toujours prête à intervenir.

3. La canalisation des flux

Pionnière en France, dès 1974, **Besançon** met en place les mesures suivantes :

- interdiction de circuler dans la "boucle",
- création à l'intérieur de la "boucle" de quatre secteurs de circulation permettant la desserte des riverains et de répondre aux besoins ponctuels,
- création d'une rocade.

D'autres villes européennes ont elles aussi mis en place ce type de mesures. **Göteborg** a divisé son territoire en zones infranchissables sauf pour les piétons, les deux roues et les bus. En outre, il nous paraît intéressant de citer un exemple de ville suisse et un exemple de ville italienne, ces deux pays étant "avancées" en matière de mesures réglementaires de régulation des flux.

La ville de **Berne** est découpée en zones comportant une multitude de sens interdits qui rendent le passage d'une zone à l'autre totalement impossible. Il s'agit donc de territoires totalement

hermétiques entre eux. Pour aller d'une zone à une autre, il faut emprunter les grandes voies qui les contournent.

En 1973, la ville de **Padoue** procède aux premières limitations envers la VP dans le centre historique. En 1986, les autorités de la ville instaurent des règles spécifiques dans des "aires à circulation limitée". On appelle ces zones des "*Zona Blu*". L'objectif est de limiter et de sélectionner la circulation dans les zones les plus centrales. Cependant, toujours dans le but de ne restreindre que les déplacements motorisés les plus nocifs, certaines catégories de véhicules sont autorisées à circuler :

- les véhicules autorisés "par définition" (taxis, bus, police...); les véhicules commerciaux de transport de marchandises de poids inférieur à 35 tonnes uniquement entre 8 heures et 10 heures,
- les véhicules munis d'une autorisation annuelle précisant les conditions d'utilisation :
 - * utilisateurs de parkings sur des aires privées,
 - * résidents n'ayant pas de parking privé,
 - * les individus qui vont stationner pour une durée brève pour des activités particulières,
 - * les médecins pour les visites urgentes au domicile,
 - * les clients des hôtels pour le chargement et le déchargement des bagages,
 - * les administrateurs et les employés des services publics.

Les "*Zona Blu*" sont divisées en quatre secteurs. La plupart des autorisations de circuler n'est accordée que pour l'un des secteurs. Enfin, signalons que la réglementation s'applique en semaine de 8 heures à 20 heures.

4. La circulation par alternance

A **Athènes** il s'agit d'une circulation alternée entre les plaques minéralogiques paires ou impaires selon le jour de la semaine. Le taux de fraude est assez élevé ce qui diminue considérablement l'efficacité de la mesure.

A **Mexico**, le principe est le même qu'à Athènes mais les problèmes notamment de pollution atteignent une ampleur telle, que les autorités ont recours pour contingenter les véhicules à **cinq** couleurs différentes. Une seule est autorisée à circuler par jour.

En **Italie** enfin, le système n'est censé être utilisé qu'en cas d'alerte exceptionnelle. En 1992, ce pays a produit une ordonnance ministérielle fixant trois niveaux de pollution en fonction desquels différentes dispositions doivent être prises :

- au premier niveau de pollution, le Maire conseille de ne pas prendre sa voiture,
- au second niveau de pollution, le système de la circulation alternée est appliqué,
- au troisième niveau de pollution, c'est l'interdiction tous modes de circuler.

II. Les plans de circulation VP

A **Milan**, le plan de circulation vise à protéger le centre historique du flux des véhicules et à améliorer la qualité de la vie en ville. Il a connu différentes phases depuis sa première approbation,

par referendum populaire en 1985. Les évolutions depuis lors ont été nombreuses et pas toujours couronnées de succès.

- Septembre 1985 : il s'agit de la première limitation d'accès au centre-ville et du stationnement. Les restrictions ne concernent alors que la tranche horaire de 7 heures à 10 heures. Elles ne concernent pas les transports collectifs, les taxis, les transports de marchandises et de fonds, les véhicules des résidents, les deux roues et les véhicules autorisés (macaron sur le pare-brise). Ces mesures ont entraîné une baisse du nombre de véhicules pénétrant dans le centre-ville de 19%. Mais il aura fallu, pour obtenir un tel résultat, une présence permanente des forces de police. On relève toutefois un revers à la médaille caractérisé par des reports de trafic aux abords de la zone protégée. Ce phénomène a provoqué alors la saturation des parkings situés en périphérie immédiate du centre-ville (notons que l'une des justifications que le Maire de Lyon donne à sa politique des parkings en centre-ville est justement d'éviter ce phénomène aux abords de la Presqu'Île dont il compte faire une zone de circulation réglementée). Globalement, ce premier contingent de mesures milanaises a eu des résultats positifs, notamment en ce qui concerne la réduction de la gêne provoquée par les véhicules de livraison qui auparavant étaient contraints de stationner en double file.

- Septembre 1986 : devant ce succès, les autorités organisatrices du transport de la ville décident d'étendre les mesures à une nouvelle tranche de 7 heures à 11 heures 30. Cette extension doit empêcher le stationnement prolongé sur la voirie. De fait, un autre effet pervers s'était développé à l'issue des premières mesures. En limitant la circulation jusqu'à 10 heures, les horaires d'ouverture de certains magasins et les déplacements des travailleurs avaient glissé dans le même sens. Le résultat de ces nouvelles dispositions est désastreux puisqu'elles se soldent par une augmentation du nombre de véhicules circulant dans le centre-ville par rapport à la tranche horaire de 1985. En fait, il y a eu une augmentation des demandes de dérogation avec en corollaire un accroissement des autorisations accordées.

- Décembre 1987 : extension de la tranche horaire jusqu'à 13 heures. La situation demeure inchangée.

- Septembre 1988 : la tranche horaire des restrictions s'étale de 7 heures 30 à 18 heures. Parallèlement, la ville met en place une politique plus restrictive des critères pour dispenser des dérogations. Les résultats sont à nouveau positifs avec une baisse de près de 40% du volume du trafic par rapport à 1985.

Cet exemple est intéressant car il montre bien qu'en matière de mesures réglementaires de régulation du trafic, aucun résultat n'est jamais définitivement acquis. Il aura fallu de nombreux balbutiements et des phases d'échec pour qu'enfin, Milan trouve une solution efficace. Pour autant, la cité ne doit pas "s'endormir sur ses lauriers". A tout instant, les individus peuvent adopter de nouveaux comportements, développer des effets pervers qui risquent d'inverser la tendance. Il faut sans cesse être sur le qui-vive, anticiper et innover en matière de réglementation des déplacements urbains.

Paris développe la stratégie des "Axes Rouges" dont le but est d'optimiser le réseau viaire existant. On distingue à Paris :

- un réseau principal constitué du périphérique, des voies express et de 300 km de rues (sur 400 km au total),

- le réseau de desserte formé par le restant des infrastructures routières.

Sur le réseau de desserte, la priorité est donnée à la vie de quartier et aux piétons. Les mesures sont les suivantes :

- suppression de 100 000 places,

- augmentation des tarifs du stationnement en surface afin d'accroître le taux de rotation avec en outre une extension générale du stationnement payant,

- le permis de construire n'y est accordé, pour le logement, que dans la mesure où le promoteur s'engage à réaliser un nombre de places supérieur à celui des appartements. Cette stratégie vise deux objectifs : répondre d'une part à la demande de stationnement des résidents, éviter d'autre part qu'ils ne se garent sur la voirie.

- la création de 130 000 places en sous-sol d'ici l'an 2000 pour combler le déficit d'emplacements de stationnement pour les résidents estimé actuellement à 100 000 places.

Sur le réseau principal, en revanche, le déplacement bénéficie d'une priorité absolue sur le stationnement. C'est ce réseau qui constitue les "Axes Rouges". L'interdiction d'arrêt a toutefois été modulée selon les voies et selon les heures. On distingue trois types de voies :

- les rues sans commerces : l'arrêt y est totalement interdit,

- les rues commerçantes où l'arrêt pour livraison est autorisé de 20 heures 30 à 13 heures,

- les rues commerçantes où la circulation est telle que les livraisons ne peuvent être tolérées à aucun moment sur la chaussée. Dans ce cas, des aires de livraison ont été aménagées sur les trottoirs ou dans les rues adjacentes. Ces aires sont autorisées 24 heures sur 24.

Certains aménagements spécifiques tels que les stations de taxis, un marché découvert et la réservation d'emplacements pour les véhicules postaux ont été maintenus. Enfin, la signalisation (horizontale et verticale) a été tout particulièrement étudiée pour sensibiliser le public à cette nouvelle réglementation. En septembre 1990 a eu lieu la mise en service de la première tranche de 27 km d'Axes Rouges. Deux mois après cette ouverture, on pouvait faire le constat suivant³⁷ :

- une augmentation de 14% de la vitesse moyenne de circulation sur l'ensemble du réseau des Axes Rouges. Aujourd'hui, ce gain s'est stabilisé à 13%,

- une diminution de 57% des kilomètres perdus par le réseau des transports collectifs de surface pris dans la congestion,

- un accroissement de la fréquentation des parkings aux abords de la zone de 6%,

- une baisse de 36% du stationnement illicite.

De plus, les 2/3 des automobilistes déclarent mieux rouler depuis l'instauration des mesures. En revanche, les habitants dénoncent un accroissement des difficultés de stationnement. Pour que ces résultats perdurent, il faudra être vigilant et ne pas réduire la pression exercée par la présence des forces de police.

Le système adopté à Genève est sensiblement différent. Avant de le traiter en détail, faisons un détour par les orientations générales de la Confédération Helvétique. En effet, depuis 1982, la Suisse s'est dotée d'une "planification de la circulation" fondée sur 5 volets différents.

37. C. LAMBOLEY, B. JAMES, "Les Axes Rouges à Paris: un moyen simple d'optimiser le réseau existant", *TEC*, n°108, septembre-octobre 1991, pages 15 à 18.

-1/ Développer les transports publics et supprimer des places de stationnement. Ainsi, à Berne, le nombre de places disponibles en centre-ville est si faible que les employés et les individus venant y faire des achats s'y rendent en général en tramway, trolley ou bus. Nous l'aurons compris, l'existence ou l'absence de possibilités de stationnement exerce une influence certaine sur le partage modal.

-2/ Le détournement du trafic de transit.

-3/ Le reclassement de la plupart des routes principales en rues de quartier. Cet objectif se traduit par l'application du programme "Quartiers Résidentiels" et la "Tranquillisation des quartiers" de ces zones. Comme à Paris, ce projet propose une gestion du stationnement des résidents. Il s'agit en effet de maintenir un nombre élevé d'emplacements de parcage lors de la construction de nouveaux immeubles afin de réduire le stationnement sur la voirie. La philosophie de l'action suisse est de "faire prendre conscience aux individus que la rue n'a pas une fonction de garage" (à Tokyo, ville où l'espace est particulièrement rare, la plaque d'immatriculation ne peut être obtenue qu'en faisant la preuve de la possession d'un garage au domicile). La mesure vise également à enrayer le dépeuplement en centre-ville. Un tarif préférentiel est offert uniquement aux bernois résidents qui n'ont pas déjà un garage pour éviter un effet pervers : la sous-location des garages aux pendulaires. Cette vignette incite le résident à laisser son véhicule dans sa rue et à aller travailler en transport en commun. Cette politique agit donc directement sur la congestion à défaut de ne pouvoir agir sur la consommation d'espace. Mais le but, à terme, est bien de développer le stationnement à domicile. Car la vignette finit par faire "de la rue un garage"³⁸. Elle diminue le taux de rotation du stationnement et empêche de plus le stationnement nocturne pour loisirs sur la voirie qu'il convient d'encourager.

-4/ La transformation des quartiers en "Cellules à trafic modéré".

-5/ La répétition de ces dispositions en périphérie.

C'est dans ce cadre que la ville de Genève développe un plan de déplacements urbains dont nous allons détailler le plan de circulation VP. Le plan de circulation de Genève s'intitule "Circulation 2000". Il comporte trois types d'actions principales :

- La canalisation des flux de transit.

- Le traitement différencié des types de trafic grâce à un réseau de voies hiérarchisées :

* le réseau primaire assurera une circulation fluide aux transports privés et publics. Des opérations de modération de la vitesse de la circulation seront appliquées lors de la traversée de zones fortement urbanisées,

* le réseau secondaire devra assurer la connexion des réseaux primaire et de quartiers. Le trafic de transit entre quartiers en sera exclu sauf pour les transports en commun, les transports professionnels ou les cyclistes,

* le réseau de quartier, où la modération du trafic sera appliquée, assurera les déplacements à l'intérieur des secteurs.

38. Sabine PODEROUX, 1992.

- Le traitement différencié du stationnement :

* le stationnement des habitants devra progressivement s'effectuer dans des parkings privés. En attendant la généralisation de ce type de parcage, des conditions particulières seront accordées aux résidents pour stationner sur la voirie,

* le stationnement des pendulaires devra être limité au strict minimum. Parallèlement, des parkings d'échange seront développés en périphérie,

* le stationnement des visiteurs sera développé en ville par la libération des places occupées jusque là par les migrants alternants ou les véhicules en stationnement illicite. Par ailleurs, l'offre de parkings sera augmentée,

* le stationnement des professionnels s'effectuera le long du réseau primaire mais avec une meilleure protection des emplacements qui leur seront réservés (certains seront ainsi réinstallés sur des trottoirs),

* le stationnement des deux roues et des handicapés sera mieux protégé.

Il ne s'agit plus comme auparavant d'augmenter le nombre de kilomètres d'infrastructures, mais d'optimiser le réseau viaire existant. Il ne s'agit pas non plus de ne considérer que les seuls intérêts des automobilistes, mais au contraire, d'avoir le souci de n'oublier personne. Les plans de circulation visent à assurer la satisfaction d'un maximum de besoins au plus grand nombre d'usagers en limitant au maximum les externalités négatives pour la collectivité. Même si ces exemples varient dans la formalisation, nous constatons que l'on se dirige toujours vers plus d'intégration des différents modes. Souvent, ces plans de circulation ne sont qu'un volet d'une gestion plus globale des déplacements urbains.

III. L'action sur le stationnement

1. Limitation physique de l'offre de stationnement

C'est dans cette optique que la ville de **Padoue** (Italie) a procédé à l'interdiction de stationner dans les parcs du centre en début de matinée (8 heures-10 heures). On a pu relever un certain nombre d'avantages à cette mesure :

- la suppression des bouchons dus aux VP en attente d'une place de stationnement de moyenne ou longue durée,

- une plus grande disponibilité pour le stationnement "opérationnel" aux autres heures de la journée,

- le renforcement de l'effet de dissuasion pour le stationnement non "essentiel".

2. Limitation du stationnement sur voirie

Il s'agit d'isoler le stationnement en utilisant des parkings. L'illustration de cette politique peut être fournie par l'exemple de la ville de **Lyon** qui annonce deux raisons principales à sa politique de construction de parkings :

- une meilleure organisation des déplacements et de la circulation (les entrées et sorties de véhicules sont en effet prévues le long des fleuves, soit en périphérie de la zone centrale à protéger),

- une réduction du stationnement de surface avec notamment la chasse au stationnement irrégulier. Ce dernier est un véritable fléau. Il se situe à hauteur de 50% du stationnement global et contribue grandement à la production d'externalités négatives donc de congestion dans le centre de la

ville. Cependant, le laxisme du contrôle n'est pas complètement indifférent à cet état de fait puisque le taux de verbalisation est seulement de 5%.

Le discours des dirigeants lyonnais s'est traduit par une politique de construction de parkings qui devrait atteindre 10 000 places d'ici 1995. L'offre de parkings est toutefois hiérarchisée et finalisée :

- des parkings d'accueil périphériques,
- des parkings de protection de l'hypercentre vont être créés dans la Presqu'île (le cœur de la ville) de sorte à être le plus facilement accessibles depuis les quais,
- des parkings de protection du centre de l'agglomération : ils sont liés à une activité spécifique d'un lieu et sont proches des points d'interconnexion avec les transports en commun.

IV. Les aménagements de voirie pour restaurer la fonction locale

En Suisse le partage de la voirie est totalement favorable aux transports publics, aux deux roues et aux piétons. Ce partage s'effectue en limitant les voies réservées aux voitures. Dans ce pays, un soin particulier est apporté à la protection des zones résidentielles. La vitesse y est limitée à 20-30 Km/h. Cette limitation est rendue possible par un réaménagement des rues totalement repensé. Dans cette opération, c'est toute la panoplie du "mobilier urbain" (chicanes, dos d'âne...) qui est utilisée afin de gêner la circulation des VP et de baisser leur vitesse. Cette protection des zones d'habitat a pour but de "tranquilliser les quartiers résidentiels". C'est l'objectif poursuivi par la ville de Zurich qui a créé des "rues résidentielles" dès 1980. Le partage de la voirie s'effectue au détriment de la voiture. En outre, dans ces rues, la vitesse de circulation est limitée et les piétons sont prioritaires.

En janvier 1980, à la suite de l'expérience de cette ville, l'article 43 concernant les rues résidentielles a été introduit dans la Législation de la Confédération Helvétique. Il décrit le principe de la signalisation de la "rue résidentielle". Le signal "Rue résidentielle" désigne des aires de circulation spécialement aménagées de sorte à être destinées en premier lieu aux piétons. La réglementation de la circulation y est spécifique :

- vitesse maximale de 20 km/heure,
- priorité aux piétons qui peuvent utiliser tout l'espace qu'ils souhaitent,
- obligation faite aux voitures de se garer uniquement aux endroits réservés à cet effet.

Ces concepts de modération de la circulation et de restauration de la fonction locale des quartiers sont également une préoccupation majeure en Allemagne où les villes transforment leur centre en "plateau piéton". A Berlin par exemple, 70% de la voirie doivent être convertis en zone à trafic modéré où la vitesse n'excédera pas 30 km/h. Dans la nouvelle capitale allemande, la Beusselstrasse est un axe important de la circulation qui comporte de surcroît de nombreux commerces, des habitations, des espaces publics... En 1985, sur une période de 12 heures, on y a relevé le passage de 15 000 véhicules, 3 500 piétons et plus de 500 cyclistes. Pour ces deux dernières catégories d'usagers, les conditions de circulation étaient à l'époque désastreuses :

- la chaussée est si large que lors de la traversée, les piétons doivent s'arrêter en son milieu. Cette pause se fait en l'absence de toute protection et dure en moyenne 19 secondes,
- la vitesse de circulation des voitures est particulièrement élevée (15% des automobilistes roulent à plus de 60 km/h),
- les conflits d'usage sont nombreux.

Le réaménagement de la rue a tenu compte de ses différentes fonctions (commerces et surtout habitat). Le projet retenu prévoit ainsi :

- le rétrécissement de la chaussée afin de réserver plus d'espace aux piétons et aux cyclistes,
- la multiplication des passages pour piétons,
- le détournement du trafic poids lourds en transit,
- l'aménagement d'espaces pour les livraisons,
- la priorité des bus aux carrefours ainsi qu'un meilleur agencement de leurs arrêts.

Cet exemple ne constitue certes pas la panacée. Il montre simplement que les moyens d'agir existent si telle en est la volonté.

V. Actions en faveur des TC

1. Revaloriser l'image des transports collectifs

Les villes doivent en permanence demeurer vigilantes et surveiller l'évolution des déplacements de leurs citoyens même lorsqu'elles ont mis en place un plan de circulation dont les premiers résultats sont bons. Ainsi, **Besançon**, qui a pourtant été pionnière en France dans le domaine des restrictions d'usage de la VP a-t-elle petit à petit vu "fondre" son avance sur les autres villes. Elle a connu une période d'essoufflement en matière d'efficacité des mesures qui s'est étalée de 1986 à 1989. Le réseau TC de la ville est alors entré dans un cercle vicieux : baisse de la fréquentation - chute des recettes - baisse de la qualité - diminution de la fréquentation... avec en corollaire un renouveau de la mobilité VP.

Aujourd'hui, le plan de relance de la politique des déplacements urbains passe, entre autres, par une revalorisation des TCU, notamment au travers de mesures destinées à jouer la carte de la qualité de service afin de montrer aux bisontins que les transports collectifs s'adressent à tout le monde, quel que soit le niveau d'exigence.

Le plan d'action prévoit :

- d'augmenter le nombre de places assises et semi-assises même aux heures de pointe,
- l'annonce vocale du prochain arrêt,
- l'introduction de bus à plancher bas,
- un nouvel aménagement des arrêts avec la mise au point de nouveaux abris, l'éclairage des poteaux d'arrêts, l'installation de places assises,
- d'améliorer la qualité de l'information à destination des usagers,
- d'améliorer les cheminements piétonniers en amont et en aval de l'arrêt.

La ville de **Marseille** s'est dotée, quant à elle, de gares d'échange bus-métro performantes. Leur but est d'assurer les correspondances dans les meilleures conditions possibles (protection des trajets des voyageurs, piétonnisation, bornes de signalisation, panneaux de correspondances...). Traiter cet aspect est particulièrement important car un des points les plus néfastes à l'attractivité des TC est la rupture de charge. Ce problème est très sensible pour les migrants alternants dont le temps perdu est extrêmement mal vécu. Les pendulaires qui prennent leur voiture le matin pour se rendre à leur travail consacrent souvent le temps passé dans les embouteillages à des activités telles que la lecture de journaux, de rapports, le rasage pour les hommes, le maquillage pour les femmes...! Ce temps leur apparaît alors comme plus sûrement perdu dans les transports en commun.

Ainsi, à **Marseille**, quant un métro entre dans l'une des ces gares d'échange, tous les départs de bus sont bloqués afin de laisser le temps aux voyageurs de gagner leur correspondance. Ce qui fait

dire à la société exploitante que: "A la RTM, l'image désastreuse du bus qui vous file sous le nez à été parfaitement maîtrisé". C'est sans doute une des raisons des bons résultats obtenus par la cité phocéenne en matière de transfert modal vers les TC des migrants alternants.

2. Développer les TC dans les zones peu denses

La Rochelle fait appel depuis 1986 aux taxis pour compléter son réseau de transports en commun dans le cadre du programme AUTOPLUS. Les taxis effectuent des trajets "borne à borne" au départ ou à destination de deux bornes du centre-ville. Elles sont au nombre de 48. Ce service fonctionne 24 h/24. Un taxi appelé doit se rendre à la borne concernée dans les 10 minutes qui suivent. La course coûte 26 francs (un ticket est valable pour une à quatre personnes). En 1990, cette expérience a permis de réaliser 20% du nombre total des courses et 2% de l'offre kilométrique totale (TC + taxi). L'économie financière obtenue grâce à l'utilisation des taxis à la place des bus est d'environ 980 000 francs. En effet, l'exploitation de bus en l'absence de possibilité de massification des flux coûte très cher.

A Saint-Brieuc, les dirigeants de la ville constatant que sur certaines lignes il est inutile de faire circuler des bus (taux de remplissage très faible), ont mis en place le système TAXITUB. C'est le client qui en téléphonant à un central (45 minutes à l'avance) engage l'offre. Les taxis assurent des dessertes fixes. Ce système de ligne virtuelle avec réservation téléphonique est également expérimenté sur le PTU (Périmètre des Transports Urbains) de Bayonne-Anglet-Biarritz sous le nom de système CRISTOBALD.

3. La desserte du centre-ville par les TC

La ville de Lyon a bien compris cet impératif. Elle a mis en place un service particulier au centre-ville : la "Navette Presqu'Ile". Il s'agit d'un minibus qui complète la desserte métro dans l'hypercentre par un service de proximité à vocation "shopping". Toute la Presqu'Ile (le coeur de la ville), les parcs de stationnement du centre et les rues commerçantes sont desservis. Par ailleurs, la liaison directe avec la SNCF est assurée par la desserte de deux gares. La Navette circule de 7 heures à 24 heures. Elle répond ainsi à la fois aux activités de la journée, aux déplacements localisés et aux besoins des visiteurs nocturnes. La fréquence normale est d'un minibus toutes les 10 minutes et toutes les 5 minutes aux heures de pointe et le samedi de 9 heures à 19 heures.

Au-delà de la nécessité d'offrir une solution alternative attractive à la voiture en centre-ville, la Navette a aussi comme objectif de répondre aux besoins particuliers d'un maximum d'individus. Les transports collectifs ont une mission de Service Public et ne doivent pas faire d'exclus. Cela fait aussi partie de l'image de marque que de faire en sorte d'être au service de toutes les situations. Il faut agir de sorte à ce que les individus aient de moins en moins le réflexe de penser à leur voiture pour assurer un déplacement.

4. Un réseau TC qui ne fait pas d'exclu

Nous traiterons ce sujet à travers une seule illustration qui montre la volonté d'une ville de répondre aux différents secteurs de la demande de transport au moyen des TC. La ville de **La Rochelle** a développé le concept AUTOPLUS, un service qui comprend :

- les bus de mer (ligne régulière par la mer),
- le passeur AUTOPLUS: traversée du Vieux Port à la demande,
- les vélos AUTOPLUS, confiés gratuitement pendant deux heures, puis loués à l'heure ou au jour supplémentaires,
- les taxis AUTOPLUS (voir précédemment),
- les autobus adaptés aux handicapés.

La mauvaise image des transports collectifs peut être inversée. Tous les exemples cités ici le montrent. Mais, pour provoquer le transfert modal qui permettra enfin d'avoir une réduction sensible de la congestion et du niveau des externalités négatives de la circulation VP en ville, il faut avant tout que les autorités choisissent clairement de restreindre l'usage de la voiture et de favoriser les autres modes. Sans quoi les avantages individuels à l'utilisation de l'automobile constitueront un frein au transfert modal.

5. Les expériences de gratuité des TC

Elles ont été menées :

- à Besançon et à Stuttgart en 1980,
- à Tours, Angoulême et Lorient en 1983,
- à Caen et Clermont-Ferrand en 1984.

Leur objectif est généralement d'encourager l'usage des TC auprès de populations utilisatrices de l'automobile. L'idée sous-tend ces expériences est que les non-usagers ne connaissent pas les intérêts des TC, et qu'il faut donc les leur faire connaître pour lutter contre l'*a priori* négatif que connaissent les TC³⁹.

Cela a été expérimenté à Compiègne. On s'est aperçu que si la gratuité a bien permis d'accroître la fréquentation des transports collectifs, la circulation automobile n'a pas diminué pour autant. Les déplacements TC ayant le plus augmenté étant les trajets domicile-école. A Clermont-Ferrand, le transfert modal durable (à un horizon de 6 mois) suscité par l'opération est de 1% des personnes contactées. Ce résultat faible peut tout de même être considéré comme satisfaisant puisque :

- il a permis de couvrir le coût de l'opération,
- ces déplacements sont réguliers et stables dans le temps,
- il a permis d'obtenir l'opinion des non-usagers sur le réseau,
- d'avoir des porteurs d'opinion convaincus pour le reste de la population.

39. CETE de Lyon, CETUR, AFME : *Les abonnements gratuits, bilan d'une expérimentation*, juillet 1985.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux :

AYDALOT Philippe. *Economie régionale et urbaine*. Paris : Economica, 1985. 487 p.

BONNAFOUS (A.), PUEL (H.). *Physionomie de la ville*. Paris : Les éditions ouvrières, 1983.

CROZET Yves. *Analyse économique de l'Etat*. Paris : Armand Colin Collection Cursus, mai 1991. 192 p.

MERLIN Pierre. *Géographie, économie et planification des transports*. Paris : PUF Fondamental, avril 1991. 472 p.

L'évolution de la mobilité :

BIEBER (A.), MASSOT (M-H.), ORFEUIL (J-P.). Questions vives pour une prospective de la mobilité quotidienne. Arcueil : INRETS, 1992. 21 p.

BONNEL Patrick. Mobilité et contrainte. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

CETUR, Ministère de l'Equipement, du Logement, des Transports et de la Mer. *10 ans de mobilité urbaine : les années 80*. CETUR, 1990. 75 p. + annexes.

GALLEZ Caroline, MADRE Jean-Loup. Le parc automobile dans les années 2000 : méthodes démographiques de projection à long terme. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

INRETS. *Un milliard de déplacements par semaine : la mobilité des français*. Paris : La Documentation Française, 1989. 293 p.

LAMBERT Thierry, MADRE Jean-Loup. Prévisions à long terme du trafic automobile. CREDOC (collection des rapports), n°60, mai 1989. 67 p. + annexes.

REICHERT Henri, REMOND Jean-Daniel. "Pathologie de la grande ville", *Les Cahiers Français*, n°203, octobre-décembre 1981, p.67.

Revue problèmes politiques et sociaux : Les déplacements urbains, n° 690, octobre 1992.

TABOURIN Eric. Un modèle de simulation du financement des TCU à l'horizon 2000 : le modèle QUIN-QUIN, application à l'agglomération lyonnaise. Thèse d'Université. LET, 1989. 337 p.

WEBSTER (F-V.) et alii. *Evolution des déplacements urbains*. Transport and Road Research Laboratory, 1985. 90 p.

Le système de transport :

BONNAFOUS (A.). Les effets comparés des investissements de transport urbains, Paris : CEMT, rapport O.C.D.E., 1991.

BLY P. (H.), JOHNSTON (R.H.), WEBSTER (F.V.). "A panacea for road congestion ?", *Traffic Engineering and control*, janvier 1987, pp. 8-12.

CETUR, CETE de Lyon, C.E.R.D.A.-G.E.N.E.S.T. . Le stationnement privé au lieu de travail : facteur d'évolution de la mobilité et de la structure urbaine. 1991. 147 p. + annexes.

Commissariat Général au Plan. *VI Plan de développement économique et social (1971-1975)*. Paris, 1971. 119 p. + annexes.

Commissariat Général au Plan. *VII Plan de développement économique et social*. Paris : La Documentation Française, 1976. 160 p.

Commissariat Général du Plan d'Équipement et de Productivité. *Le cinquième Plan*. Paris : La Documentation Française Illustrée, n° spécial 220-221, octobre-novembre 1966.

Décret 60-661 du 04/07/60 modifiant la loi 55-435 du 18/04/55, *Journal Officiel* du 09/07/60, p.6321.

DOMENACH (O.). "Le transport public urbain en crise", *Transport Public*, 7 août 1992, pp.50-52.

GASCUEL Alain. *Aspects du quatrième Plan*. Paris : Berger Levrault, 1962. 176 p.

GERONDEAU Christian. *Les transports urbains*. Paris : PUF (Que sais-je), 1977. 125 p.

GRARD (J-M.), PREEL (B.). "Toujours plus de routes pour toujours plus d'automobiles", *Transport Public*, n°895, août 1991, pp.22-29.

JOHNSTON (R.H.). "Some mechanisms of speed similarity in urban areas. The similarity of observed door-to-door speeds", *Traffic Engineering and control*, janvier 1988, pp. 6-9.

JOHNSTON (R.H.). "Some mechanisms of speed similarity in urban areas. The stability of observed road speeds", *Traffic Engineering and control*, février 1988, pp. 72-75.

Loi 51-1480 du 30/12/51 (création d'un fonds spécial d'investissement routier), *Journal Officiel* du 30/12/51, pp. 13019-13020.

Loi 55-435 du 18/04/55 portant statut des autoroutes, *Journal Officiel* du 09/07/60, pp. 6319-6321.

Loi n°82-1153 du 30/12/82 d'orientation des transports intérieurs, *Journal Officiel* du 31/12/82, pp.4004-4011.

MOGRIDGE M. J. H., *Jam yesterday, jam today and jam tomorrow*, London : University College of London, Transport Studies Group, october 1985.

MOGRIDGE M. J. H., HOLDEN D. J., "A panacea for road congestion ? A riposte", in *Traffic Engineering and control*, janvier 1987, pp. 13-19.

MUMFORD Lewis. "L'automobile contre la ville", *Les Cahiers Français*, n°203, octobre-décembre 1981, pp.58-59.

WEBSTER F. V., "Le transport dans les aires urbaines - tendances actuelles et perspectives", in *Les cahiers scientifiques du transport*, n° 17-18, 1988, pp. 15-44.

L'internalisation des effets externes (péage, réglementation) :

ADTS, CETUR, IBSR, IREC, La sécurité routière. *La rue un espace à mieux partager*. Paris : Amarcande, 1990. 58 p.

ALLAIS, DEL VISCOVO, DUQUESNE de la VINELLE, CORT, SEIDENFUS, *Options de la politique tarifaire dans les transports*, Bruxelles : C.E.E., Coll. Etudes, Série transports, n° 1, 1965, 485 p.

"L'Italie sauve ses villes", *La Lettre du GART* n°40, février 1989, pp. 1-3.

"Marseille veut aussi faire sauter le bouchon", *La Lettre du GART* n°69, novembre 1991, pp. 1-3.

ARABEYRE Agnès-Marie, PETIOT Romain-Cédric. Etude du flux de véhicules aux abords des écoles primaires et maternelles lyonnaises. Mémoire de Maîtrise d'Economie : Université Lumière Lyon 2, mai 1992. 61 p. + annexes.

AUZANNET Pascal, BAYE Eric, DAMPIERRE Joël. Le système de transport à Singapour. Union des Transports Publics-Centre d'Etudes Economie et Urbanisme, décembre 1992. 53 p.

BECKERICH Christophe. Les usages de l'espace public et le partage de la voirie. Réflexions méthodologiques. Mémoire de DEA d'Economie des Transports, LET, 1993. 156 p. + annexes.

BIAU (V.). "Montpellier 1971-1974 : une expérience de "transport individuel public"", *Transports Urbains*, n°72, juillet-septembre 1991, pp. 21-25.

BONNAFOUS (A.). La politique commune des transports - L'harmonisation des conditions de concurrence. Allocation des coûts externes, Communication à la conférence de l'E.S.T.I., Bruxelles, 18 et 19 mai 1989.

BONNEL Patrick, DEMANGET Sophie, RABILLOUD Jean-Luc. Politiques de déplacements urbains en Europe, analyse comparative Espagne, France, Italie, Norvège, Suisse, LET, 1993. 36 p.

BOURGOIN Maurice-Henri. "Lutte contre la congestion dans les villes", *UITP Revue*, volume 36-3/87.

BOVY Philippe, LAURIN (Y.). "Besançon : vers un second souffle de la politique des déplacements", *Transports Urbains* n°73, octobre-décembre 1991, pp.27-34.

BOVY Philippe. Impulsions de l'environnement sur le développement des transports publics suisses. Communication au congrès annuel du GART, Lyon, décembre 1992. 31 p.

BROCHE (M.), GAMBARD (JM.). "La modération de la circulation en ville. Enjeux et perspectives", *TEC*, n°104, janvier-février 1991, pp.11-14.

C'est 9 à Lyon. "Circulation Presqu'île le flot maîtrisé", *Revue Municipale de Lyon*, n°47, juillet-août 1993, pp. 8-10.

CETE de Lyon, CETUR, AFME. *Les abonnements gratuits, bilan d'une expérimentation*. Juillet 1985. 53 p. + annexes.

CETUR-GART. *Villes moyennes*. Bagnex : Ministère de l'Equipement du Logement, des Transports et de l'Espace, Collection "Déplacements" n°10, 1992.

CETUR. *Guide zones 30. Méthodologie et recommandations*. Bagneux : CETUR, 1992. 54 p. + annexes.

CETUR. *Italie*. Bagneux : Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de l'Espace, Collection "Déplacements" n°7, 1992. 237 p.

CETUR, Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière. *Modération de la vitesse en agglomération. Recommandations techniques sur la limitation généralisée à 50 km/h.* Bagneux : CETUR, 1990. 144 p.

CETUR, Ministère de l'Équipement du Logement, des Transports et de la Mer. *Villes plus sûres, quartiers sans accidents. Savoir-faire et techniques*. Bagneux : CETUR, 1990. 317 p.

CETUR. *Réduire la vitesse en agglomération*. Bagneux : CETUR, 1989. 86 p.

CETUR. *Villes moyennes*. Bagneux : Ministère de l'Équipement du Logement, des Transports et de l'Espace, Collection "Déplacements" n°12, 1992. 128 p.

CLEMENT Lionel. *Quelle place pour le taxi dans le système de transports urbains ?* Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

CORBET Pierre. *Le tramway outil de reconquête de l'espace urbain*. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 7 p.

COURAUD Roger. "Rétrécissement de chaussée et ralentissement", *TEC* n°75, mars-avril 1986, pp.29-32.

CUIFFINI (F-M.), DI EUGENIO (A.). *Etude pour la ville sans voitures*. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

DAMPIERRE Joël, VIENNET Robert. "Marseille à l'heure des choix", *Transport Public*, novembre 1992, pp.16-21.

DAMPIERRE Joël. "Centre-ville : faut-il faire payer les automobilistes ?", *Transport Public*, février 1992, pp.30-35.

DAMPIERRE Joël. "On a que le choix des embarras", *Transport Public*, juillet-août 1992, pp.30-35.

DELAYER Marc. *Les variables de commande du système de transport urbain : première approche générale des différentes actions*. Mémoire de DEA d'Economie des Transports : LET, 1986. 155p. + annexes.

DEMANGET Sophie. *La politique des déplacements urbains en Europe - Analyse comparative des politiques de transports urbains à Barcelone, Bologne, Lyon, Milan, Montpellier*. Mémoire de DEA d'Economie des Transports : LET, septembre 1992. 166 p. + annexes.

DOBIAS (G.), PAPON (F.). "Des voies souterraines en région d'Ile de France", *Transports*, n° 340, mars-Avril 1990, pp. 176-181.

EUROPLAN. RHONALPENERGIE. *Polyen - Analyse des émissions de pollution liées à l'énergie dans l'agglomération lyonnaise*, étude réalisée pour le compte de la COURLY et de la Commission des Communautés Européennes (DGXVII), Mars 1992.

Bibliographie

Fiscalité des produits pétroliers - Tableau des droits et taxes du 2ème trimestre 1994, Bulletin Officiel des Douanes.

GAMBARD (J.-M.). La modération de la circulation en ville. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 8 p.

GANNON Frédéric. Tunnel à péage et structure des déplacements intra-urbains. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 13 p.

HAU (T.D.). *Economic fundamentals of road pricing - A diagrammatic analysis*, Washington : Banque mondiale, Division transport, département des infrastructures et du développement urbain, Série "policy research working paper", WSP n° 1070, Décembre 1992. 96 p.

HJORTHOL (R.). "Changes in travel behaviour after introduction of a toll cordon in Oslo", communication à la 6ème conférence mondiale sur la recherche en transport, juillet 1992, Lyon : LET, secrétariat de la WCTRS.

INRETS. *Modulation de la vitesse en ville et catégories de voies urbaines*. Rapport n°44. Arcueil : INRETS, 1991. 75 p.

INSEE. *Annuaire statistique de la France 1990*, Paris : INSEE, nouvelle série n° 37, 1991, p 512.

JAMES Bernard, LAMBOLEY Christian. "Les Axes Rouges à Paris: un moyen simple d'optimiser le réseau existant", *TEC* n°108, septembre-octobre 1991, pp. 15-18.

LARSEN (O.I.). "The toll ring in Bergen, Norway - The first year of operation", *Traffic Engineering and control*, Avril 1988.

LARSEN (O.I.), MATHIEU (P.), RAMJERDI (F.). "Is perfect road pricing cost effective ? ", *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage ?*, actes du colloque "La régulation des déplacements urbains par leurs prix", entretiens Jacques Cartier des 4, 5, 6 décembre 1991, Lyon : Programme Pluriannuel en Sciences Humaines Rhône-Alpes - CNRS (ed.), pp. 165-176.

LE TOURNEUR Marc. "Le comité de promotion des transports décerne un "bravo" à Strashbourg", *Transport Public*, février 1992, pp.20-23.

LESNE Jacques. Eléments de réflexion sur la mise en service de TCSP dans les agglomérations de province. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

LOMAZZI Marc. "Transports urbains, les élus veulent taxer les automobilistes", *La vie du rail* n°2335, 5-11 mars 1992, pp.24-25.

MARTIN (D.), MICHAELIS (L.). *Reducing the impact of on the global environment*, communication à la 6ème conférence mondiale sur le transport, Lyon, Juillet 1992.

MASSOT (M. H.). *La tarification dans les transports collectifs urbains*, Lyon : LET, cours du DESS TURP, 1993.

MIGNARD (F.), VOGRIG (A.). "La limitation de vitesse en agglomération en Suisse", *TEC*, n°104, Janvier-février 1991, pp.7-10.

MORCHOINE (A.). "Transport et environnement - Quels enjeux pour la ville ?" , *Transport Public*, n° 913, mars 1993, pp. 30-32.

MORRISON (S.A.). "A survey of road pricing", *Transportation Research*, Vol 20 A, n° 2, pp. 87-97, 1986.

NOIR Michel. "Il faut frapper vite et fort", *Transport Public*, décembre 1992, pp.30-33.

OEST-INSEE. *Les comptes des transports en 1991*, INSEE, Coll. INSEE Résultats n° 205. Série Economie générale, n° 57, Juillet 1992, p 152.

PAPON Francis. "Une modélisation de l'équilibre local du stationnement : SUPERNOVA et son application dans quatre villes européennes", *Recherche Transports Sécurité* n°34, juin 1992, pp. 37-47.

PAPON Francis. *Les routes de première classe - une tarification différenciée de la circulation en agglomération pour en améliorer l'efficacité économique de manière socialement équitable*, Thèse pour l'obtention du doctorat de Sciences Economiques, Paris : Université Paris XII, Institut d'urbanisme de Paris, Avril 1991.

PAPON Francis. Les "Routes de Première Classe": un péage urbain choisi par l'utilisateur. Colloque La régulation des déplacements urbains par leur prix, Quatrièmes Entretiens du Centre Jacques Cartier. Lyon, LET, du 4 au 6 décembre 1991. 19 p.

POUDEROUX Sabine. La politique du stationnement : un outil de la politique des déplacements urbains. Mémoire de DEA d'Economie des Transports : LET, 1992. 89 p. + annexes.

PRETTY (R.). "Road pricing : a solution for Hong Kong", *Transportation Research*, Vol. 22A, n° 5, 1988, pp. 319-327.

Programme Rhône-Alpes Recherche en sciences humaines. *La mobilité urbaine : de la paralysie au péage*. Centre Jacques Cartier, 1991. 359 p.

RABILLOUD Jean-Luc. Analyse comparative de politiques de déplacements urbains en Europe -Les cas de Berne, Grenoble, Lyon, Oslo, Zurich. Mémoire de DEA d'Economie des Transports : LET, septembre 1992. 183 p + annexes.

Revue Transports Urbains, n° 71, avril-juin 1991.

ROBIN PREVALLEE Yves. "Le stationnement dans Paris : moyen de régulation de la circulation en Ile de France", *TEC* n°53/54, juillet/août/septembre/octobre 1982, pp.19-23.

ROY (E.), TRUDEL (M.). "Province de Québec : utilisation du taxi à des fins de transport collectif", *Transports urbains* n°72, juillet-septembre 1991, pp.15-19.

S.T.P.-R.A.T.P.. *Compte transport de voyageurs de la région d'Ile-de-France 1990*, Paris : R.A.T.P. (ed.), novembre 1992, 10 p.

VAHL Joost. "Ralentir pour mieux circuler ensemble", *TEC* n°70, mai-juin 1985, pp. 38-45.

VIENNET Robert. "19-25 février : la semaine du transport public", *Transport Public*, mars 1992, pp.11-17.

Le desserement des activités et de l'habitat :

ANDAN Odile et *alii*. Mobilité et espace urbain, étude longitudinale des comportements de mobilité en fonction d'un changement de résidence. Paris : Centre de Recherche Analyse de l'Espace, 1984. 202 p. + annexes.

ANDAN Odile et *alii*. Mobilités et système de transport dans les espaces périurbains : transport et mode de vie des ménages périurbains. LET-INRETS.

ANDAN Odile et *alii*. Mobilités et systèmes de transport dans les espaces périurbains : rapport de première phase : mobilités et espaces périurbains : analyse bibliographique. LET-INRETS, février 1988. 100 p.

ANDAN Odile et *alii*. Mobilités et systèmes de transport dans les espaces périurbains : mobilité résidentielle, activités et espaces fréquentés en milieux périurbains, enquête en périphérie de Lyon. LET-INRETS, 1989. 231 p. + annexes.

ANDAN Odile, FAIVRE D'ARCIER Bruno. La périurbanisation va-t-elle accroître la congestion des agglomérations ? Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

ANDAN Odile, HARZO (C.). Mobilités et systèmes de transport dans les espaces périurbains : de la mobilité résidentielle à la mobilité quotidienne, analyse qualitative des comportements. LET-INRETS, 1989. 49 p.

BERGERON (F.) et *alii*. La localisation des activités économiques dans l'espace périurbain. Dossier de Maîtrise : Université Lumière LYON 2, 1989. 41 p. + annexes.

BULLION (G.), RIGAUD (A.). La planification de l'habitat en France : du mythe à la réalité. Thèse pour le Doctorat de Sciences Economiques : Université Lumière Lyon 2, 1983. 353 p.

Code de la construction. A.P.L., pp. 624-639.

Code de la construction. Prêts aidés, pp. 596-623.

Décret 55-38 du 5/01/55 tendant à favoriser une meilleure répartition des industries sur l'ensemble du territoire, *Journal Officiel* du 08/01/55, pp.385-386.

Décret 55-883 du 30/06/55 facilitant la décentralisation des services et établissements scientifiques et techniques, *Journal Officiel* du 02/07/55, pp.6642-6643.

Décret 72-271 du 11/04/72 relatif à la prime de localisation de certaines activités tertiaires, *Journal Officiel* du 12/04/72, p.3865.

Décret 77-944 du 27/07/77 (conditions d'octroi de prêts aidés par l'Etat), *Journal Officiel* du 19/08/77, pp. 4263-4271.

DESCHAMPS Jean-Louis. "3 rhonalpains sur 4 dans les villes", *Points d'appui pour l'économie Rhône-Alpes*, n°59, septembre 1990, pp.12-18.

DILOISY Christian. "Recensement : la ruée vers l'est", *Points d'appui pour l'économie Rhône-Alpes*, n°59, septembre 1990, pp.9-11.

FRANCQ (B.), LAMBERT (T.), MADRE (J-L.). Analyse locale de la motorisation. CREDOC (collection des rapports), n°54, 1988. 84 p.

GENAY Valérie. "Les déplacements domicile-travail", *Insee première*, n°202, juin 1992.

GOUX (J-F.). Crise économique et formes d'urbanisation. 1979, 30 p.

GRAVEJAT et alii. Prix du sol et système urbain. Université de Saint-Etienne, 1975. 164 p. + annexes.

HAUMONT (N.). *Les pavillonnaires*. Institut de Sociologie Urbaine. Centre de Recherche d'Urbanisme, 1966. 227 p. + annexes.

LE CORBUSIER. *La charte d'Athènes*. Paris : Editions de Minuit, 1957. 111 p.

LE NIR Michel, ROUTHIER Jean-Louis, TABOURIN Eric. Massification des flux et migrations alternantes. Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 12 p.

LERY Alain, TERRIER Christophe. "Un actif sur deux travaille hors de la commune où il réside", *Economie et Statistique*, n°180, septembre 1985, pp. 23-35.

Loi 62-848 du 26/07/76 (sur les ZUP), *Journal Officiel* du 27/07/76, pp.7411-7413.

Loi 70-610 du 10/07/70 tendant à faciliter la création d'agglomérations nouvelles, *Journal Officiel* du 12/07/70, pp. 6539-6542

Loi 77-1 du 03/01/77 (réforme de l'aide au logement), *Journal Officiel* du 04/01/77, pp. 68-71.

Loi d'orientation foncière n°67-1253 du 30/12/67, *Journal Officiel* du 03/01/68, pp.3-13.

MAUDUIT Laurent. "Les 5 axes du plan de relance Balladur", *Libération*, mardi 11/05/93, pp. 2-4.

MILANO Serge. "Le financement de l'urbanisation et du logement", *Les Cahiers Français*, n°203, octobre-décembre 1981.

ROUTHIER Jean-Louis. Les transports urbains de longue distance : situation et enjeux dans le bassin d'emploi de Lyon. Communication aux Cinquièmes Entretiens Jacques Cartier, octobre 1992. 15 p.

TAFFIN Claude. "Accession à la propriété et "rurbanisation"", *Economie et Statistique*, n° 175, mars 1985, pp.55-67.

VAYSSE Françoise. "5 milliards de francs pour le logement", *Le Monde*, mardi 11/05/93, p. 23.

La rente :

DERYCKE (P-H.). *Economie et planification urbaines*, t. 1, *l'espace urbain*. Paris : PUF, 1979. 412 p.

GUIGOU (J-L.). *La rente foncière*. Paris : Economica, 1982. 954 p.

MARSHALL (A.). *Principes d'économie politique*. Paris : Gordon et Breach, 1971. 661 p.

- MERLIN (P.). *Méthodes quantitatives et espaces urbains*. Paris : Masson, 1973. 190 p.
- PONSARD (C.). (ed.). *Analyse économique spatiale*. Paris : Economica, 1988. 452 p.
- RICARDO (D.). *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*. Paris : Flammarion. 379 p.
- SCHUMPETER (J.A.). *Histoire de l'analyse économique*, t.1, *l'âge des fondateurs*. Paris : Gallimard, 1983. 519 p.
- WEBER (M.). *La ville*. Paris : Aubier Montaigne, 1982. 218 p. Edition française de *Die Stadt*, extrait de *Wirtschaft und Gesellschaft*, 1947.

Le coût social du transport :

- "Métrobusvaltram, la campagne 1992", *Transport public*, juin 1992, pp.54-56.
- AUZANNET (P.), BELLALOUM (A.). *Le coût des déplacements pour la collectivité en Ile de France*, RATP, mars 1993.
- AUZANNET Pascal. "Pollution, congestion, bruit : les bons comptes des transports", *Transport Public*, novembre 1992, pp.34-39.
- BARJONET (P-E.). "Les relations compliquées des transports avec l'environnement et la sécurité", *RTS n°34*, juin 1992, pp.63-68.
- DARBERA Richard. "Le coût total de la voiture particulière et des transports collectifs dans une grande agglomération : le cas de Paris". Communication à la 6ème Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports. Lyon, juin 1992. 13 p.
- GERPA, LAMBERT. *Evaluation économique des politiques à long terme de lutte contre le bruit*. INRETS, 1990.
- GIRAUDET Pierre. *La sécurité routière*, Livre blanc présenté au Premier Ministre. Paris : La Documentation Française, Collection les rapports officiels, 1989. 160 p.
- HANSSON Lars, MARKHAM (J.). *Internalization of external effects in transportation*, Février 1992.
- HANSSON Lars. *Air pollution fees and taxes in Sweden*, Transportation research Board's 70th annual meeting, Washington DC, janvier 1991.
- INRETS. *Evolution des émissions de polluants par les transports en France de 1970 à 2010*. Rapport INRETS n°143.
- LAMBERT Jacques. "Nuisances et coût social de l'automobile, essai de quantification", *RTS n°11*, 1986.
- LAMBERT Jacques. *Transport et environnement : aspects économiques*. Cours d'économie publique, Université Lumière LYON 2, 1990.
- MAURIN (M.), IRT CERNE. *Enquête nationale sur les nuisances dues aux transports en France*. Collection recherche et environnement, n°22, 1984.
- MERLIN Pierre. "L'économie de la mobilité : prendre en compte les coûts sociaux dans les transports", *Transport Public*, n°906, juillet-août 1992, pp.36-44.

MERLIN Pierre. "Transports en commun ou transport individuel ?", *Le Moniteur*, 8 mars 1985, pp.32-36.

MORCHEOINE Alain. "Les transports urbains : une solution au défi énergétique et environnemental de la ville", *Transport public*, avril 1992, pp.26-31.

MORCHEOINE Alain. Transport, énergie, environnement : quelques points de repère. ADEME, septembre 1992.

MORISSON (S.A.). *A survey of road pricing*. Transportation, vol 20 A n°2n, 1986.

Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière. *Bilan annuel de la sécurité routière, statistiques et commentaires, année 1991*. Paris : La Documentation Française, 1993. 183 p.

Rapport PLANCO. *Coûts externes du trafic : rail, route, voies navigables*. ESSEN 1990.

SYTRAL-S.L.T.C.. *Schéma de développement des priorités aux transports en commun*, Lyon : T.C.L. - Etudes et développement, mai 1990, 45 p.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	1
INTRODUCTION	11
PREAMBULE : L'EVOLUTION DE LA MOBILITE URBAINE	23
1. L'évolution de la mobilité par mode : exemple lyonnais	25
2. La relation mobilité VP - motorisation	26
3. Les facteurs à l'origine de l'augmentation de la motorisation.....	27
S. Préambule : L'évolution de la mobilité urbaine : synthèse	29
PREMIERE PARTIE : LA PREFERENCE POUR LA MOBILITE VP	
INCITATIONS DIRECTES ET CACHEES	31
SECTION 1 : Mobilité et système de localisation	33
I. Une incitation indirecte à l'utilisation de la VP	33
A. Les politiques menées	34
1. La politique du logement collectif.....	34
2. La promotion de l'habitat individuel.....	35
a) Les mesures.....	36
L'action des constructeurs	36
L'action de l'Etat	37
b) La péri-urbanisation.....	38
3. Le desserrement des activités.....	39
a) La décentralisation industrielle et tertiaire	40
b) L'action des communes.....	41
4. Le cas particulier des villes nouvelles : élément de la	
politique d'incitations à la mobilité	41
B. La relation motorisation - étalement urbain	43
1. L'étalement urbain a été permis par le développement de	
la motorisation	44
2. La péri-urbanisation accentue le développement de la	
motorisation.....	44
S. Une incitation indirecte à l'utilisation de la VP : synthèse	45
II. Le jeu de la rente foncière	46
A. La rente est un péage pur	46
B. Capitalisation foncière et développement des transports	48
1. Arbitrage transport - prix du sol	48
2. Capitalisation foncière du surplus créé par les	
transports	50
C. Une interaction transport - localisation génératrice	
de transferts	50
1. Effets distributifs des subventions tarifaires.....	51
2. Spécialisation des espaces et génération de trafic	52
S. Le jeu de la rente foncière : synthèse	54

SECTION 2 : Mobilité et système de transport.....	54
I. Des incitations directes à la mobilité VP.....	54
A. Les actions visant à réduire le coût monétaire du déplacement	55
B. Les actions visant à améliorer la fluidité de la circulation.....	56
1. La création d'infrastructures	56
2. Les plans de circulation	57
3. L'augmentation de l'offre de stationnement	59
a) Les mesures prises	59
Le stationnement privé sur le lieu de travail	59
Le développement des parkings dans le centre-ville	62
b) Les conséquences de ces mesures de création de parkings.....	63
Effet direct :	63
Effet indirect	63
4. Le bilan de ces mesures	64
C. Les mesures de développement des TC qui ont pu également favoriser l'utilisation de la VP	66
S. les incitations directes à la mobilité VP: synthèse	66
II. Les transferts cachés de la congestion	67
A. La congestion : résultat mais aussi source de transferts	67
B. Les transferts entre les usagers de l'automobile.....	68
C. Les transports en commun subventionnent la congestion	69
1. Des transferts favorables à l'automobile et aux dépens des transports en commun	69
2. Les transferts par les améliorations de l'offre TC.....	70
3. Les transferts par les surcoûts TC de congestion.....	72
4. Le bilan des transferts TC vers VP.....	74
S. Les transferts cachés de la congestion : synthèse.....	76

DEUXIEME PARTIE :COUTS DE LA CONGESTION ET EMERGENCE D'UNE PREFERENCE SOCIALE POUR L'ENVIRONNEMENT ET LE CADRE DE VIE

Section 1 : La congestion en milieu urbain : un cas typique d'effet externe.....	84
I. Les coûts externes entre usagers de la voirie : de la mesure en terme de temps perdu à la mesure en terme d'espace.....	84
A. Du temps à l'espace, des dommages à l'évitement de la congestion	85
B. Les dommages consentis par les automobilistes en termes de temps perdu.....	87
C. Les dommages consentis par la collectivité.....	89
1. Les coûts supportés par les TC.....	89
2. Les coûts d'usage de l'espace.....	89
D. L'évitement de la congestion : tarification et développement de l'offre	92
S. Les coûts externes entre usagers de la voirie : synthèse.....	94
II. L'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie	95
A. Points de méthode	95
1. Modèle et données utilisées	95
a) Présentation du modèle DAVIS	95

Table des Matières

b) Les bases de données utilisées.....	96
2. Situation "congestionnée" / situation "non congestionnée"	97
3. L'évaluation physique des nuisances.....	100
B. Les effets de la congestion	101
1. Un impact important sur les niveaux d'émissions	103
a) Pollution atmosphérique.....	103
b) ...et nuisances sonores	103
c) Conclusion	105
2. Une redistribution des flux.....	105
a) Une baisse de la longueur des déplacements.....	106
b) L'envahissement des zones résidentielles	107
C. Lutter contre la congestion : une réponse adéquate ?.....	108
a) Non à certains types de mesures.....	109
b) L'effet masque des progrès technologiques	109
D. Conclusion	109
Section 2 : Les atteintes de la circulation routière urbaine sur l'environnement et le cadre de vie.....	
I. Le bruit.....	113
A. Evaluation minimale des dépenses et pertes occasionnées par le bruit.....	113
1. Dépenses publiques	113
2. Pertes de valeurs immobilières	113
3. Dépenses de protection privées.....	114
4. Bilan des pertes et dépenses publiques et privées	114
B. Evaluation du coût du bruit en fonction d'un objectif de réduction (développement soutenable).....	115
C. Conclusions	117
S. Le coût du bruit : synthèse	118
II. La pollution atmosphérique en milieu urbain	119
A. Les évaluations existantes	119
B. Le coût important de la pollution atmosphérique du trafic urbain.....	121
1. Le problème de la désagrégation des quantités émises.....	121
2. Détermination des clés de répartition par mode : méthodologie	122
a) Les émissions unitaires.....	122
b) Les trafics.....	124
c) Principaux résultats.....	124
C. Estimation d'un coût de pollution minimal pertinent.....	125
D. Evaluations monétaires suivant une logique de développement soutenable	125
E. Conclusion.....	128
S. Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain : synthèse	128
III. L'insécurité due aux trafics urbains.....	128
A. A propos du "coût du mort"	128
B. Les coûts externes de la circulation routière en urbain : méthode de calcul.....	130
1. Les trafics	130
2. Les accidents.....	130

3. Les coûts.....	131
C. Les coûts externes de l'insécurité routière urbaine : Résultats "pertinents" et "potentiels".....	132
D. Conclusion	134
S. Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains : synthèse	135

TROISIEME PARTIE :LES STRATEGIES D'INTERNALISATION..... 137

Section 1 : Les solutions tarifaires.....	139
I. Les dangers de l'importation du péage de financement	141
A. L'émergence du péage urbain de financement.....	141
B. Le péage de financement face à la crise des déplacements urbains	142
1. Approche empirique.....	142
2. Analyse théorique.....	145
S. Les dangers de l'importation du péage de financement : synthèse	149
II. Les indéterminations du péage de congestion	149
A. L'émergence du péage urbain de congestion.....	149
B. Congestion et tarification de la congestion	150
1. De la courbe déplacement-coût à la relation débit-vitesse.....	150
2. Les deux degrés de la congestion.....	155
C. Le péage de congestion face à la crise des déplacements urbains	156
1. Des difficultés pratiques	156
a) Le péage urbain en régime laminaire	156
b) Le péage urbain en régime forcé	158
d) Conclusion	160
2. La mise en évidence théorique des limites du péage de congestion.....	160
S. Les indéterminations du péage de congestion : synthèse.....	162
III. Vers une régulation par les prix des déplacements urbains.....	162
A. Les grands principes directeurs	162
B. Le prix des déplacements individuels	163
1. Le cadre d'analyse	163
2. Le calcul de la tarification.....	166
3. L'utilisation des produits de la tarification.....	170
S. Vers une régulation par les prix des déplacements urbains : synthèse	174
IV. Peut-on réguler les déplacements urbains par les prix ?	174
A. La tarification actuelle des déplacements individuels en milieu urbain.....	174
1. Domaine et méthode d'analyse.....	174
a) Une notion de "vrai prix"	174
b) Des déplacements	175
c) Des Coûts.....	176
d) Des recettes.....	183
2. Existe-t-il une sous-tarification des déplacements urbains ?.....	186

Table des Matières

B. Les forces de la régulation par les prix	188
1. L'introduction des contraintes émanant de l'environnement du système déplacement	188
2. L'efficacité de la solution tarifaire	190
a) La régulation du système de déplacement.....	190
b) Et le traitement réglementaire de la crise ?	191
C. Les limites de la solution tarifaire	193
1. La recherche du bon tarif.....	193
2. La difficile distinction pollueur-pollué.....	193
3. Des réformes fiscales et tarifaires nécessaires.....	194
4. Les effets pervers de la tarification.....	194
S. Peut-on réguler les déplacements urbains par les prix ?	
synthèse	195
 Section 2 : Les solutions réglementaires.....	 196
I. Des exemples d'actions réglementaires.....	196
A. Les interdictions et les restrictions	196
1. Les limitations de la circulation.....	196
a) Les interdictions permanentes	196
b) La circulation par alternance	197
2. Les interdictions et les restrictions du stationnement.....	198
a) Les mesures visant spécifiquement les migrants alternants	198
b) La restriction du stationnement sur voirie	199
c) La politique du stationnement dissuasif	200
3. Conclusion	200
B. La réorganisation de la circulation.....	201
1. La canalisation des flux	201
2. Les plans de circulation	201
3. Conclusion	202
C. Les limitations de vitesse.....	202
1. Avantages escomptés et acceptabilité	202
a) Effets sur le débit.....	202
b) Effets sur l'insécurité.....	203
c) Effets sur la pollution.....	204
d) Effets sur le bruit.....	204
2. Les différentes catégories de zones	205
a) Limitation à 50	205
b) Les "zones 30"	205
c) Les aires piétonnes.....	205
3. Inconvénients de ce type de mesures : des infractions fréquentes	206
S. Des exemples d'actions réglementaires : synthèse.....	206
II. Les moyens à mettre en oeuvre pour faire respecter ces mesures	206
A. Les mesures de sensibilisation	206
B. La répression	207
C. Les moyens techniques assurant le respect des limitations de vitesse	207
1. Présentation des actions les plus couramment mises en oeuvre.....	207
a) Réduire la largeur de la chaussée.....	207
b) Faire varier le niveau de la chaussée.....	209

c) Modifier les trajectoires	209
d) Instaurer le désordre.....	209
2. Bilan de ces mesures	212
a) Avantages.....	212
b) Des mesures inopérantes sur la congestion.....	213
D. Conclusion	214
S. Les moyens à mettre en oeuvre pour faire respecter ces mesures : Synthèse	215
III. Encourager le transfert modal.....	215
A. Intérêt de ces modes pour la collectivité.....	216
B. Des caractéristiques qui en pénalisent le développement.....	216
1. Les TC.....	216
2. Les deux-roues.....	217
C. Mesures à mettre en oeuvre pour en privilégier l'utilisation.....	217
1. Améliorer l'offre de transport collectif	218
a) Revaloriser l'image des TC.....	218
b) Développer le réseau	219
1. La circulation des TC.....	219
1.1 Le réseau de surface.....	219
1.2 Investir dans les transports en commun en site propre (TCSP)	220
1.3 Gérer les points de rencontre VP-TC en faveur du mode collectif.....	222
2. Les abonnements	222
3. Etendre le réseau TC aux zones peu denses.....	224
2. Actions réglementaires pour un transfert modal	224
S. Encourager le transfert modal : Synthèse.....	225
 CONCLUSION	 227
 ANNEXES	 235
Liste des annexes.....	237
Annexe n°1 : Comparaison de l'offre de stationnement dans les villes françaises et européennes.....	239
Annexe n°2 : L'impact de la congestion sur l'environnement et le cadre de vie	241
Annexe n°3 : Calculs conduisant à l'évaluation de la recette de tarif au titre de la fiscalité spécifique transport	263
Annexe n°4 : Calculs conduisant à l'évaluation de la recette de tarif au titre de la fiscalité sur les carburants.....	265
Annexe n°5 : Les mesures réglementaires de régulation du trafic, exemples européens.....	273
 BIBLIOGRAPHIE	 285
 TABLE DES MATIERES	 297