

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

**LES EFFETS EXTERNES EN MILIEU URBAIN :
DE LA VALORISATION A L'INTERNALISATION**

Recherche réalisée
pour le compte de la SNCF
Direction de la Stratégie et du Plan
sous la direction de **Yves CROZET**

Agnès ARABEYRE
Laurent GUIHERY
Marc PEREZ
Jean-Pierre NICOLAS
Gérard SANTI

Novembre 1993

INDEX

INTRODUCTION :	1
L'explosion de la mobilité en Europe dans le cadre mondial.....	1
De l'explosion de la mobilité au problème des externalités.....	1
Une démarche originale.....	3

I. Première partie : L'EVALUATION DES EFFETS EXTERNES EN MILIEU URBAIN 4

1. Quelle définition de l'urbain : typologie des problématiques des relations transport et environnement dans l'espace :	4
1 a) Espace inter-urbain.....	4
1 b) Espace urbain et péri-urbain.....	5
1 c) L'interface urbain/péri-urbain.....	5
1 d) Les normes adoptées pour les évaluations monétaires.....	5
1 R)Quelle définition de l'urbain : résumé.....	6

La définition de l'espace urbain est délicate. Pour l'analyse du marché des transports urbains, on peut définir cet espace par une de ses caractéristiques forte en terme de problématique transport et environnement : c'est un espace à partir duquel l'extension des réseaux routiers est limitée de par ses coûts financiers et environnementaux, et ou la préférence collective est en faveur d'un report modal de la croissance des déplacements vers les transports collectifs : c'est bien cette définition qui guidera notre approche dans la partie 2. Cependant, pour cette première partie, les évaluations monétaires nécessiteront une définition plus quantitative : les normes de délimitation de l'urbain qui seront adoptées seront donc celles admises à l'OEST (villes de plus de 5 000 habitants).

2. Présentation qualitative des effets externes des transports en milieu urbain	7
2.1. Aperçu général des atteintes à l'environnement :.....	7
2.1.R) Aperçu général des atteintes à l'environnement : remarque.....	7

Les effets des transports sur l'environnement sont aussi divers que nombreux. Il n'est pas anodin de constater que la voiture particulière suscite plus d'effets que chacun des autres modes. Dans cette étude, nous ciblerons donc notre approche sur les effets du bruit, de la pollution, de l'insécurité et de la congestion de la circulation routière.

2.2. Le bruit en milieu urbain.....	9
2.2.a) aperçu technique.....	9
2.2.b) L'enquête INRETS 1986-87.....	10

2.2.c) perspectives à l'avenir.....	11
2.2.d) Remarques sur le bruit ferroviaire :	12
2.2.R) Le bruit en milieu urbain : résumé	12

Le bruit apparaît dans les enquêtes sur les nuisances urbaines comme la première préoccupation des citoyens. Il est occasionné principalement par les VP, et secondairement par les PL. Dans une perspective de mobilité automobile croissante, et malgré les progrès techniques, la gêne due au bruit ne pourrait à l'avenir que s'étendre dans les espaces péri-urbains. Le bruit ferroviaire reste comparativement faiblement ressenti, il n'atteint des niveaux élevés qu'en des points très localisés.

2.3.La pollution atmosphérique	13
2.3.a) La prépondérance des nuisances en milieu urbain.....	13
2.3.b) Des relations de causalité difficiles à établir.....	13
2.3.c) Une présentation des effets par type de polluant.....	14
2.3.R) La pollution atmosphérique : résumé.....	18

Après le bruit, la pollution atmosphérique est souvent citée par les citoyens comme la seconde source d'atteinte à l'environnement par les transports. Le problème est d'autant plus critique si l'on considère que dans un système de transport régulé par la congestion, les pointes de trafics occasionnent des émissions qui augmentent de façon exponentielle avec le trafic. Les prévisions effectuées par l'INRETS ne permettent pas d'être optimiste quant à l'évolution à venir des émissions d'un certain nombre de polluants, notamment les gaz à effet de serre.

2.4.Les effets externes de l'insécurité routière en urbain	19
2.4.a) Une définition des externalités liées à l'insécurité routière difficile	19
2.4.b) Des coûts non internalisés par les compagnies d'assurance	20
2.4.c) L'insécurité des autres modes de transport	21
2.4.R) L'insécurité routière : résumé.....	21

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. L'insécurité routière n'est donc pas la moindre des nuisances urbaines de l'automobile, même s'il apparaît que le nombre de victimes est moins important en ville que sur route nationale ou en rase campagne. Comparée à celle de l'automobile, l'insécurité des autres modes de transports est complètement négligeable.

2.5.La congestion et l'usage de l'espace.....	22
2.5.R) La congestion : résumé.....	22

L'approche de la congestion et de l'usage de l'espace en terme de nuisance automobile est évidente si l'on considère les pertes de temps occasionnées sur les autres usagers de la voirie (TC, piétons), ou bien l'explosion des émissions polluantes des véhicules bloqués dans des embouteillages. Nous verrons cependant que l'analyse de la congestion en terme d'effet externe est extrêmement complexe.

3 Le concept d'effet externe et les limites de la monétarisation	23
3.1. Rappels et généralités sur le concept d'effet externe	23
3.1.a) Rappels théoriques	23
3.1.b) Différentes approches des coûts externes.....	29
3.1.R) Rappels et généralités sur le concept d'effet externe : résumé	31

Si l'on se place dans le cadre de la définition des externalités donnée par Pigou, on peut donner une valeur monétaire à tout effet produit par une firme affectant une personne extérieure à firme. La théorie néo-classique nous dit alors que si le coût de cet effet n'est pas intégré par la firme, cela se traduit par une divergence entre coûts privés (dans cette étude, coûts pour les usagers de transport) et coûts sociaux (coûts pour la collectivité). Cette divergence est appelée externalité, elle occasionne d'une part une baisse de l'utilité des individus victime de l'effet en question, et d'autre part une allocation sous-optimale des ressources globales (perte sociale). L'internalisation vise une réallocation optimale des ressources qui va minimiser la somme des coûts des dommages et de l'évitement de l'effet externe. Ces principes théoriques étant posés, on s'aperçoit très vite des entorses à la rigueur qu'exige leur application dans une réalité bien complexe.

3.2. Les limites de l'évaluation monétaire des effets externes	32
3.2.a) Les limites des évaluations de dommages	32
3.2.b) Les limites des évaluations d'objectifs d'évitement	33
3.2.c) Les malentendus sur la monétarisation de l'environnement.....	33
3.2.d) L'approche suédoise	35
3.2.e) L'approche développée dans l'étude : Des externalités "pertinentes" et "potentielles"	37
3.2.R) Les limites des évaluations monétaires des effets externes : résumé.....	38

Il est admis que la connaissance du coût des dommages dus aux externalités est, à priori, indispensable. Nous avons vu qu'elle est aussi a posteriori inaccessible, sauf de façon approximative pour le bruit et les effets locaux de la pollution. Devant cette contradiction, force est de constater qu'il existe des limites des monétarisations, qui ne peuvent apporter que des éléments d'information et d'aide à la décision, et la marge de manoeuvre qui reste dans le champs des décisions d'ordre politique et scientifique. Par la suite, on ne pourra fonder des évaluations monétaires relativement rigoureuses que sur des minima en ce qui concerne les estimations de dommage, 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 la partie n°1 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.

4. Proposition de valorisation monétaire des effets externes du transport en milieu urbain	39
4.1. Les trafics en milieu urbain.....	39
4.1.R) Les trafic en milieu urbain : remarque	40

Précisons que dans notre évaluation des coûts externes des transports urbains, nous ne considérerons que les trafics en 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 destinées 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 à l'approche de l'internalisation présentée en partie n°2. Rappelons que les nuisances et l'insécurité des TC collectifs 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 : ces limites étant ce qu'elles sont, nous ne présenterons pas un tableau présentant "objectivement" les coûts externes comparatifs des TC et des VP. Tout au plus nous permettons-nous donc, d'avancer quelques chiffres monétaires concernant la VP, dont la croissance structurelle des trafics paraît insoutenable à terme.

4.2. Le coût du bruit	41
4.2.a) Part des différents trafics urbains dans l'origine du bruit :	41
4.2.b) Evaluation minimale des dépenses et pertes occasionnées par le bruit :	42
4.2.c) Evaluation du coût du bruit en fonction d'un objectif de réduction (développement soutenable) :	45
4.2.d) Conclusions :	49
4.2.R) Le coût du bruit : résumé.....	51

Le coût externe "pertinent" du bruit correspond aux dépenses annuelles effectives de lutte contre le bruit routier 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 de 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 0,03F/veh.km.

4.3. Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain	52
4.3.a) Part des espaces urbains dans l'origine et les dommages de la pollution	54
4.3.b) Estimation d'un coût de pollution minimal pertinent.....	65
4.3.c) Evaluations monétaires suivant une logique de développement soutenable.....	65
4.3.d) Conclusion	68
4.3.R) Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain : résumé	68

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'ils 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.

4.4. Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains	69
4.4.a) A propos du "coût du mort"	69
4.4.b) Les coûts externes de la circulation routière en urbain : méthode de calcul.....	70
4.4.c) Les coûts externes de l'insécurité routière urbaine : Résultats "pertinents" et "potentiels"	72
4.4.d) Conclusions.....	74
4.4.R) Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains : résumé.....	76

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.

4.5. Le coût de la congestion : approche en terme de temps et approche en terme d'espace.....	77
4.5 a) Congestion et espace-temps.....	77
4.5.b) Les tentatives de valorisation.....	85
4.5.R) Le coût de la congestion : approche en terme de temps et approche en terme d'espace : résumé	93

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 d'approche spatiale, qui nous oriente vers une réflexion en termes de coûts d'évitement.

En partant, comme précédemment, d'un niveau de trafic urbain VP d'environ 120 milliards de véh.km et d'un taux de remplissage VP de l'ordre de 1,3 voyageurs par véhicules, il est possible d'estimer un coût externe "pertinent" de la congestion. Ce coût représente le principal surcoût imposé par les usagers VP aux TC. Ce montant est de l'ordre de 8 milliards de frs pour le trafic urbain et péri-urbain (soit 0,07 frs par véh.km). Si l'on se place dans une position de préférence marquée pour l'environnement, cela nous amènerait à internaliser des coûts externes "potentiels" de l'ordre de 21 milliards de frs (soit 0,18 frs par véh.km), qui représentent les dépenses prévues de développement des TC.

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 frs (0,54 frs 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 frs).

4.6. Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière en milieu urbain..... 94

Les évaluations précédentes nous permettent de construire le tableau récapitulatif suivant. Le niveau de trafic urbain retenu (VP) est de l'ordre de 120 milliards de véh.km. Nous avons aussi été amené à prendre en compte, dans nos évaluations des coûts externes de la congestion, un taux de remplissage VP d'environ 1,3 voyageurs par véhicule.

	COUTS EXTERNES "PERTINENTS" (valeurs révélées minimales)		COUTS EXTERNES "POTENTIELS" (objectifs d'évitement soutenables)	
	F/an	F/véh.km	F/an	F/véh.km
BRUIT	0,7 Mds	0,01	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	30,7 Mds	0,26	87,5 Mds	0,74

4.6.R) Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière en milieu urbain : remarques 95

En définitive, les coûts externes "pertinents" du bruit, de la pollution, de l'insécurité, et de la congestion dus à la circulation automobile en France peuvent être estimés au total à un minimum de 31 milliards de Frs. 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 "potentiels" de l'ordre de 90 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. Cette remarque nous amène à élargir le champ d'interprétation des effets externes.

II. Seconde partie : L'INTERNALISATION DES EFFETS EXTERNES DANS LE MARCHE DES TRANSPORTS URBAINS : DES MESURES TARIFAIRES ET REGLEMENTAIRES AUX STRATEGIES DE DEPLACEMENT INTEGREES 95

1. De l'internalisation classique à la gestion de préférences collectives contradictoires	95
1 a) Coûts sociaux ou compromis sociaux ?	95
1 b) Les choix de projets dans les transports : des exemples de compromis sociaux.....	97
1 R) De l'internalisation classique à la gestion de préférences collectives contradictoires : résumé	98

L'approche théorique de COASE montre que le problème des externalités peut être interprété comme un conflit d'intérêts contradictoires, qui conduit non pas à des coûts mais à des compromis sociaux. Cela nous amène à nous écarter des définitions théoriques pigouviennes, pour envisager l'internalisation comme le règlement de conflits de préférences. Dans le domaine des transports urbains, on peut considérer que la préférence pour l'environnement est internalisée à travers une orientation des choix de projets vers les TC, mais que le conflit de cette préférence avec la préférence pour la VP n'est pas arbitré de façon responsable : cela occasionne ainsi des coûts budgétaires et environnementaux pour la collectivité non soutenable à terme. Le concept de système intégré que nous évoquerons dans ce qui va suivre, proposera une logique d'internalisation de ces coûts.

2. Un modèle analytique pour comprendre la problématique du marché des transports urbains	98
2.1. Rappels sur la problématique des activités à rendements croissants.....	100
2.1.R) Rappels sur la problématique des activités à rendement croissant : résumé.....	102

Dans un marché constitué par deux offres de transport, collectif et individuel, si l'on admet l'existence de rendements croissants dans les transports collectifs, cela conduit pour l'offre de transport collectif à un écart entre prix et coût marginal. Cet écart se traduit dans les faits soit par une subvention publique soit par une perte sociale due à l'éviction progressive du transport public.

2.2. Assumer la préférence collective pour le transport collectif : une nouvelle interprétation de l'internalisation à l'aide d'un modèle simple.....	102
2.2.a) Limites de l'approche par mode	102
2.2.b) Un modèle analytique	104
2.2.c) Logique de système et transferts de surplus	106
2.2.d) Vers une approche intégrée	112
2.2.R) Assumer la préférence collective pour le transport collectif : une nouvelle interprétation de l'internalisation à l'aide d'un modèle simple : résumé	113

Si l'on se place dans une situation où la collectivité a internalisé sa préférence pour l'environnement à travers des choix d'investissement orientés vers les transports collectifs, le poids des rendements croissants de ces derniers devient déterminant. Notre modèle qui se place dans ce cadre de référence, montre que "l'internalisation des effets externes dans les prix du transport" telle qu'elle est envisagée généralement est inadaptée au marché des transports urbains. L'existence d'une préférence collective pour l'environnement et les transports collectifs, se révèle ainsi incompatible avec des principes de "concurrence inter-modale", qui conduisent structurellement les TC vers des déficits et des stratégies de productivité qui les écartent de facto du marché. Une internalisation qui viserait un désengagement financier de la collectivité est pourtant possible : elle consiste à raisonner le système de transport d'une agglomération en termes de complémentarité, ce qui implique nécessairement une gestion globale assurant à l'équilibre financier du système par des transferts plus ou moins explicites de la VP vers les TC.

3. Péage urbain et réglementation.....	113
3.1.Principes, limites et applications du péage urbain	113
3.1.a) Les principes de l'internalisation par le péage urbain	113
3.1.b).Limites.....	114
3.1.c) Applications	116
3.1.R) Principe, limites et applications du péage urbain : résumé	118

Le principe d'un péage urbain tarifé au coût marginal consiste d'une part à faire ressentir à l'utilisateur VP les nuisances qu'il occasionne dans un espace rare, et d'autre part à dégager des surplus qui peuvent être affectés aux transports publics. Les limites auxquelles se heurte ce principe de tarification a priori très séduisant sont nombreuses : -une première limite est le risque de faire payer l'utilisateur deux fois (temps perdu plus péage), si le péage ne supprime pas la congestion ; -une seconde limite est sociale, dans la mesure où le péage urbain pénalise les classes moyennes (au bénéfice des classes les plus favorisées certes, mais aussi des classes les plus défavorisées, captives des TC et qui peuvent profiter de leur amélioration) ; -pour un projet d'infrastructure urbaine à péage (tunnel du PRADO...), on constate vite que la congestion n'est pas supprimée, mais reportée aux extrémités de l'ouvrage ; -le risque n'est pas négligeable, que des transferts trop visibles des recettes du péage vers les TC soient mis en péril par des réactions d'opposition violentes de la part des automobilistes (et ces recettes vont finalement à l'extension du réseau routier...) ; -enfin, pour un projet de réseau d'infrastructures à péage (MUSE...), le risque est de voir se créer une institution qui s'autonomise du pouvoir politique et dont la rationalité propre est d'étendre son réseau d'infrastructures, plus que de subventionner les TC. Si l'on se plaçait dans la logique de complémentarité présentée dans cette étude, seule la concession d'un ouvrage à péage (tunnel, parking) à l'autorité responsable de l'ensemble du système de transport pourrait garantir les transferts du péage vers les TC, et éviter de telles dérives.

En définitive, le principe du péage urbain est une solution qui peut être appliquée avec précautions à quelques ouvrages spécifiques, mais du fait de ses limites, il ne peut constituer un moyen global d'internalisation.

Cependant, pour ce qui concerne les projets d'autoroutes de déchargement aux entrées des villes (BUS, A45 à Lyon, A15 à Paris, A35 à Strasbourg...), la loi sur les concessions autoroutières interdisant le péage ne semble plus adaptée à la situation actuelle : il nous paraît évident que poursuivre la réalisation de pénétrantes urbaines gratuites est contraire à une logique d'internalisation, puisque cela ne fait qu'aggraver l'érosion des parts modales et la crise de financement des transports collectifs.

3.2. Les mesures réglementaires de restriction du trafic	119
3.2.a) principe des mesures réglementaires	119
3.2.b) Agir lors de l'utilisation du véhicule en milieu urbain	120
3.2.c) Assurer l'efficacité des mesures réglementaires	136
3.2.R) Les mesures réglementaires de restriction du trafic : résumé	137

Il semble politiquement plus facile d'interdire la circulation que de la tarifier. D'où la multiplication des expériences de restriction de la circulation dans les centres villes. Par rapport au péage urbain, l'internalisation par les mesures réglementaires présentées ne peut consister en un transfert monétaire direct. Cependant, ces mesures, en pénalisant certains usagers VP, ceux qui occasionnent le plus de nuisances, ou ceux ayant l'alternative d'une offre TC performante, vont tout de même permettre un transfert indirect plus ou moins caché de ces usagers vers le reste de la collectivité. Ce type de mesures plutôt rigides, s'écarte *a priori* des principes de tarification au coût marginal ; cependant, il est intéressant d'observer *a posteriori* comment des limitations de capacités d'une pénétrante urbaine peuvent coller bien mieux que ne l'aurait fait un péage à ces principes de tarification : aux heures de pointe, l'effet de dissuasion est maximum et, aux heures creuses, cet effet est nul ! Notons que les mesures de restriction adoptées avec un certain succès par de nombreuses agglomérations, qui d'une certaine manière sont des atteintes à la liberté individuelle, impliquent nécessairement en contre partie un réseau de transport public capable de répondre à une demande supérieure et représentant une alternative satisfaisante.

4. L'internalisation en pratique : Plans de déplacements urbains et stratégie de transport intégrée	138
4.1. Les plans de déplacements urbains (PDU), un pas vers une approche intégrée	138
4.1.a) reprendre en compte l'urbanisme	138
4.1.b) Coordonner les différents acteurs	139
4.1.c) Les PDU en France	140
4.1.d) Au nom de la rareté de l'espace et de la préservation de l'environnement: les plans de déplacement Suisses	141
4.1.e) Au nom de la qualité de la vie en ville, de la protection de l'environnement et de la préservation du patrimoine historique, "l'Italie sauve ses villes"	143
4.1.R) Les plans de déplacements urbains (PDU), un pas vers une approche intégrée : résumé	145

Le PDU, initié par l'article 28 de la LOTI, doit définir les principes généraux de l'organisation de la circulation et du stationnement dans le périmètre des transports urbains. Soumis à enquête publique, il vise à planifier à moyen terme une organisation rationnelle des différents modes de transport. Cependant, cet outil n'a pas été utilisé jusqu'au bout de sa logique : au nom du libre choix du mode de transport, les politiques de déplacement des collectivités se contentent généralement d'accompagner le développement de l'offre TC par de simples sensibilisations des individus aux préoccupations environnementales. Il est intéressant d'observer que, dans deux pays voisins, la Suisse et l'Italie, le développement de transports alternatifs à l'automobile est lié à des politiques volontaristes de contraintes de la VP.

4.2.Exemple d'une stratégie de transport intégrée pour les transports pendulaires Lyon-Périurbain.....	145
4.2.a) Etat des lieux du marché des déplacements pendulaires sur l'agglomération lyonnaise	146
4.2.b) Un exemple de stratégie de déplacement intégrée sur les déplacements pendulaires Lyon-Périurbain	150
4.2.R) Exemple d'une stratégie de transport intégrée pour les transports pendulaires Lyon-Périurbain : résumé.....	158

Notre étude nous amène à titre d'illustration à considérer le cas de l'offre ferroviaire péri-urbaine du Grand Lyon. Un diagnostic des limites actuelles de cette offre nous amène dans un premier temps à présenter un réseau de "tramway RER" qui s'interpénétrerait dans les réseaux de transports urbain, et dont les potentialités en termes d'alternative à l'automobile seraient considérables. Par la suite, nous proposons une estimation des reports modaux en fonction de diverses mesures concrètes de dissuasion des trafics sur les principaux axes radiaux de l'agglomération. Cela nous amène à conclure que la mise en place *du dixième* des mesures évoquées aurait le même effet sur le partage modal qu'un investissement de 1 Md dans le fer !

4.3.Vers la négociation de contrats de déplacements intégrés : une nouvelle stratégie commerciale de la SNCF ?	159
4.3.a) L'état des lieux des relations entre la SNCF et les collectivités locales	159
4.3.b) Des contrats de déplacement intégrés pour une stratégie de promotion commerciale d'une offre sociale.....	160
4.3.R) Vers la négociation de contrats de déplacements intégrés : une nouvelle stratégie commerciale de la SNCF ? résumé	162

Lors de la définition des plans de déplacement régionaux, la SNCF laisse trop souvent passivement l'initiative aux collectivités locales. Certes, la définition des politiques ferroviaires est du ressort du politique, mais seule l'entreprise ferroviaire possède une technicité et un savoir faire suffisant pour bien connaître les potentialités d'améliorations des performances de son réseau. Replaçons nous donc dans une logique d'internalisation qui se traduirait par une gestion globale du système de transport suivant un principe de complémentarité : Non seulement une telle internalisation représente une opportunité pour la SNCF, mais *il est même dans l'intérêt vital de cette dernière d'en initier les principes*. Cela nous amène à évoquer une stratégie d'action où c'est la SNCF qui chercherait à promouvoir de façon offensive et vendre un produit ferroviaire "clef en main" aux collectivités locales, quitte à clairement en annoncer le prix : couverture des déficits ou bien acceptation de restrictions de circulation routière. Remarquons que cette stratégie n'est pas si éloignée de celle qui a été adoptée avec succès par la région SNCF Ile de France. Les réseaux ferroviaires de province sont-ils si lointains, pour être ainsi abandonnés à la bonne volonté des collectivités locales ?

CONCLUSION.....163

BIBLIOGRAPHIE167

ANNEXES.....172

INTRODUCTION :

L'explosion de la mobilité en Europe et dans le monde

Avant de présenter le problème des externalités du transport urbain, il pourrait être intéressant d'étudier la situation de la mobilité urbaine européenne par rapport aux autres continents. Le tableau suivant dresse un état des lieux concernant les principaux résultats d'urbanisation et de mobilité urbaine par grandes zones économiques : Etats-Unis, Australie, Europe de l'Ouest, Asie développée. On observe que l'Europe se situe dans une situation intermédiaire, entre les pays anglo-saxons d'une part où les infrastructures de transport sont largement sur-dimensionnées par rapport au trafic (vitesse moyenne de 44 km/h en moyenne en ville, ce qui reste très élevé) et les pays d'Asie d'autre part (vitesse moyenne de 24 km/h en ville). Les écarts concernant l'indicateur de mètres-route/habitant sont encore plus significatifs puisqu'ils s'inscrivent dans un rapport de 1(Asie) à 8(E.U.).

A la lumière du tableau présenté page suivante, l'Europe s'inscrit plutôt dans une voie médiane entre l'un et l'autre des modèles (E.U. ou Asie). D'un côté, le modèle asiatique implique une révolution culturelle incontestable (limitations sévères des trafics routiers avec un fort taux de remplissage des TC), de l'autre, le modèle américain correspond plus à la préférence constatée pour la voiture particulière, mais il atteint très vite ses limites (besoins de financement croissants pour développer des infrastructures en milieu urbain de plus en plus coûteuses, étalement des villes sur des dizaines, voire des centaines de kilomètres et donc d'une certaine façon renoncement à un certain style de vie très européen, où la douceur de vivre et la nature se mêlent à l'environnement urbain et périurbain). Nous verrons que cet aspect du problème est fondamental : au coeur de la problématique des coûts externes des transports urbains se situe une contradiction très forte entre la préférence pour l'environnement et la préférence pour l'automobile. Cette contradiction ne résulte-t-elle pas de coûts qui restent externes au marché des transports urbains ?

De l'explosion de la mobilité au problème des externalités

L'évaluation des coûts externes des transports urbains pose de nombreux problèmes pratiques et théoriques où les questions techniques, économiques et politiques sont fortement imbriquées. Nous sommes ici en effet au coeur du problème de rareté de l'espace urbain. On peut ainsi considérer que cet espace est un bien rare non tarifé, et que cette non-tarifation constitue un effet externe qui occasionne une consommation de transport sous-optimale qui se fait au détriment d'autres consommations urbaines. En effet, une voirie urbaine peut être destinée à d'autres usages que le transport, comme la promenade, la détente, les cafés, les parcs... Ces usages, qui entrent en compte dans la qualité de la vie urbaine, ne sont pas à négliger.

Tableau 1 : Tableau de la mobilité urbaine dans le monde

	Etats-Unis	Australie	Europe Ouest	Asie développée
Densité des agglomérations (h/km ²)	1.400	1.400	5.400	16.000
Mètres de route par habitant	6,6	8,8	2,1	1,0
Véh-km en transport public par habitant par an	30	56	79	103
Vitesse moyenne des flux automobiles (km/h)	43	44	30	24
Places de parking pour 1000 employés dans le centre d'affaires	380	327	211	67
Automobiles/1000 h	533	453	328	88
Passagers-km en automobile (par personne et par an)	12.500	10.700	5.600	1.800
Passagers-km en transport collectif (par personne et par an)	500	860	1.800	3.100
Passagers-heures en automobile par personne et par an)	289	244	167	76
Passagers-heures en transport collectif par personne par an	21	30	68	126

Source : Newman et Kenworthy, 1989. Valeurs 1980.

Cependant, la complexité des interactions entre la vitalité d'un quartier et son accessibilité vont nous amener à garder la plus grande prudence lorsqu'il s'agit d'accuser la circulation de tous les maux de la ville. On peut considérer en fait qu'il faut trouver un équilibre dans l'usage de l'espace urbain, entre la circulation et les lieux de vie sociale. Si l'on estime que cet équilibre s'établit trop en faveur de la circulation, on peut toujours se voir objecter qu'il résulte tout de même d'un certain consensus collectif en faveur de l'usage de la VP, ainsi que de l'habitat individuel en périphérie.

En fait, même si l'on se plaçait dans le premier cas, c'est-à-dire si la péri-urbanisation résultait d'une préférence des individus pour l'habitat individuel qui n'a pas de prix, notre travail pourrait tout de même mettre en avant le fait que cette préférence a un coût social en termes de transport, c'est à dire qu'elle peut entrer en contradiction avec une autre préférence croissante pour la qualité de l'environnement. (On pourrait même objecter que, face à cette argumentation défendant la préférence individuelle pour la péri-urbanisation, les coûts sociaux de la désagrégation du lien social dans des quartiers ou les relations de voisinage sont remplacées par un "cocooning", un repli sur soi qui peut paraître inquiétant - mais nous sortirions là du champ de notre étude.)

Notre travail ne consistera pas en définitive à déterminer si la péri-urbanisation et ses impacts en terme de mobilité automobile sont collectivement choisis, ou collectivement subis, mais bien de mettre en avant les dysfonctionnements induits par cette mobilité automobile. Notre approche se contentera donc d'évaluer ces dysfonctionnements en termes de coûts externes des usagers de transport urbain sur la collectivité.

Par la suite, seule une véritable confrontation de préférences permettrait de trancher dans le débat précédent: si le phénomène de péri-urbanisation est vraiment un choix collectif fort, c'est-à-dire si l'élasticité aux coûts du transport est faible, les individus accepteront d'en payer les coûts sociaux sans changer leur comportement. Par contre, si la préférence pour l'environnement l'emporte, cela conduira à long terme à une remise en question de l'évolution actuelle de l'urbanisation périurbaine.

Une démarche originale

Cette étude vise donc à présenter une démarche originale qui essayera de dégager les aspects les plus significatifs du problème. Dans une première partie, nous adopterons l'approche classique des effets externes et de l'internalisation: après une description qualitative des nuisances des transports en milieu urbain, nous proposerons une valorisation monétaire de ces nuisances, en précisant bien au préalable les limites de la démarche.

En deuxième partie, constatant que le problème du marché des transports urbains ne peut être réduit à un problème de coûts à internaliser, nous développerons un modèle qui nous amènera à présenter une internalisation consistant à gérer les contradictions de préférence présentées ci dessus à l'intérieur même d'un système de transport intégré. Nous verrons que la gestion de ce système implique des mesures visant à dissuader la circulation automobile qui pourraient se traduire localement par des péages, mais principalement par des mesures réglementaires. Nous présenterons ainsi les mesures réglementaires qui existent dans certaines villes européennes.

Enfin, nous verrons comment les chemins de fer pourraient profiter d'une telle internalisation en devenant prestataires de services collectifs au profit d'une collectivité ayant choisi d'être à l'avant garde dans la protection de son environnement.

I. Première partie : L'EVALUATION DES EFFETS EXTERNES EN MILIEU URBAIN

Cette première partie approchera le problème des effets externes de façon classique. Après une définition de la spécificité du milieu urbain, nous présenterons un aperçu qualitatif des nuisances dues aux transports. Par la suite, une série de remarques sur les effets externes invitera le lecteur à prendre un minimum de recul par rapport au concept d'externalité. Ces remarques, en mettant l'accent sur les limites d'une approche trop classique du problème, annonceront la seconde partie de ce rapport. Le lecteur étant averti, nous pourrions alors avancer une estimation des coûts externes des transports urbains.

1. Quelle définition de l'urbain : typologie des problématiques des relations transport et environnement dans l'espace :

Cette étude se situe dans le cadre des transports urbains, et plus largement des transports qui se situent dans les espaces urbains et péri-urbains. Mais comment définir ces espaces péri-urbains ? Nous désignerons par espace péri-urbain l'espace situé autour d'une ville à partir de laquelle sont générées des migrations pendulaires domicile-travail. Nous voyons que cet espace peut présenter des limites géographiques quelque peu floues. Mais avant d'aller plus loin dans cette caractérisation difficile de l'espace péri-urbain, nous allons voir que c'est par ses caractéristiques propres par rapport à l'inter-urbain que l'on peut préciser sa définition. Nous allons ainsi présenter une typologie des problématiques spatiales des relations transports de personnes et environnement.

1 a) Espace inter-urbain

Cet espace se caractérise par une émission de trafic faible, et par une relative facilité d'accueil de nouvelles infrastructures. Celles-ci ont, du fait des faibles densités de population, des impacts faibles sur l'environnement, sauf dans la traversée de zones écologiquement sensibles (vallées alpines, réserves naturelles...).

La desserte fine de cet espace ne peut être que routière, et les services collectifs sont limités, tendant vers une offre à la demande de type "taxis".

Pour la congestion, on peut considérer en première approximation que les possibilités d'augmentation de capacités sont illimitées, et que le coût de congestion est internalisé dans le coût de développement des réseaux routiers.

Cependant, lorsque la densité augmente dans les espaces inter-urbains, l'insertion de nouvelles infrastructures devient de plus en plus difficile et coûteuse. Les impacts des infrastructures sur l'environnement deviennent significatifs (bruit, effets de coupure...), et les possibilités d'extension des réseaux d'infrastructure atteignent leurs limites.

1 b) Espace urbain et péri-urbain

Dans l'espace péri-urbain, l'émission de trafic est importante. La densité de population impose la mise en place d'infrastructures de transport lourdes et extrêmement agressives sur l'environnement.

Il devient possible de compléter la desserte routière fine de l'espace péri-urbain par des services collectifs. Alors que ces services collectifs sont d'autant plus performants que la densité de population est grande, les coûts d'extension des réseaux routiers croissent considérablement avec cette densité (autoroute inter-urbaine : 20 MF/km ; autoroute péri-urbaine : jusqu'à 500 MF/km). Cette extension est d'ailleurs quasiment stoppée en milieu urbain.

Du fait du faible développement des réseaux, la congestion routière est effective, et se compte en temps perdu dans les files d'attente. L'internalisation de cette congestion se traduit en fait par des choix collectifs en faveur de nouvelles infrastructures lourdes de transports collectifs. Ce choix est encouragé par l'existence de capacités ferroviaires sous utilisées, où peuvent être développés des services collectifs de type RER.

On voit ici que l'espace péri-urbain peut être défini par une de ses caractéristiques fortes en terme de problématique transport et environnement : c'est un espace où l'extension des réseaux routiers est limitée en raison de ses coûts financiers et environnementaux. C'est au sein de cet espace que doit s'affirmer une préférence collective en faveur d'un report modal de la croissance des déplacements vers les transports collectifs.

1 c) L'interface urbain/péri-urbain

Nous avons pu voir que les problématiques transport et environnement peuvent être bien différentes, voire contradictoires entre les différents espaces. En effet, d'un côté, le transport collectif est socialement préférable, de l'autre il est beaucoup plus cher que le transport individuel. Une difficulté importante de ces différences se situe donc dans la gestion de l'interface entre les espaces urbains et inter-urbains.

Avant d'aller plus loin dans cette étude, rappelons au préalable une de ses limites : Considérer les espaces urbains et interurbains de façon indépendante est fortement simplificateur, puisque la majeure partie des trafics interurbains a pour origine ou destination un point de l'espace urbain ou péri-urbain. Si l'on construit par exemple une pénétrante autoroutière destinée au trafic inter-urbain, cette pénétrante va être finalement utilisée en majorité par des usagers péri-urbains, qui ne seront finalement pas encouragés à utiliser les transports collectifs.

1 d) Les normes adoptées pour les évaluations monétaires :

Nous avons défini l'espace urbain par la caractéristique de rareté qui lui est rattachée. Cette définition, tout aussi intéressante soit-elle (voir partie 2), n'a cependant pas de caractère opérationnel pour une estimation monétaire classique. Pour avancer dans notre étude, nous retiendrons donc adopter les normes de partage entre urbain et périurbain adoptées par l'OEST, soit l'ensemble des communes de plus de 5 000 habitants.

1 R) Quelle définition de l'urbain : résumé

La définition de l'espace urbain est délicate. Pour l'analyse du marché des transports urbains, on peut définir cet espace par une de ses caractéristiques fortes en terme de problématique transport et environnement : c'est un espace à partir duquel l'extension des réseaux routiers est limitée par ses coûts financiers et environnementaux, et où la préférence collective s'affirme en faveur d'un report modal de la croissance des déplacements vers les transports collectifs. C'est bien cette définition qui guidera notre approche dans la partie 2. Cependant, pour cette première partie, les évaluations monétaires nécessiteront une définition plus quantitative : les normes de délimitation de l'urbain qui seront adoptées seront donc celles admises à l'OEST (villes de plus de 5 000 habitants).

2. Présentation qualitative des effets externes des transports en milieu urbain

L'objectif de cette sous-partie descriptive est de présenter la spécificité des nuisances en milieu urbain à partir des nuisances traditionnellement imputées au transport. Nous serons donc amenés à faire un inventaire des différentes nuisances que l'on peut supporter en milieu urbain. Contrairement au milieu rural, on peut affirmer que ces nuisances sont durablement perçues par les individus et la collectivité : les vives protestations qui animent chaque jour la vie urbaine poussent les responsables politiques et économiques à prendre de plus en plus en compte ces revendications. Volontairement simpliste dans ses *a priori*, cette étape permettra de rappeler le caractère contingent des coûts sociaux et le poids des considérations techniques.

2.1. Aperçu général des atteintes à l'environnement :

Une approche synthétique des divers types d'atteinte à l'environnement en fonction des modes de transport a été proposée par l'OCDE. Nous la reprenons page suivante car elle offre un bon état des lieux de la recherche en la matière. On remarquera également qu'outre l'insécurité, le bruit et la pollution atmosphérique, apparaissent des phénomènes moins connus comme les vibrations, les effets de coupure.

Par la suite, nous constaterons que, lors de l'évaluation des dommages, certains effets ne sont pas pris en compte car ils n'ont pas donné lieu à une réelle prise de conscience collective. S'ils devaient l'être à terme, cela serait susceptible de modifier sensiblement l'ampleur des internalisations. Une variabilité importante demeure donc en matière d'évaluation des coûts sociaux, consécutive aux modifications potentielles du champ des nuisances. Nous verrons d'ailleurs comment cette variabilité nous amène à distinguer des effets externes "pertinents" et "potentiels". Notre objectif se limitant ici à une revue des atteintes à l'environnement les plus flagrantes, nous nous contenterons dans les paragraphes qui suivent de quelques rappels sur les principaux effets.

2.1.R) Aperçu général des atteintes à l'environnement : résumé

Les effets des transports sur l'environnement sont aussi divers que nombreux. Il n'est pas anodin de constater que la voiture particulière suscite plus d'effets que chacun des autres modes. Dans cette étude, nous ciblerons donc notre approche sur les effets du bruit, de la pollution, de l'insécurité et de la congestion de la circulation routière.

Tableau 2 : 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, du tracé 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		

Source : OCDE

2.2. Le bruit en milieu urbain

Les enquêtes et les sondages menés dans un grand nombre de pays développés ont montré que la nuisance provenant des transports la plus souvent citée est le bruit subi à domicile. Ce résultat coïncide avec l'analyse des plaintes dans le domaine de l'environnement : le bruit fait l'objet du plus grand nombre de doléances (cf annexe). En ce qui concerne l'origine de ces nuisances, si l'on se réfère au nombre de personnes gênées, la part prise par la circulation automobile est majeure, suivie par le bruit des avions. Dans certains pays comme la Suisse ou l'Allemagne, du fait des densités combinées des populations et des réseaux ferrés, le bruit ferroviaire est aussi source de nuisances importantes.

2.2.a) aperçu technique

Si l'on définit le bruit comme tout phénomène acoustique produisant une sensation perçue comme gênante ou désagréable par une personne ou un groupe de personnes, on peut considérer trois domaines d'analyse des phénomènes sonores : la physique (phénomène acoustique), la physiologie (effets directement mesurables), et la psycho-sociologie (effet de gêne et autres réactions au bruit).

Le bruit exerce sur les personnes des effets divers qui sont souvent interdépendants. En plus des effets destructeurs de l'appareil auditif, il perturbe l'activité, altère le sommeil, crée une situation de stress... De nombreux exemples de perturbations dues au bruit peuvent être donnés : dans l'apprentissage (perturbation de l'acquisition scolaire), le développement psychologique, la vie sociale, la communication orale, les performances et la sécurité dans le travail et dans les transports...

L'unité de mesure de la pression acoustique est le décibel. Dans la vie courante, la population est généralement exposée à des bruits qui fluctuent entre 30 à 40 décibels, et 80 à 90 décibels, voire davantage (voir page suivante). Divers indices ont été mis au point pour évaluer les effets du bruit et pour en réglementer l'exposition. Certains pays utilisent des indices statistiques tels que le L10, le L50, ou le L1 (c'est-à-dire les niveaux de bruit dépassés pendant 10%, 50%, ou 1% du temps). Mais on observe dans de nombreux pays une tendance très nette en faveur de l'utilisation de l'échelle Leq en dB(A) ("niveau sonore équivalent" en décibels A), soit mesuré sur 24h, soit seulement entre 6 et 22h.

Le Leq, ou niveau sonore équivalent, ou niveau énergétique équivalent, est un indice relativement complexe qui correspond à la somme de l'énergie acoustique reçue pendant la durée d'observation, rapportée à l'unité de temps. A ce titre, le Leq prend en compte tous les bruits émis pendant la période d'observation, notamment les bruits isolés. (A titre d'illustration, un coup de pistolet à 1m, le passage d'un train rapide à 50m, et le passage de 25 véhicules légers dans une rue de centre urbain, sans aucun autre bruit pendant 1h, correspondent au même niveau sonore de 67dB(A) exprimé en Leq(1 heure).)

De nombreuses enquêtes auprès des populations exposées au bruit, effectuées par le CERN puis en 1986 par l'INRETS, ont permis de situer un seuil de gêne autour de 60-62dB(Leq-8/20h). En France, on commence à parler de "zones grises" à partir de 65dB, et de points noirs à partir de 70dB.

2.2.b) L'enquête INRETS 1986-87

L'enquête la plus récente a été confiée à l'INRETS en 1986-1987 (échantillon de 2000 personnes). On peut admettre, en référence aux définitions de l'espace peri-urbain présentées en toute première partie, que les résultats de cette enquête s'appliquent précisément à l'espace péri-urbain. Il est évident que les nuisances dues au bruit restent négligeables en milieu rural. Les résultats de cette enquête seront développés à la suite : d'une façon générale, le niveau de nuisance reste lié à la taille de l'agglomération.

(a) Nature des nuisances déclarées :

60,7 %	bruit
15,9 %	pollution atmosphérique
11,9 %	secousses et vibrations
11,5 %	danger et sécurité

(b) Origine des nuisances déclarées :

Rue, route, autoroute	52,4 %
Transports aériens	6,4 %
Transports fer	5,3 %

(c) Les causes du bruit routier :

Le bruit apparaît dans les résultats ci-dessus comme la première préoccupation des français. Aussi est-il intéressant de s'interroger maintenant sur les origines de cette gêne due au bruit. L'INRETS arrive aux résultats suivants :

circulation	33,3%
autos	24,1
PL	17,1%
2-roues	13,1%
proximité carrefour	9,1%
plutôt les bus	2,6%

Les résultats ne sont pas surprenants : La circulation, les automobiles et les PL sont à l'origine du bruit routier. La gêne due à ce bruit routier s'exprime le plus dans les villes.

(d) Répartition de la population urbaine en fonction des niveaux de bruit (villes de plus de 5000 habitants) - 1988 :

Notons que le seuil de confort acoustique est de 55dBA. A partir de 65 dBA, le bruit devient "très gênant".

Niveau d'exposition diurne (à l'ext.) (mesuré en Leq de jour (6 à 22 h.)	% de la pop. urb.
< 55 dBA	46,7 %
55-65 DBA	37,2 %
> 65 dBA	16,4 %

Il est intéressant de noter que les maires attachent apparemment peu d'importance à la lutte contre le bruit. D'après les résultats d'une enquête Bipe-Conseil réalisée de mai à juillet 1992 auprès de 450 communes de plus de 2000 habitants, les priorités d'isolation phonique et de mise en place d'un réseau de mesure du bruit n'arrivent respectivement qu'en 20ème (cité dans 14 % des cas) et 22ème position (cité dans 7% des cas).

2.2.c) perspectives

La poursuite de nos points de repère sur le bruit nous amène à présenter quelques résultats du rapport PLANCO ¹, publié Outre-Rhin, qui renferme une mine d'information sur les coûts externes.

Les rédacteurs de ce rapport observent que, avec la densification de l'habitat et les exigences d'une mobilité croissante, la gêne due au bruit ne cesse de s'étendre. On peut penser que la plupart de ces enquêtes ou de ces plaintes ont une origine urbaine. La France reste, même si une comparaison est délicate, en retrait par rapport à la G.B. ou les Pays-Bas. Cela laisse supposer une possible accentuation de la gêne due au bruit avec l'accroissement du trafic et la congestion des villes.

Concernant la RFA, de nombreuses prévisions estiment que le trafic urbain de véhicule va s'accroître très fortement (+ 23,4 % jusqu'à l'an 2000 ². Concernant les grandes agglomérations, le rapport PLANCO arrive à une estimation d'une hausse de trafic compris entre 30 % et 36 % jusqu'en 2000 - 2010 : Les problèmes de nuisances en particulier liés au bruit sont donc loin d'être résolus.

En terme de nuisances, Le rapport PLANCO précise qu'une hausse du trafic de 30 % avec un comportement des véhicules pratiquement identique en termes de nuisances conduit à une augmentation de 2 points de la part de la population qui subit la nuit plus de 55 dB(A). Il faut nuancer ce propos car les progrès techniques en matière de bruit sur les véhicules vont amener un recul sensible du niveau de bruit moyen par véhicule ³.

PLANCO conclut qu'au vu de l'évolution du trafic, on ne peut espérer qu'une faible diminution des nuisances en agglomération. Ceci est bien entendu valable pour le bruit. Cependant, il semble évident qu'en milieu peri-urbain ou en dehors des agglomérations, la gêne due au bruit pourrait s'accroître de manière sensible car les bruits de roulement sont plus difficilement réductibles.

¹ PLANCO, "Coûts externes du trafic : rail, route, voie navigable", Essen, 1990.

² PLANCO, p. 196

³ PLANCO, p. 197

2.2.d) Remarques sur le bruit ferroviaire :

Nous avons précisé avec les résultats de l'enquête d'opinion de l'INRETS que le bruit des trains était considéré par le panel comme assez négligeable puisque seulement 5,3 % des personnes interrogées le considère comme une nuisance. Le caractère très temporaire et irrégulier du bruit ferroviaire lui confère auprès du grand public moins d'importance que le bruit routier. Il faudrait s'interroger sur l'impact auprès de la population du bruit ferroviaire en milieu urbain. Un manque d'information se fait sentir dans ce domaine.

2.2.R) Le bruit en milieu urbain : résumé

Le bruit apparaît, dans les enquêtes sur les nuisances urbaine, comme la première préoccupation des citoyens. Il est occasionné principalement par les VP, et secondairement par les PL. Dans une perspective de mobilité automobile croissante, et malgré les progrès techniques, la gêne due au bruit devrait, à l'avenir, s'étendre dans les espaces péri-urbains. Le bruit ferroviaire reste, comparativement, assez faiblement ressenti ; il n'atteint des niveaux élevés qu'en des points très localisés.

2.3. La pollution atmosphérique

Après le bruit, la pollution atmosphérique est souvent citée par les citoyens comme la seconde source d'atteinte à l'environnement naturel des divers modes de transport. Ces derniers ne sont pas les seuls émetteurs de polluants, mais ils sont parmi les plus importants. En milieu urbain, les effets de la pollution atmosphérique sur les individus sont à prendre maintenant avec beaucoup plus d'attention : le développement des cancers et des accidents cardio-vasculaires nous pousse à prendre en considération ces nuisances. Cela est d'autant plus vrai que, comme le rappelle le Professeur Bonnafous, l'augmentation des polluants suit une courbe exponentielle au fur et à mesure d'un blocage du trafic. On s'aperçoit dans les grandes métropoles urbaines qu'il faut revoir les prévisions à la hausse en fonction de la fluidité décroissante du trafic.

2.3.a) La prépondérance des nuisances en milieu urbain

Les tableaux regroupés ci dessous apportent quelques éléments supplémentaires concernant le cas de l'Allemagne où la sensibilisation à l'environnement est plus forte. Il précise les composants émis par les échappement. Ces tableaux nous intéressent à plus d'un titre parce qu'ils nous renseignent sur la situation en milieu urbain (innerorts). On observe que la pollution atmosphérique est plus forte en milieu urbain qu'en milieu rural et sur autoroutes. Les émissions de Monoxyde de carbone (CO) sont quasiment multipliées par 2. On enregistre la même évolution pour la pollution en Hydrocarbures (CH). Les émissions de SO₂ et de plomb sont sensiblement les mêmes. Seules les émissions de NH semble être corrélées avec une augmentation de la vitesse. Le rapport PLANCO précise à ce sujet que l'augmentation des émissions s'explique en partie par le nombre important de "démarrage à froid".

Les tableaux pages suivantes nous renvoient aux émissions de polluants par type de véhicule.

Emission total du trafic de véhicules personnels en RFA en 1985 (x 1000t.)

	CO	CH	NOx	SO ²	Pb	Particules
milieu urbain	2548	531	221	9,5	2,0	4,3
milieu rural	1773	221	380	9,1	1,9	4,4
Autoroute	1511	128	406	7,2	1,6	4,4
Essence	5765	880	961	11,8	5,5	-
Diesel	66	20	45	13,9	-	13,1
Total	5832	900	1006	25,7	5,5	13,1

2.3.b) Des relations de causalité difficiles à établir

Dans les pays industrialisés de l'OCDE, la part des transports dans les émissions de polluants atmosphériques pourrait approcher les 50%. Dans les zones urbaines, ces polluants peuvent avoir des effets directs et indirects sur la santé : irritation de l'appareil respiratoire, des yeux ou d'autres organes ; effets toxiques aigus généraux ; effets mutagènes ou cancérogènes, effets négatifs sur les mécanismes de défense contre les infections. Ils dégradent également l'environnement

(encrassement des matériaux ; corrosion ; dégradation des édifices historiques ; diminution de la productivité agricole ; acidification des sols et des eaux de surface ; dépérissement des forêts). Ils perturbent enfin le confort de la vie quotidienne (mauvaises odeurs, réduction de l'ensoleillement et de la visibilité).

Cependant, ces effets sont plus ou moins facilement imputables au secteur des transports. Les difficultés d'attribution de chacun des polluants à leur source d'émission sont les plus importantes lorsqu'il s'agit d'effets indirects, ou bien d'effets se manifestant à long terme.

2.3.c) Une présentation des effets par type de polluant

Jusqu'à une période récente, les principales préoccupations en matière de pollution de l'air se sont concentrées sur les impacts de chacun des polluants pris séparément. Le problème est cependant plus complexe, et à titre d'exemple, une analyse détaillée du dépérissement des forêts allemandes indique que les causes pourraient venir aussi bien d'effets synergiques entre les pluies acides et des produits de réactions photochimiques que des effets directs du SO₂ et du NO₂. De même, les effets sur la santé des SO₂ et NO₂ combinés sont beaucoup plus sérieux que ceux des mêmes polluants pris séparément.

Malgré ces incertitudes, nous allons présenter brièvement pour l'ensemble des polluants émis par les transports, leur effets principaux, ainsi que les perspectives d'avenir en ce qui concerne leurs émissions.

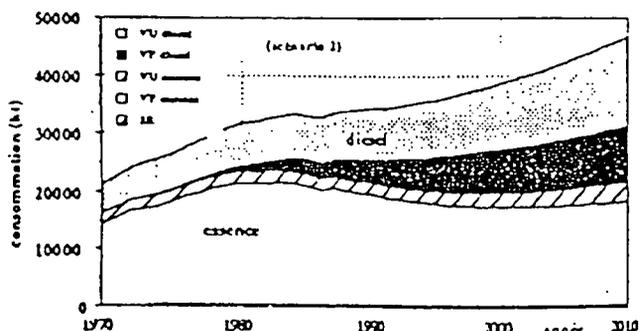
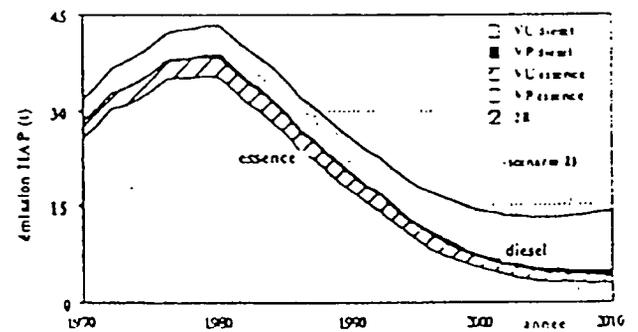
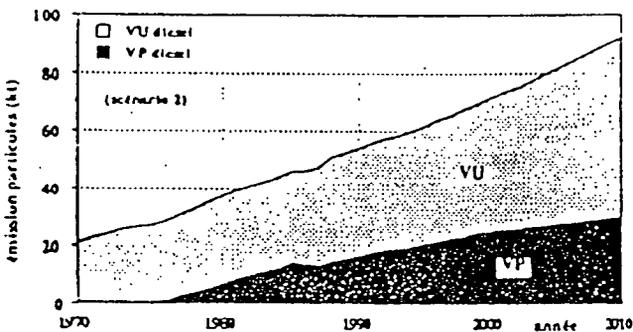
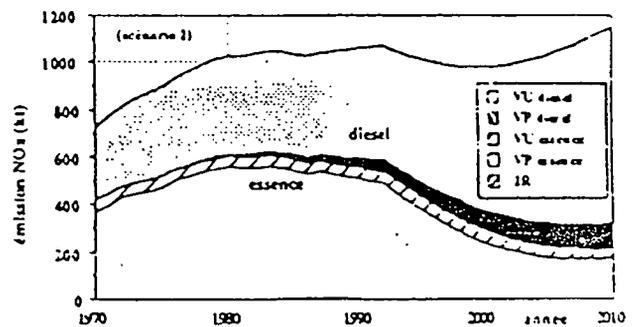
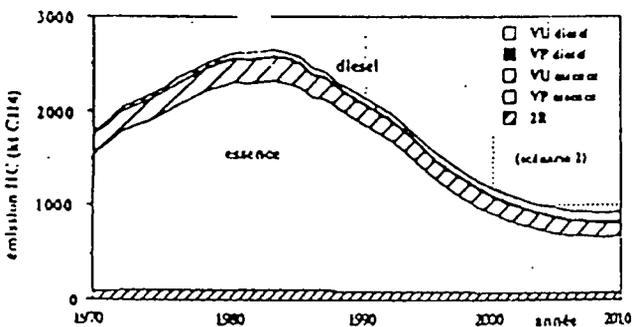
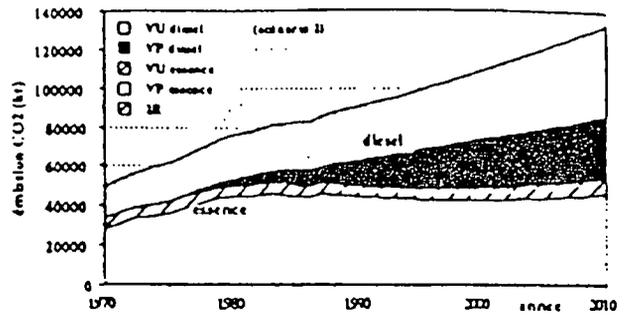
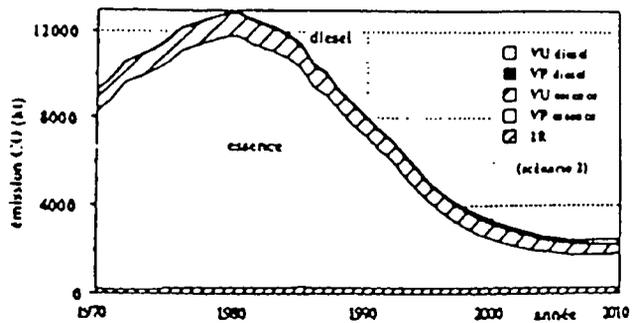
(a) Monoxyde de carbone (CO)

(Environ 80% des émissions proviennent des transports)

Provenant des gaz d'échappement automobiles, c'est un des éléments les plus directement toxiques pour l'homme (Entraves à l'activité pulmonaire, action sur le système cardio-vasculaire, mais aussi sur le système nerveux central, la vision, le jugement). Combiné à d'autres polluants, il peut avoir une action synergique importante. De plus, le CO peut contribuer indirectement à la formation de gaz à effet de serre (voir paragraphe suivant).

Il semblerait que, du fait des nouvelles techniques et réglementations, les émissions de CO par les transports vont être considérablement réduites à l'avenir, du moins pour ce qui concerne les 20 prochaines années.

Tableau 3 : les émissions de polluants en 2010 (source R. JOUMARD, J. LAMBERT, 1991, INRETS, op.cit.)



: Evolution des émissions françaises de polluants par les transports routiers de 1970 à 2010 (scénario 2), par mode et par carburant, en kt (t pour HAP).

(b) Oxydes d'azote (NOx)

(Environ 50% des émissions proviennent des transports)

Pour la santé humaine, c'est le dioxyde d'azote (NO₂) qui est très préoccupant : en réduisant les échanges gazeux dans le sang, il réduit l'intensité de la fonction pulmonaire, ce qui peut causer des irritations voire des oedèmes. Mais les altérations les plus graves se produisent lorsque les NOx agissent en combinaison avec d'autres polluants.

Pour ce qui concerne l'environnement, les NOx ont des effets négatifs sur la végétation, surtout lorsqu'ils sont combinés aux SOx, avec lesquels ils participent à la formation d'acides dans l'atmosphère (ils contribuent ainsi pour au moins 30% aux pluies acides). Ils sont aussi à l'origine des phénomènes de "smog", brouillard brunâtre qui réduit la visibilité.

A l'avenir, les émissions de NOx vont diminuer sur les véhicules particuliers à essence, ce qui va conduire à une stabilisation des émissions totales jusqu'à l'horizon 2010. Cependant, l'importance croissante du parc de véhicules diesel pour lesquels la réduction des émissions de NOx est plus difficile va vraisemblablement conduire après 2010 à une nouvelle augmentation de ces émissions.

(c) Hydrocarbures (CxHy) et autres composés organiques toxiques

(environ 40% des émissions proviennent des transports)

Ce sont surtout les hydrocarbures lourds qui font peser les risques les plus graves sur la santé humaine. Le benzène, par exemple, qui est un constituant de l'essence et des gaz d'échappement automobiles, est reconnu comme cancérigène et peut provoquer des leucémies. Ces composés présentent en outre des effets synergiques importants. Le méthane est par ailleurs considéré comme ayant un rôle important dans l'effet de serre (voir paragraphe suivant).

En France, il semblerait que l'on aille vers une diminution par deux des émissions d'hydrocarbures d'ici 2010.

(d) Plomb (Pb)

(Le total des émissions provient des transports)

Les effets du plomb sur l'homme et l'environnement ne sont à l'heure actuelle pas définis avec précision. Mais on sait depuis longtemps que le plomb peut porter atteinte aux reins, au foie, à l'appareil reproductif, aux processus cellulaires fondamentaux et au fonctionnement du cerveau.

La généralisation du pot catalytique avec utilisation d'essence sans plomb semble être une solution qui permettra dans les prochaines années de réduire sensiblement ces émissions.

(e) Particules fines (aérosols) et fibres (amiante)

Les aérosols en suspension dans l'atmosphère peuvent être toxiques par eux mêmes ou peuvent être des vecteurs d'autres substances toxiques. Inhalées, elles peuvent pénétrer très profondément dans l'appareil respiratoire, irriter les tissus pulmonaires et provoquer des troubles à long terme. Ces particules proviennent essentiellement des moteurs diesels. Par ailleurs, on a pu montrer que les fibres d'amiante étaient cancérigènes. Les particules diesel sont enfin associées aux salissures et dégradations des bâtiments et édifices historiques.

Du fait de l'augmentation considérable du parc de véhicules diesel, on prévoit un doublement des émissions de particules d'ici 2020.

(f) Oxydants photochimiques

L'ozone (O_3) est l'oxydant photochimique le plus répandu. Ces oxydants entraînent une sensibilité accrue aux infections, des maladies et altérations pulmonaires, une irritation des yeux, du nez et de la gorge.

En attaquant les parois cellulaires des plantes et en gênant leur croissance, les oxydants peuvent en outre gravement endommager la végétation, et notamment les récoltes agricoles et les forêts. Ils contribuent de plus au processus de corrosion des matériaux, et notamment du caoutchouc. Enfin, dans la basse atmosphère, l'ozone joue également un rôle dans l'effet de serre que nous allons étudier particulièrement même s'il peut en première analyse se présenter comme une forme particulière de pollution atmosphérique.

(g) L'effet de serre

Le dioxyde de carbone (CO_2) n'est pas par définition un polluant de l'atmosphère, puisqu'il est un composant naturel de l'air et qu'il est indispensable à la photosynthèse des plantes. Mais l'accumulation croissante de CO_2 dans l'atmosphère due à la combustion fossile liée à toute activité humaine peut au siècle prochain avoir de graves conséquences (désertification, bouleversement des équilibres climatiques, montée du niveau des mers). Ces conséquences ne sont pas connues avec exactitude, du fait de la complexité des phénomènes impliqués, et de leurs interactions, mais il est admis que le siècle prochain verra un réchauffement de la surface de la planète de l'ordre de 2 à 5°.

D'autres gaz ont comme le CO_2 le pouvoir d'absorber les rayonnements infrarouge émis par la terre, et donc de réchauffer l'atmosphère : le méthane (CH_4), les chlorofluoro-carbures (CFC), et le protoxyde d'azote (N_2O) principalement.

En France, environ 40% des émissions de gaz à effet de serre proviennent des transports. L'augmentation de la consommation d'énergie fossile liée à la croissance mondiale, et plus spécifiquement pour ce qui concerne le secteur des transports, la croissance de la mobilité des personnes et des biens associée à une efficacité énergétique en détérioration, ne permettent pas d'envisager à l'heure actuelle un renversement de la tendance observée actuellement.

A terme, c'est l'effet de serre qui fait peser la plus grande hypothèque sur la croissance du trafic routier : si l'on peut attendre des progrès conséquents en matière de réduction des émissions des polluants classiques, il n'en est rien pour les émissions de CO_2 qui sont indissociables du fonctionnement des moteurs à explosion.

Sur le plan macroéconomique, et à titre prospectif, une politique volontariste pour casser cette tendance est possible. Elle pourra toutefois difficilement être mise en place à l'échelle mondiale tant que les problèmes structurels de l'économie américaine ne trouveront pas de solution. La fragile croissance des Etats Unis est actuellement trop liée au coût de l'énergie pour qu'un gouvernement se risque à une taxation importante des émissions de CO_2 . Pourtant, selon Yves MARTIN, il est d'autant plus urgent d'agir que plus le temps passe, et plus les mesures de réduction seront coûteuses et difficiles à mettre en oeuvre.

Sur un plan microéconomique, à l'échelle d'une ville, internaliser l'effet de serre reviendrait en fait à stabiliser la circulation routière urbaine à un certain niveau jugé collectivement à la fois nécessaire et soutenable. Dans une telle perspective, une augmentation de la mobilité ne pourrait s'envisager que par les transports collectifs.

2.3.R) La pollution atmosphérique : résumé

Après le bruit, la pollution atmosphérique est souvent citée par les citoyens comme la seconde source d'atteinte à l'environnement. C'est la pollution due au transport qui est principalement perçue. Le problème est d'autant plus critique si l'on considère que dans un système de transport régulé par la congestion, les pointes de trafics occasionnent des émissions qui augmentent de façon exponentielle avec le trafic. Les prévisions effectuées par l'INRETS ne permettent pas d'être optimiste quant à l'évolution future des émissions d'un certain nombre de polluants, notamment les gaz à effet de serre.

2.4. Les effets externes de l'insécurité routière en urbain

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 lorsque l'on se penche sur les questions de nuisances de l'automobile et la distinction urbain/interurbain nous permettra par la suite de mettre en évidence des différences assez significatives dans la nature des risques encourus.

2.4.a) Une définition des externalités liées à l'insécurité routière difficile

Tout le monde ne reconnaît pas l'existence de coûts externes liés à l'insécurité routière. Certaines associations automobiles par exemple défendent la complète liberté de circulation en voiture particulière et affirment que l'ensemble des mesures prises pour assurer la sécurité de la route aboutissent à un niveau de contraintes d'un coût social bien supérieur aux dommages générés par les accidents. Leur position revient à considérer que, lorsqu'il prend le volant, l'usager de la route a soupesé les risques qu'il encourt et bénéfiques qu'il retire de son déplacement routier. Ce calcul coût-avantage étant fait par chaque individu, on peut alors considérer que la part du risque est internalisée et qu'il n'y a donc pas lieu de prendre en compte un coût externe lié à l'insécurité routière.

Cependant cette approche peut être critiquée sur au moins trois points : sur la définition des externalités implicitement retenue, sur la perception du risque par les usagers de la route et sur le fait que l'assurance d'un certain niveau de sécurité est un service par nature collectif à gérer par l'Etat.

- La non-identité des responsables et des victimes

Dans le cas d'un accident de la route, seul le responsable peut considérer que les dommages qu'il subit correspondent au coût de son action, à son "coût privé". Par contre, les victimes doivent supporter des dommages qu'elles n'ont pas engendrés :

- Les victimes de la route ne sont pas toutes des conducteurs : les passagers, mais aussi les piétons et cyclistes n'ont pas lieu d'accepter les règles d'un "jeu" qui n'est pas le leur.

- pour l'ensemble des utilisateurs de la voirie routière existe une inégalité flagrante entre la probabilité de causer un accident et celle d'en être la victime. Par ailleurs, il est peu probable que chaque individu, aussi rationnel fut-il, donne au risque une valeur équivalente à celle que ce risque peut avoir pour la société dans son ensemble.

Une partie de ces coûts est certes compensée par les remboursements des compagnies d'assurances. Cependant, avant de nier la présence de coûts externes, il convient de s'interroger sur l'ampleur des coûts supportés par les victimes et de les comparer aux compensations d'assurance : ce sera la collectivité qui prendra en charge la différence.

- Une prise de risques mal mesurée

La seconde objection repose sur notre difficulté à mesurer l'ampleur des risques qui sont pris lorsque la probabilité de l'événement qui le génère est infinitésimale. En effet, lorsque la probabilité

d'avoir un accident est de $3,75 \cdot 10^{-7}$ par km parcouru sur la route ($2,3 \cdot 10^{-8}$ d'être tué)⁴, il est facile de penser que cela n'arrive qu'aux autres et il est difficile d'adopter un comportement rationnel face aux risques encourus : par ailleurs, la conduite en état d'ivresse, et plus généralement la mauvaise connaissance des risques de la circulation routière par certains conducteurs et notamment les jeunes, ne permet pas de considérer l'ensemble des conducteurs comme responsables et rationnels. L'ampleur des risques encourus n'est donc pas mesurable individuellement et ce n'est qu'à un niveau collectif que l'on peut rendre compte de l'ampleur des dommages qu'ils provoquent.

- Un service de nature collective

Enfin, ce service de sécurité bénéficie à tous les usagers de la route, sans distinction. Pour reprendre la distinction de Samuelson, il s'agit d'un "bien collectif pur" (en opposition à un "bien privatif pur", du domaine de la propriété individuelle) qui relève d'une gestion collective à travers l'intervention de l'Etat. C'est donc à ce dernier de faire les investissements nécessaires pour l'amélioration du service qu'il rend (recherche, nouvelles infrastructures...), d'édicter les règles de conduite (code de la route) et de supporter les coûts de mise en oeuvre de ces règles (gendarmerie notamment).

Ces trois objections, tout en restant dans le domaine de l'économie classique, justifient le rôle important que joue l'Etat en matière de sécurité routière. Si de plus ce dernier recherche un minimum de transparence et de cohérence dans les décisions qu'il prend, il s'avère alors nécessaire pour lui d'évaluer le coût de l'insécurité qu'il a à gérer.

La première objection conduit à définir les coûts externes d'insécurité routière comme les coûts non compensés supportés par les victimes sans prendre en compte les dommages subis par les responsables des accidents.

Par contre, les deux suivantes amènent à prendre en compte l'ensemble des dommages non compensés. En effet, lorsque l'on considère que les usagers de la route ont tous une (plus ou moins) mauvaise appréciation des risques et qu'ils bénéficient tous d'un même service de sécurité, on se place dès lors à un niveau collectif. Le coût externe à envisager n'est plus celui qu'un individu fait supporter à un autre mais celui qu'il fait supporter à la collectivité : ses propres dommages sont aussi à prendre en compte. A ce niveau, le principe de responsabilité existe toujours, bien sûr, mais il n'est plus pertinent pour déterminer les dommages subis par la collectivité.

2.4.b) Des coûts non internalisés par les compagnies d'assurance

Les coûts externes d'insécurité correspondent aux pertes non prises en charge par les compagnies d'assurances, celles-ci étant considérées internes à la sphère du transport routier. Ces pertes peuvent être directes ou indirectes et différées. Elles peuvent être classées ainsi :

* Pertes directes :

- dégâts matériels aux véhicules et aux abords
- dépenses de police de la route et des services de secours

⁴ Probabilités calculés pour le réseau français en 1990 : 432 milliards de kilomètres ont été parcourus, tous modes routiers confondus, entraînant 162 573 accidents corporels et 10 289 tués. Chiffres établis à partir du rapport Brossier (1991) (Cad des données OEST pour les trafics et des données de l'ONSR pour les nombres d'accidents et de tués).

- soins médicaux, frais de justice, d'assurance, d'inhumation.

* Pertes indirectes :

- dommages moraux occasionnés aux victimes et à leurs proches

- effets sur la production résultant du décès ou de l'incapacité

- "*pretium vivendi*" correspondant à une valeur collective tutélaire attribuée à la vie de chaque citoyen.

Les coûts externes supportés par la collectivité sont généralement déduits de la somme des coûts des pertes totales, c'est-à-dire des pertes directes plus indirectes, moins les remboursements des assurances automobiles. Remarquons tout de même l'ambiguïté qui peut exister sur le terme de valeur tutélaire : en toute rigueur, cette valeur que la société attribue à tout citoyen est une valeur correspondant à une perte indirecte. Pourtant, dans les faits, elle est généralement utilisée comme valeur de perte globale, incluant aussi les pertes directes, comme par exemple dans les calculs d'évaluation des projets routiers.

2.4.c) L'insécurité des autres modes de transport

La médiatisation des dramatiques accidents qui touchent de temps à autre les transports publics constitue un effet loupe considérable. En fait, des études ont été faites concernant les accidents en transport collectif, mais les résultats apparaissent négligeables au regard de ceux des accidents de la route.

2.4.R) L'insécurité routière : résumé

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. L'insécurité routière n'est donc pas la moindre des nuisances urbaines de l'automobile, même s'il apparaît que le nombre de victimes est moins important en ville que sur route nationale en rase campagne. Comparée à celle de l'automobile, l'insécurité des autres modes de transports est négligeable.

2.5. La congestion et l'usage de l'espace

La congestion des voiries urbaines concerne en premier lieu les véhicules particuliers, mais du fait de son ampleur croissante, elle tend également à toucher le transport de marchandises aussi bien en fin et début de chaîne du transport que lors du transit dans des agglomérations. Sur autoroute, on notera ainsi les dysfonctionnements que l'on observe à Paris et à Lyon, où les véhicules en transit se trouvent bloqués dans les flux urbains domicile-travail. Sur route nationale, les villes où la circulation locale commence à gêner les flux de transit sont de plus en plus nombreuses, de plus en plus petites. La congestion se traduit par quatre grands effets :

- une perte de temps pour les usagers VP ;
- une perte de temps pour les usagers TC en surface ;
- un mauvais rendement des moteurs qui occasionne des surplus de pollutions et de consommation d'énergie ; ce dernier point pose particulièrement problème car les émissions polluantes peuvent être démultipliées aux heures de pointes et conduire localement à des dépassements des normes généralement admises ;
- un besoin toujours plus grand de nouvelles infrastructures de transport, qui pose des problèmes de financement.

Le rapport PLANCO met aussi en évidence une série d'effets séparateurs du trafic urbain en agglomération (croisement, traversée pour les piétons) qui entraîne une perte de temps. Ces effets-coupures jouent un rôle plus important pour le transport urbain qu'en milieu rural. Les coûts liés à cet effet de séparation sont pris en compte dans le rapport PLANCO : la perte de temps subie par la population en raison du trafic routier motorisé est estimée en RFA à 0,5 milliards de DM (à ajuster à la hausse pour les situations de trafic urbain intense)⁵.

De même une étude sur le trafic en Hollande montre à partir de l'utilisation du modèle "Randotap" que le renoncement à participer au trafic s'élevait à 25 % du trafic observé⁶.

Dans les principes théoriques de type néo-classique, la congestion est un effet externe, car une non tarification de la congestion conduit à une perte sociale. Nous verrons cependant que l'analyse de la congestion en termes d'effet externe est extrêmement complexe. Elle peut être approchée de diverses manières, qui peuvent conduire à des conclusions contradictoires !

2.5.R) La congestion : résumé

L'approche de la congestion et de l'usage de l'espace en termes de nuisance automobile est évidente si l'on considère les pertes de temps occasionnées sur les autres usagers de la voirie (TC, piétons), ou bien l'explosion des émissions polluantes des véhicules bloqués dans des embouteillages. Nous verrons cependant que l'analyse de la congestion en termes d'effet externe est extrêmement complexe.

⁵ PLANCO, p. 182

⁶ PLANCO, p. 165

3 Le concept d'effet externe et les limites de la monétarisation

Avant de proposer une valorisation monétaire des coûts externes des transports en milieu urbain, il n'est pas inutile d'apporter quelques remarques sur les externalités. Dans un premier temps, nous présenterons donc sommairement le concept d'effet externe tel qu'il est considéré dans la théorie du bien-être. Peu à peu nous nous écarterons de la fiction théorique pour nous rapprocher de la réalité à travers des compléments d'information plus pragmatiques.

Dans un deuxième temps, nous insisterons sur les limites des évaluations monétaires (le lecteur trouvera une mise en garde contre un certain malentendu, à propos d'évaluations monétaires qui pourraient être "objectives"), ce qui nous conduira à définir une "déontologie de l'évaluation" qui guidera les monétarisations de notre première partie. Nous verrons dans la deuxième partie que ces limites nous amèneront à élargir les concepts classiques de "coûts à internaliser dans des prix", à une approche plus proche de la réalité interprétant le problème de l'internalisation comme un conflit de préférences contradictoires.

3.1. Rappels et généralités sur le concept d'effet externe

Nous tenterons de présenter le concept d'effet externe à travers plusieurs éléments d'abord relativement théoriques, puis de plus en plus concrets. Ces quelques éclaircissements nous permettront d'y voir plus clair parmi les confusions qui sont souvent faites autour des termes de coûts sociaux, coûts externes, monétarisation, internalisation. Après un essai de distinction coûts sociaux / coûts externes, nous préciserons les notions d'optimum et coût social, d'abord dans le cadre du marché du bien, puis dans le cadre du marché de la dépollution, marché fictif, lié à l'internalisation du coût social.

Nous évoquerons aussi les différentes approches du coût externe, en articulant l'approche marginaliste de l'approche comptable. Enfin, nous rappellerons la nécessité de bien distinguer coût externe et coût à internaliser.

3.1.a) Rappels théoriques

COÛTS SOCIAUX ET COÛTS EXTERNES

Les termes de coûts sociaux et coûts externes sont souvent utilisés sans distinction, en opposition aux coûts privés. Dans d'autres cas, le terme de coût social signifie bien "coût total", c'est à dire coût privé plus coût externe.

En fait, dans un souci de rigueur scientifique, il nous paraît pertinent de bien préciser le sens des termes que l'on utilise : le terme de coût social correspond à un coût global, c'est-à-dire au coût privé plus le coût externe.

On peut ainsi décliner cette définition à l'activité des transports, à des nuisances et au désenclavement :

- coût social de l'activité des transports = coût global = coût privé du transport + coûts externes générés par le transport et supportés par un tiers ;

- coût social d'une nuisance = coût global = coût privé supporté par le générateur de la nuisance + coût externe supporté par un tiers = ensemble des dépenses engagées du fait de l'existence de cette nuisance ;

Par contre, lorsque l'on parlera des coûts sociaux du transport (au pluriel), cela correspondra non pas au coût social du transport (au singulier, sens global), mais bien à la somme de l'ensemble des coûts sociaux liés à l'activité des transports, et relatifs à l'environnement.

Précisons en outre que parmi le coût social du transport, il n'y aura pas égalité entre les coûts externes et les coûts sociaux : une partie des coûts sociaux sera en effet interne à l'activité du transport (ex : surcoût d'installation du pot catalytique). On peut synthétiser l'ensemble de ces rappels par le schéma suivant, construit sur l'exemple des coûts du transport urbain :

COUT SOCIAL DU TRANSPORT URBAIN	COUTS PRIVES DU T.U. (A LA CHARGE DES USAGERS)	COUTS MONETAIRES
	COUTS EXTERNES DU T.U. (A LA CHARGE DE LA COLLECTIVITE)	COUTS SOCIAUX DU TRANSPORT URBAIN (ENVIRONNEMENT INSECURITE CONGESTION...)

Ce tableau nous permet de bien mettre en évidence qu'un coût externe ne se définit que par rapport à une sphère de référence. De façon générale, on peut ainsi distinguer de façon schématique :

- 1/la sphère de la firme à l'origine de l'externalité
- 2/la sphère de la firme, de l'individu, ou de l'environnement recevant l'externalité
- 3/la sphère de la collectivité

Cette distinction schématique de trois sphères de référence nous permet de bien comprendre que l'externalité ne devient visible qu'à partir du moment où elle est révélée en négatif par des dépenses de protection ou d'évitement, soit directement par une réaction économique du récepteur de l'externalité, soit indirectement par une intervention publique, lorsqu'une réaction directe est impossible (protection de l'environnement). Notre étude concernera l'analyse de quatre externalités de la sphère des transports urbains sur la sphère de la collectivité : bruit-pollution-insécurité-congestion. Nous proposerons ainsi une estimation de la part des coûts sociaux du bruit, de la pollution, de l'insécurité et de la congestion non internalisés dans la sphère des coûts privés de transport urbain.

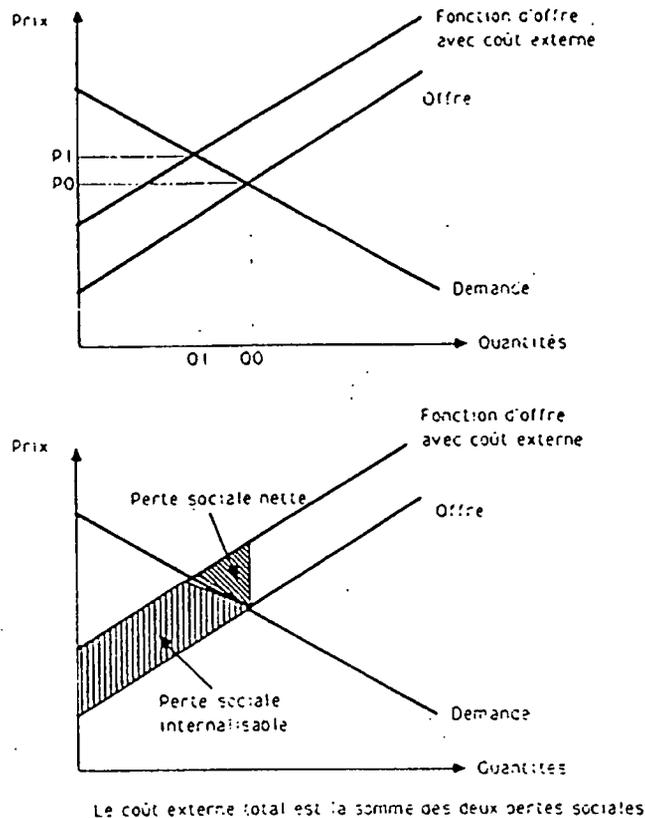
COÛT SOCIAL ET OPTIMUM SELON PIGOU

Les termes de coûts sociaux et coûts externes étant précisés, venons-en à présent à la définition de l'externalité. Si l'on se place dans le cadre de l'approche théorique pigouvienne, on peut donner une valeur monétaire à tout dommage produit par une firme au cours de la production d'un bien. La théorie de Pigou nous dit alors que si la firme ne prend pas en compte le coût de ce dommage, cela se traduit d'une part par une baisse de l'utilité d'individus extérieurs au marché du bien en question, et d'autre part par une allocation sous optimale des ressources globales.

On peut représenter ce phénomène à partir de simples courbes d'offre et de demande. Supposons pour simplifier que la quantité de nuisances produites ne dépende pas de la quantité de

biens produits. Pour une fonction de demande d'un bien quelconque à l'origine d'une pollution, nous aurons deux fonctions d'offre : la fonction d'offre constatée spontanément sur le marché, et la fonction d'offre intégrant en plus du coût privé de production, son coût externe.

Figure 1 : Coût privé et effets externes



Un tel graphique permet de comparer la situation d'équilibre spontané du marché ($P_0; Q_0$) et la situation théoriquement optimum ($P_1; Q_1$). Dans le cas d'un coût externe, la situation optimum se traduit par rapport à la situation observée par des prix plus élevés ($P_1 > P_0$) et une production réduite ($Q_1 < Q_0$). Si la situation spontanée du marché se traduit par des surplus des producteurs et consommateurs supérieurs à l'optimum, elle conduit aussi à l'existence d'une perte sociale nette. Cette perte sociale nette correspond à la différence entre les gains en surplus de la situation du marché par rapport à la situation optimale et le coût externe.

La baisse de l'utilité des individus victimes des dommages et extérieurs au marché du bien correspondra au coût externe. La baisse de l'utilité collective globale correspondra à la perte sociale nette.

Cette distinction est intéressante à signaler car certaines mesures partielles d'internalisation se contenteront d'annuler la baisse de l'utilité globale, présupposant que les victimes sont aussi des consommateurs du bien et qu'il n'y a pas lieu de les indemniser -ce qui peut être abusif-. En toute rigueur pigouvienne, l'internalisation devrait à la fois indemniser les victimes et optimiser le fonctionnement marchand : nous verrons cependant avec les apports théoriques de Coase que cette "rigueur pigouvienne" ne fait pas l'unanimité. Coase considère ainsi que seule l'allocation optimale des ressources est du ressort de l'internalisation, alors que l'indemnisation relève plutôt

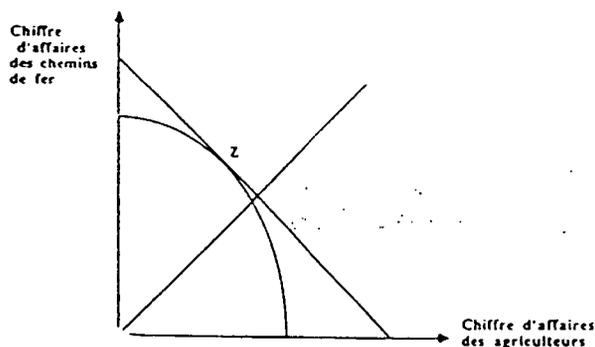
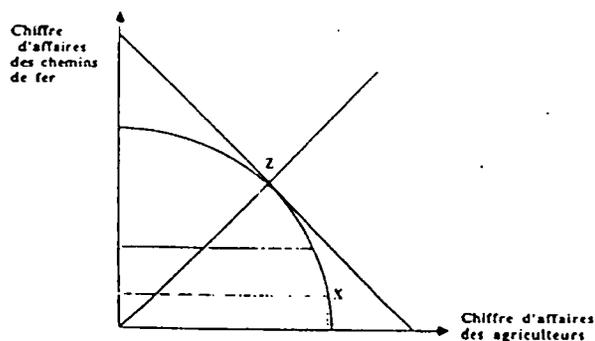
d'une logique redistributive. Pour y voir plus clair, on peut introduire la référence à la notion de "marché de l'évitement".

OPTIMUM ET MARCHÉ DE L'ÉVITEMENT

Le marché de l'évitement peut être réel mais il s'agit plutôt d'une fiction théorique permettant de comprendre les décisions relatives des acteurs concernés par une pollution. De façon schématique, on peut reprendre ici le raisonnement de Ronald Coase en développant la critique qu'il a adressée à A.C. PIGOU à propos des dégâts causés aux riverains par les chemins de fer. Il commence par se démarquer de ce dernier en soulignant qu'il faut éviter un point de vue partial désignant *a priori* un coupable et une victime. Si en effet les chemins de fer peuvent gêner l'activité agricole, on peut aussi bien renverser la perspective et considérer que toute action des agriculteurs destinée à empêcher la construction d'une voie ferrée est un effet externe imposé au transport ferroviaire.

Dans cette perspective, et si les droits de propriété sont défendus de part et d'autre, on peut résumer la situation en faisant référence au traditionnel schéma de l'optimum de Pareto. Nous sommes dans ce cas en présence d'un arbitrage à opérer entre des intérêts contradictoires. Si l'on permet aux chemins de fer de développer leur chiffre d'affaires, cela conduit à une réduction du chiffre d'affaires des agriculteurs et réciproquement. Dans ce cas, il est possible d'envisager la création d'un marché, ou à tout le moins d'un marchandage, entre les deux protagonistes. En supposant par exemple que la situation initiale est figurée par le point X, on voit que les chemins de fer ont intérêt à développer leur activité puisque ce qu'ils gagnent est beaucoup plus important que ce que perdent les agriculteurs. Une indemnisation totale de ces derniers est donc possible tout en laissant un surplus pour les chemins de fer. C'est au point Z que l'on atteint un maximum de "bien-être" pour la collectivité.

Figure 2 : Optimum et maximisation du bien-être

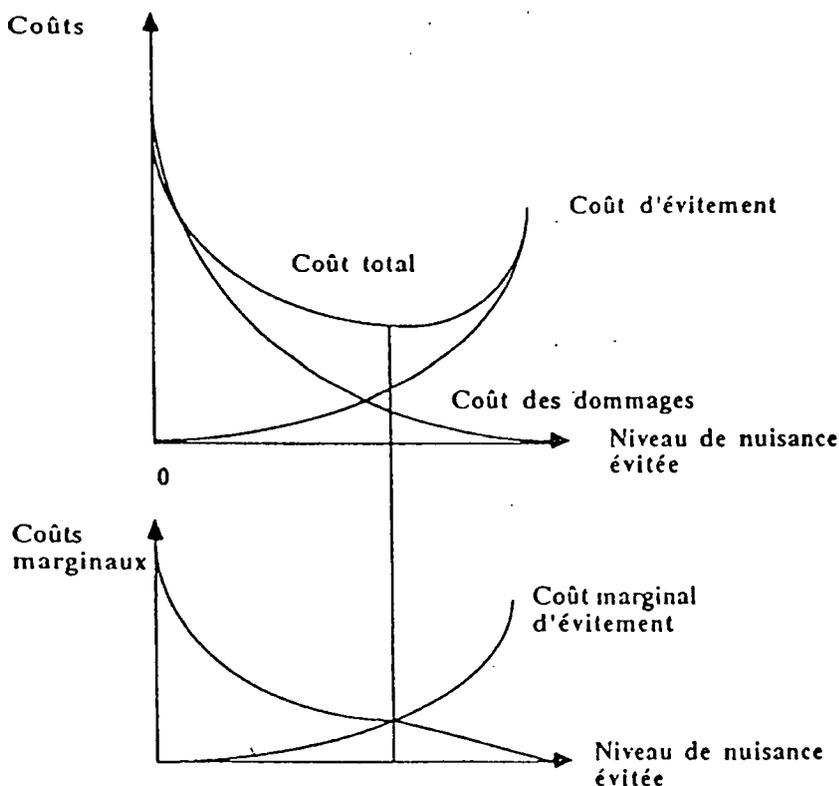


Le schéma ci-dessus a l'intérêt d'éviter les jugements de valeur hâtifs sur la question des nuisances. Il permet de rappeler que si la croissance économique occasionne des dégâts à l'environnement, l'internalisation ne peut consister qu'à un compromis entre croissance et environnement, compromis demandant des sacrifices minimaux de part et d'autre. Il souligne aussi qu'il n'y a pas antinomie entre économie et écologie. Mais comme le montre aussi la partie basse de la figure, si la frontière des optima est dissymétrique, ce qui est fort probable, la logique économique s'éloigne de la première bissectrice qui symbolise une répartition équilibrée des chiffres d'affaires. L'activité la plus profitable sera en position de force, financièrement, pour imposer ses priorités.

Avec la notion de marché d'évitement, on va néanmoins conclure que les mécanismes de marché peuvent, s'ils sont correctement utilisés, venir renforcer l'internalisation des effets externes.

On construit dans ce but un marché fictif de l'évitement en considérant comme fonction d'offre d'évitement le coût total d'évitement de la nuisance, et comme fonction de demande d'évitement le coût total des dommages, ou coûts externes dus à cette nuisance. L'assimilation demande/coût externe des dommages se comprend mieux si l'on considère la fonction de dommages comme un consentement à payer pour réduire la nuisance. On peut ainsi représenter le marché de l'évitement d'une nuisance. Mais comme le fait la figure 6, il existe en fait deux façons de considérer le marché selon que l'on s'intéresse aux coûts totaux (partie haute de la figure) ou aux coûts marginaux (partie basse).

Figure 3 : Le marché de l'évitement, du coût total au coût marginal



Dans la partie haute de la figure, apparaît le raisonnement en termes de coût total de la nuisance et de l'évitement. En additionnant ces deux coûts, il apparaît une courbe de coût social total qui passe par un minimum. Notons que sauf cas particulier, il n'y a pas de raison pour que ce minimum se trouve à l'aplomb du point d'intersection des deux courbes de coût. Par contre, comme le montre la partie basse de la figure, ce minimum correspond au point où le coût marginal d'évitement est égal au coût marginal des dommages. Nous sommes donc bien ici en présence d'un optimum puisque tout déplacement à droite ou à gauche de ce point ferait augmenter le coût des dommages au-delà du coût d'évitement et réciproquement.

Avec cette notion de marché de l'évitement, nous sommes en présence d'hypothèses particulièrement fortes et suggestives :

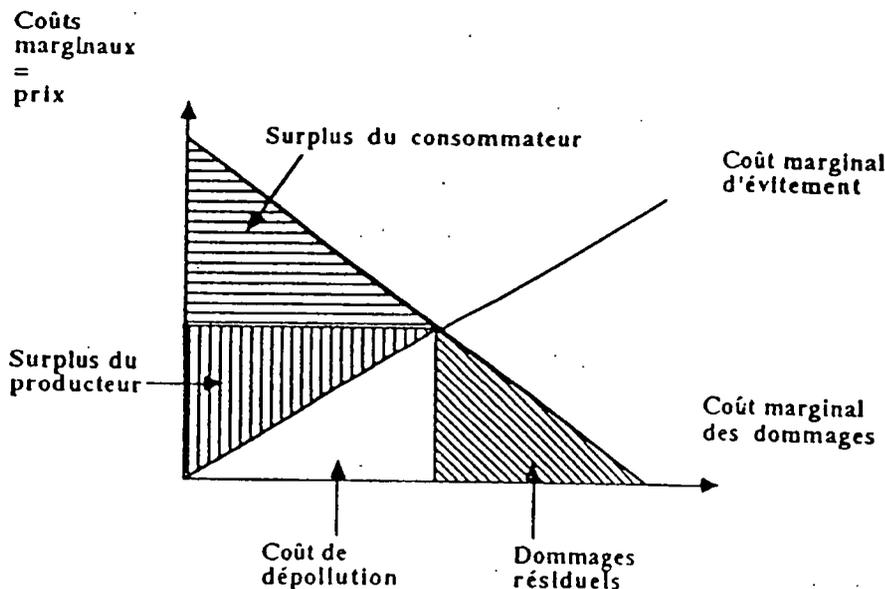
- La lutte contre les effets externes tout d'abord n'est pas leurs suppressions totales, mais la détermination d'un niveau optimal qui égalise les coûts marginaux des dommages et de l'évitement.

- Le coût total tel qu'il apparaît dans la partie haute de la figure ne se réduit pas au coût des dommages puisqu'il tient également compte du coût d'évitement. C'est pourquoi il nous a semblé préférable dans cette étude de bien distinguer coût social et coût externe.

MARCHE DE L'EVITEMENT ET SURPLUS

On peut aller plus loin dans la similitude avec les courbes classiques d'offre et de demande en étendant la notion de surplus à notre "marché de l'évitement", par exemple dans le cadre de la pollution. En transformant légèrement les notions de surplus du producteur (écart entre le prix et la fonction d'offre) et de surplus du consommateur (écart entre le niveau du prix et les fonction de demande), on obtient le résultat suivant. La courbe de coût marginal d'évitement est assimilée à une fonction d'offre de la réduction des nuisances, croissante avec le niveau de dépollution atteint. La courbe de disposition marginale à payer est assimilée à une fonction de demande, décroissante avec le niveau de dépollution. On remarquera ici que les dommages sont évalués par la disposition marginale à payer de ceux qui les subissent.

Figure 4 :



On distingue quatre zones :

- la zone de surplus des demandeurs qui bénéficient d'une dépollution à un coût inférieur à ce qu'ils étaient disposés à payer ;
- la zone de surplus du dépollueur, ou bénéfice retiré par l'entreprise de dépollution ;
- la zone représentant le coût d'évitement (de la situation initiale à la situation optimale) ;
- enfin, la zone des demandes de dépollution non satisfaites à l'optimum (disposées à payer un prix inférieur au prix du marché), zone que nous pourrions aussi appeler "dommages restants" ; cette zone représente la valeur du sacrifice consenti par les victimes de la pollution, dans le compromis entre pollution et non-pollution, pollueur et pollué, production matérielle et bien être social...

La somme des deux dernières zones représente ce que nous avons appelé le coût total, comprenant le coût d'évitement plus le coût des dommages résiduels. Ce dernier adjectif ne doit pas induire en erreur car ce "résidu" peut être relativement important. Il comporte par exemple le coût non internalisé des accidents de la route.

COÛT EXTERNE ET PERTE SOCIALE NETTE

Il faut bien distinguer "le coût externe", de "la perte sociale due à la non-internalisation de cet effet externe". La présentation de valeurs de coûts externes présentés sous la forme de pertes nettes pour la société d'une non internalisation est abusive, et est, sans doute, à l'origine de la polémique actuelle sur les effets externes positifs. Dans les transports, par exemple, une externalité, c'est-à-dire un écart du prix au coût marginal, engendre une situation du marché avec perte sociale pour la collectivité, mais la plus grande partie du coût externe est compensée (collectivement du moins) par les bénéfices que tire l'activité du transport et la collectivité de cette sous-tarifcation. Rappelons que la perte sociale est égale à la différence entre coûts et bénéfices, comme nous l'avons vu précédemment (coûts externes et optimum selon Pigou).

Lorsque l'on parlera par exemple de coût externe du transport sur l'environnement, cela signifiera donc "perte occasionnée par les transports sur l'environnement", ce qui n'aura rien à voir avec la "perte collective due à une non internalisation de ces effets".

3.1.b) Différentes approches des coûts externes

APPROCHE MARGINALISTE ET COMPTABLE : UNE DISTINCTION IMPOSSIBLE ?

Parler d'évaluation de coûts externes est problématique : cherche-t-on à faire un bilan du coût des nuisances dues aux transports ? ou bien essaye-t-on d'évaluer l'écart du prix du transport à son coût marginal ? Ces questions nous amèneront dans un premier temps à bien distinguer les approches globales et marginales, puis à nous apercevoir que cette distinction ne résiste pas aux nécessités méthodologiques pratiques des évaluations monétaires.

Devant la multiplication des propositions de valeurs pour le coût social de la route, valeurs globales ou marginales, parfois dans la confusion la plus totale, il nous paraît donc *a priori* utile de rappeler la différence entre une approche marginaliste et une approche comptable des coûts sociaux.

L'approche comptable du coût social consiste à évaluer *a posteriori* ce qu'a coûté globalement une nuisance donnée. Cette évaluation, qui rejoint les concepts de la comptabilité nationale, consiste à évaluer l'ensemble des dépenses publiques et privées engagées par la collectivité du fait d'un effet externe. En terme de tarification, raisonner en termes comptables conduit à tarifier au coût moyen, autrement dit à l'équilibre budgétaire. Nous allons voir que

l'approche marginaliste se distingue théoriquement de l'approche comptable, mais qu'elle y revient *a posteriori* par nécessité.

L'approche marginaliste est fondée sur l'équilibre théorique de l'offre et de la demande qui conduit de façon dynamique à l'optimum économique. Dans le cas de l'environnement, cet équilibre s'établit comme nous l'avons vu entre la demande et l'offre d'évitement de la nuisance. Dans ce cadre, l'application stricte de la notion de coût marginal aux nuisances revient à définir le coût marginal social d'une nuisance comme le coût de la dernière unité de nuisance supplémentaire produite, ceci à niveau d'évitement donné.

Dans cette perspective, le coût social signifie donc "coût externe marginal des dommages", lequel, à l'optimum, est égal au coût marginal d'évitement. Or, comme dans les faits, le coût marginal des dommages est rarement connu, on est conduit à l'évaluer par le coût marginal d'évitement. Deux interprétations de cette démarche sont alors possibles :

-selon les plus stricts principes de la théorie économique, on suppose que le jeu des individus et de la collectivité place l'état présent à l'optimum. Si comme R. Coase, on s'intéresse aux droits de propriété, cela revient à considérer qu'un type donné de norme, et donc d'internalisation, est *hic et nunc* le reflet des arbitrages sociaux et politiques entre la légitimité des multiples droits de propriété privés : ces arbitrages sont donc légitimes puisque l'on suppose qu'ils ont correctement internalisé les effets externes. Dans ce cadre là, si l'on se place à l'optimum, le coût marginal social de la nuisance est égal au coût marginal des mesures d'évitement effectives. Cette première approche se contentera donc d'évaluer les externalités "pertinentes", suivant la distinction proposée précédemment.

Lorsque l'économiste souhaite aller plus loin en avançant des valorisations d'externalités "potentielles", il est conduit à rejeter l'hypothèse selon laquelle ce marché est *a priori* à l'optimum. Cette autre interprétation conduit donc à une évaluation fondée sur un optimum correspondant à une contrainte normative qui pourra apparaître dans un avenir plus ou moins proche. On dira donc que le coût marginal social de telle nuisance est égal au coût marginal d'évitement de cette nuisance à tel niveau d'évitement supposé optimal.

Considérons par exemple la pollution consécutive à la présence du plomb dans l'essence : elle peut-être évaluée par le coût de l'installation d'un pot catalytique sur les voitures. Avant la législation rendant obligatoire le pot catalytique, une telle évaluation consistait en une valorisation "potentielle" ; à l'heure actuelle, la même évaluation représente une valorisation "pertinente".

Cet exemple nous permet de mettre le doigt sur une difficulté méthodologique majeure de l'évaluation du coût marginal social : dans l'évaluation du coût d'installation du pot catalytique, on n'échappe pas à une assimilation entre coût marginal et coût variable moyen. Ici en effet, on mesure la variation marginale de coût pour une voiture, considérée comme l'unité élémentaire.

La démarche d'évaluation évoquée auparavant revient en effet à chercher, à partir d'un bilan des dépenses relatives à une nuisance, quel coût marginal externe correspond à cette nuisance. Cela revient en fait à évaluer au préalable l'internalisation collective, pour déterminer ensuite la valeur moyenne de l'externalité de la sphère de l'activité de transport sur la sphère de la collectivité ; cette valeur moyenne sera ensuite assimilée à une valeur marginale. On conçoit vite la gymnastique méthodologique que cela implique, et les entorses à la rigueur théorique vont être inévitables.

On se trouve là au coeur même d'une contradiction majeure des évaluations de coûts marginaux externes : la théorie économique invite à une internalisation des valeurs marginales, alors que les méthodes d'évaluation amènent en général des valeurs moyennes. Faute de mieux gardons donc bien à l'esprit que les évaluations de coûts externes marginaux reposent sur une

hypothèse forte d'égalité entre valeurs de coûts moyennes et marginales, autrement dit, de proportionnalité et d'homogénéité entre trafics et nuisances. Nous nous apercevons vite que le concept d'externalité défini dans le cadre rigoureux du modèle d'équilibre général néo-classique est bien rigide face à la complexité du réel, même s'il apporte beaucoup à la compréhension des limites du marché.

VERS UNE APPROCHE COMPTABLE ELARGIE

Une évaluation élargie du coût social, consiste à prendre en considération d'une part le coût des mesures d'évitement, coût supporté soit par la firme productrice de la nuisance, soit par la collectivité, et d'autre part le coût des dommages résiduels estimés, coût supporté par les victimes de la nuisance, l'environnement...

Une telle évaluation permet d'approcher le problème de façon globale. Cependant, cette approche s'écarte des principes de base de la théorie économique et de la comptabilité. En effet, si l'on considère les courbes d'offre et de demande, cela revient à considérer comme valeur sociale d'une activité non seulement la production, mais aussi la somme des prix que seraient prêts à payer ceux qui ne consomment pas : dans ce cadre, on considère les atteintes à l'environnement comme distinctes des autres productions et consommation.

Cela revient en fait à considérer un "droit naturel", intrinsèque, de l'environnement à rester intact : toute atteinte à l'environnement se doit d'être indemnisée suivant le principe pollueur-payeur, quelles que soient les préférences des individus.

D'un point de vue philosophique, une telle approche semble contradictoire avec une vision humaniste de la société, ou un droit n'existe non pas intrinsèquement, mais parce qu'il est défendu par des hommes. Poussée jusqu'au bout, cette logique de protection de l'environnement pour l'environnement, mais non pour l'homme, pourrait conduire à un retour à une écologie totalitaire.

3.1.R) Rappels et généralités sur le concept d'effet externe : résumé

Si l'on se place dans le cadre de la définition des externalités donnée par Pigou, on peut donner une valeur monétaire à tout effet produit par une firme affectant une personne extérieure à la firme. La théorie néo-classique nous dit alors que si le coût de cet effet n'est pas intégré par la firme, cela se traduit par une divergence entre coûts privés (dans cette étude, coûts pour les usagers de transport) et coûts sociaux (coûts pour la collectivité). Cette divergence est appelée externalité, elle occasionne d'une part une baisse de l'utilité des individus victime de l'effet en question, et d'autre part une allocation-sous optimale des ressources globales (perte sociale). L'internalisation vise une réallocation optimale des ressources qui va minimiser la somme des coûts des dommages et de l'évitement de l'effet externe. Ces principes théoriques étant posés, on s'aperçoit très vite des entorses à la rigueur qu'exige leur application dans une réalité complexe.

3.2. Les limites de l'évaluation monétaire des effets externes

3.2.a) Les limites des évaluations de dommages

L'évaluation du coût des dommages doit en principe être à la base de toute politique de l'environnement, et par la suite, de toute monétarisation d'effets externes. Il paraît en effet inconcevable de lancer une politique de réduction d'une nuisance si l'on n'a pas la moindre idée du coût, ou du moins de la gravité des dommages imputables à cette nuisance.

Une telle évaluation est cependant difficile, du fait des valeurs non comptables que sont le bruit, la pollution, l'insécurité... Nous avons vu que des méthodes existent, comme par exemple la mesure de la dépréciation du prix des logements exposés au bruit (prix hédonistes de l'immobilier). On peut aussi établir des enquêtes auprès des populations exposées aux nuisances sur leur consentement à payer pour réduire ces nuisances, théoriquement proche du coût des dommages dus à ces nuisances. Mais la dispersion des résultats de ces enquêtes reste importante. En tout état de cause, ces évaluations nécessitent nombre d'hypothèses, et les résultats auxquelles elles donnent lieu doivent être pris avec les plus grandes précautions. Il faut admettre qu'il est impossible d'évaluer de façon précise les coûts des dommages, et que ces méthodes ne peuvent que donner, au mieux, des ordres de grandeur.

Pourtant, que l'on en ait une estimation, monétaire ou non, une connaissance pointue des dommages dus à telle ou telle nuisance en fonction du niveau de nuisance est indispensable. Si l'on connaît l'ordre de grandeur du coût d'un dommage, on pourra évaluer un coût des mesures d'évitement raisonnable et un tant soit peu conforme au principe d'optimum économique. Le cas échéant, la simple connaissance d'une fonction des dommages en relation avec le niveau de nuisance, mise en parallèle avec le coût des mesures d'évitement, pourra situer un niveau de nuisance acceptable, proche d'un optimum économique.

Dans la pratique, c'est sur les nuisances dues au bruit que les dommages sont le mieux évalués. Par des méthodes économiques d'évaluation des avantages (consentement à payer, prix hédonistes dans l'immobilier) et par des enquêtes sur les personnes exposées, des études arrivent à la fois à un ordre de grandeur du coût des dommages dus au bruit, et à une plage de niveau de bruit située entre 60 et 70dB(Leq de jour) où l'on pourrait situer un "optimum" économique.

Pour ce qui concerne la pollution, si quelques travaux, notamment allemands et américains, ont évalué des ordres de grandeur du coût des dommages de la pollution atmosphérique, les résultats obtenus sont difficilement exploitables : ils sont globaux et mal reliés à un niveau de nuisance donné. Ils ne permettent pas d'évaluer, même de façon approximative, un niveau de pollution qui serait optimal. Tout au plus, peut-on comparer *a posteriori* le coût des dépenses d'évitement effectives au coût estimé des dommages.

Par ailleurs la prise en considération de phénomènes globaux tels que les pluies acides, les trous de la couche d'ozone, ou l'effet de serre est encore plus difficile. Les relations de cause à effet entre émissions et dommages, sont très mal connues, ainsi que les coûts des dommages, qui peuvent être à très long terme.

L'évaluation des dommages dus à l'insécurité pose le problème de la mesure du coût de la vie humaine. D'un point de vue éthique, le fait d'attribuer un prix à la vie humaine est inacceptable. D'un point de vue économique, s'il est certain qu'un coût moyen de la vie humaine existe, rien ne peut être prouvé pour ce qui concerne un éventuel coût marginal du mort. (Le marché du travail et

la compétition plus ou moins implicite entre les hommes sont tels que toute disparition d'un individu dans le système de production est rapidement comblée). D'un point de vue pragmatique enfin, il faut reconnaître que fixer un coût du mort est indispensable si l'on veut intégrer dans le calcul économique le dommage que la société accorde à la perte d'une vie humaine. Ce dommage peut être fixé par une valeur tutélaire, ou bien froidement évalué par la perte de productivité moyenne induite par la mort d'un individu actif (cette méthode reste cependant contestée).

Il est admis que la connaissance du coût des dommages est *a priori*, en toute rigueur, indispensable. Nous avons vu qu'elle est aussi *a posteriori* inaccessible, sauf de façon approximative pour le bruit et les effets locaux de la pollution. Devant cette contradiction, force est de constater l'insuffisance des théories économiques, et la marge de manoeuvre qui reste dans le champs des décisions d'ordre politique.

3.2.b) Les limites des évaluations d'objectifs d'évitement

En ce qui concerne les études de monétarisation des effets externes par les dépenses d'évitement, on remarque généralement une certaine confusion quant à l'adoption de niveau d'évitement "optimum". Pour ce qui concerne l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique, par exemple, les coûts de l'instauration de nouvelles technologies moins polluantes sont souvent cités, sans que soient bien distingués les nouvelles technologies présentes et effectivement produites des technologies futures éventuelles. Par ailleurs, le niveau de pollution vers lequel vont conduire ces nouvelles technologies est rarement mis en avant, alors qu'il représente de facto le niveau de pollution optimum que l'on a implicitement choisi.

En fait, dans l'évaluation des coûts externes par l'évitement, deux démarches sont implicitement adoptées :

- si l'on juge que la situation présente est, du point de vue de la nuisance considérée, proche de l'optimum, le coût marginal social est le coût des mesures d'évitement effectives ;

- si l'on juge que la situation présente est sous-optimale, c'est-à-dire que les mesures d'évitement sont insuffisantes au regard des dommages, il faut évaluer le coût des mesures envisageables pour atteindre une situation "optimale", ou du moins satisfaisante.

Dans la pratique, la difficulté est toujours de situer la situation présente par rapport à une situation qui serait optimale. Pour cela, on a vu précédemment qu'une bonne connaissance des dommages est indispensable. Si, devant l'incertitude concernant les dommages, on s'en tient systématiquement à la première démarche, il est sûr que l'on mesurera plus une volonté politique couplée à une capacité financière à lutter contre les nuisances, qu'une valeur vraiment relative aux coûts externes induits. C'est notamment le cas si l'on a affaire à des nuisances telles que les atteintes à la biosphère, d'autant plus difficiles à intégrer qu'elles sont mal connues et supposent la définition d'un taux d'actualisation prenant en compte les intérêts des générations futures.

Ces remarques permettent de bien mettre en avant le côté subjectif de l'approche par l'évitement, puisque l'objectif "optimum" implicitement ou explicitement choisi par l'économiste dépendra nécessairement de sa propre préférence ou aversion pour l'environnement, l'insécurité...

3.2.c) Les malentendus sur la monétarisation de l'environnement

Un consensus existe chez les décideurs politiques et économiques sur la nécessité d'internaliser les coûts externes. Tout le monde est favorable à l'environnement, mais dans la mesure où les économistes et scientifiques apportent la preuve du coût des dommages, par "une" monétarisation indiscutable. L'enjeu actuel ne serait donc que de progresser dans les méthodes

d'évaluation monétaire, jusqu'à arriver à des valeurs de coûts externes suffisamment "objectives" pour être internalisées : le cadre économique serait alors suffisant pour régler tous les problèmes d'environnement.

De telles considérations reposent cependant sur un grave malentendu à propos d'une monétarisation qui pourrait être "objective". Nous avons déjà vu les limites des deux principales méthodes d'évaluation monétaire des externalités, l'évaluation des dommages conduisant à d'importantes incertitudes et l'évaluation des dépenses d'évitement étant fondée sur des hypothèses d'objectifs "raisonnables" plus ou moins explicites, plus ou moins légitimes. En complément à ces remarques, on peut montrer, en partant de deux insuffisances notables de l'économie, que dans l'approche des problèmes d'environnement, l'analyse économique doit impérativement être complétée par des approches scientifiques et politiques ; par la suite, on ne pourra alors plus parler d'évaluation monétaire "objective" au singulier.

Dans une approche purement économique, le dommage se mesure en économie de l'environnement par le consentement marginal à payer pour l'éviter. Cependant, ce principe théorique est fondé sur des individus parfaitement informés des conséquences de la pollution, ce qui est loin d'être le cas. Dans la pratique, des dommages mal connus, ayant de graves conséquences, mais que les individus minimisent par méconnaissance, c'est-à-dire des dommages scientifiquement prouvés, mais non révélés par les préférences individuelles, seront donc généralement laissés de côté par les approches économiques "pures". Par ailleurs la notion de disponibilités à payer se révèle défailante lorsqu'il s'agit de raisonner en termes planétaires : si l'on considère des nuisances telles que la pollution atmosphérique qui ne connaît pas de frontières, on ne peut guère établir le coût de ces nuisances à partir de disponibilités à payer qui dépendront pour chaque pays de leur état de développement.

Une autre insuffisance encore plus grave que l'on observe dans le calcul économique de l'environnement se trouve dans le niveau élevé des taux d'actualisation, qui a un double effet du point de vue de l'environnement :

-d'une part, ils accroissent le taux actuel d'exploitation des ressources naturelles, tant renouvelables que non renouvelables, ce qui peut conduire à des pénuries futures;

-d'autre part, ils réduisent l'importance accordée aux dommages que l'environnement subira à l'avenir du fait de décisions d'investissements prises aujourd'hui. (Si l'on applique par exemple les taux d'actualisation actuels à un calcul des dommages éventuels futurs occasionnés par les atteintes à la biosphère, il est certain que l'on arrive pour 1992 à des valeurs nulles ou dérisoires : l'effet de serre, la dégradation de la couche d'ozone, n'existent pas en 1992...)

Ces deux insuffisances montrent l'incapacité de l'économie à régler seule un certain nombre de questions relatives à l'environnement. Un large champ d'analyse revient donc aux compétences scientifiques, ainsi qu'aux décisions d'ordre politique :

*Le scientifique, qui connaît en principe mieux les problèmes, sera généralement plus sensible à leur gravité. De manière plus générale, la vision scientifique regardera à beaucoup plus long terme que la vision politique, ou économique. En mettant en garde les décideurs politiques et l'ensemble des agents économiques sur les dysfonctionnements cachés de nos sociétés, qui mettent en danger à plus ou moins long terme l'équilibre écologique fragile du système complexe "Terre", les scientifiques jouent en quelque sorte le rôle irremplaçable de "sonnette d'alarme".

*La politique est en principe l'art de révéler des choix collectifs. Dans le domaine qui nous concerne ici, il est bien de la compétence du politique d'attacher plus ou moins d'importance à l'environnement, de valoriser plus ou moins le long terme.

Nous avons vu qu'une évaluation monétaire de l'environnement qui, par souci d'objectivité, resterait fondée uniquement sur une approche économique, pouvait, en plus des incertitudes propres à toute évaluation, conduire à négliger des dommages mal connus (cas de la pollution atmosphérique et de ses conséquences à long terme). Cela est bien insuffisant : une évaluation monétaire de l'environnement ne peut s'abstenir de considérer des avis d'experts scientifiques ; et elle doit aussi s'appuyer sur des préférences révélées par des objectifs politiques

En définitive, parler d'évaluation "objective" n'a pas de sens. Il doit être très clair, donc, que le chercheur ne peut pas apporter au politique des chiffres de coûts environnementaux "objectifs", mais plutôt des ordres de grandeur, des éléments d'information et d'aide à la décision, fondés sur des hypothèses qui ne seront jamais neutres. La détermination d'une politique plus ou moins favorable à l'environnement, à la qualité de la vie, c'est-à-dire la fixation de coûts imputables aux nuisances plus ou moins élevés, est bien du ressort du choix politique.

3.2.d) L'approche suédoise ⁷

Rappelons les points essentiels que nous avons constaté :

-les évaluations monétaires de l'environnement restent entourées de larges incertitudes, ou sont très directement liées aux hypothèses sur lesquelles elles sont fondées ;

-plus généralement, la théorie économique de l'environnement laisse un large champ libre à d'autres approches pour ce qui concerne les dommages non évalués monétairement, ainsi que les dommages à long terme ;

-pourtant, la demande de monétarisations "objectives" est très forte dans les sphères des pouvoirs de décision politique et économique ;

-paradoxalement, le scientifique, qui met en garde contre la non-prise en considération de l'environnement, ne peut finalement pas apporter de monétarisations "objectives".

Voici donc un système plus ou moins bloqué, ce qui se traduit dans la réalité par des nuisances qui restent extérieures au marché, alors que la notion de coût externe est connue depuis des décennies. Cette situation explique peut être pourquoi très peu de pays ont réussi à mettre en place une politique volontariste d'internalisation des effets externes. La Suède fait partie des exceptions.

Dès le début des années 1980, la Suède s'est lancée dans une politique de l'environnement volontariste, mais c'est en 1990, avec l'internalisation des coûts de la pollution atmosphérique, que cette politique est véritablement passée à la vitesse supérieure. Les suédois ont réalisé que si la monétarisation de l'environnement peut paraître quelque peu artificielle, ou non scientifique, elle est indispensable à une réelle prise en considération de l'environnement dans nos systèmes capitalistes tels qu'ils fonctionnent. La démarche adoptée en Suède peut être décomposée en trois temps :

-réflexion de fond sur un "développement économique écologiquement soutenable", conduisant à la proposition de coûts marginaux par émissions de polluants atmosphériques, correspondant à un objectif de réduction de la pollution de moitié (Commission sur les Instruments Economiques dans la Politique de l'Environnement) ;

⁷ HANSON L., Air pollution fees and taxes in Sweden, Transportation Research Board's 70th Annual Meeting, Washington DC, janvier 1991.

-débats au Parlement suédois sur la pertinence de ces propositions, et adoption de ces coûts marginaux pour la majeure partie des émissions polluantes ;

-intégration de ces coûts légitimés par une décision politique dans le calcul économique, et notamment dans la tarification des transports, par des taxes sur la pollution.

Cette démarche est exemplaire par son côté opérationnel et réaliste :

Nous avons vu précédemment dans l'analyse des méthodes que l'on se retrouve face à une évaluation de l'évitement, qui n'est pas véritablement une évaluation de dommages, mais qui peut donner des résultats concrets, et une évaluation des dommages plus directe certes, et plus compatible avec la théorie économique, mais dont les résultats sont difficilement exploitables vu leur incertitude. Les suédois ont choisi la première.

Les coûts marginaux sociaux étant égaux aux coûts d'évitement au niveau d'évitement optimal, il a tout d'abord fallu évaluer ce niveau optimal. L'approche visant à situer les marchés actuels à l'optimum, qui suppose que tous les coûts sociaux sont naturellement internalisés par le marché, a d'emblée été écartée. Cela se comprend : si nous considérons un effet externe, c'est que nous admettons que le marché est en situation sous-optimale. Plutôt que d'en rester aux dépenses d'évitement effectives, les Suédois ont donc considéré l'évaluation de l'ensemble des mesures qui pourraient être mises en place pour réduire cet effet à un niveau donné. Un tel niveau "optimum" a ainsi été proposé par des scientifiques sur la base d'un développement écologiquement soutenable. Par la suite, la monétarisation de la pollution suédoise a reçu une légitimité politique par un débat et un vote au parlement.

On pourrait discuter longtemps sur la sagesse des législateurs qui décident des normes. Cependant, ces normes ou objectifs sont les seuls éléments solides et déterminés qui révèlent clairement les préférences d'une société en matière d'environnement. Dans un système démocratique, on peut tout de même admettre que chaque individu victime d'une nuisance peut par son vote, son action associative et politique, faire pression sur les gouvernements dans leurs décisions en matière de normes ou d'objectifs de réduction de nuisances. Ces décisions ne sauraient donc être tout à fait arbitraires et coupées des préoccupations individuelles. Nous pouvons en tout cas accorder autant de crédit aux arbitrages politiques ou scientifiques suédois qu'à la "main invisible" du marché.

En fait, dans leur approche des effets externes de la pollution, les Suédois n'ont pas eu de vaine prétention à trouver une internalisation de la pollution "objective" : en faisant appel à des arbitrages autres qu'économiques, ils ont plutôt recherché un certain pragmatisme, tout en visant un minimum de pertinence. Des dommages mal connus ou à long terme (effets de la pollution sur la santé, sur la végétation, sur la biosphère), non pris en compte par des évaluations purement économiques, ont alors pu être internalisés dans le calcul économique.

En définitive, l'exemple suédois illustre remarquablement les potentialités et les limites de l'évaluation monétaire de l'environnement. Parmi les potentialités, on retiendra :

-qu'une évaluation monétaire est possible, si elle se fonde sur des dépenses d'évitement pour atteindre un objectif donné ;

-qu'il est possible, l'exemple suédois le prouve, d'engager un processus d'internalisation par les prix des coûts externes sur la base de cette évaluation monétaire.

Ceci ne doit pas cependant en faire oublier les limites :

- la démarche suédoise ne représente qu'une phase, qu'une étape, dans un processus d'internalisation itératif entre les différents acteurs de la société qui n'a par nature pas de fin ;

- il ne peut exister d'évaluation objective : la démarche qui se fonde sur un objectif donné suppose un engagement certain de la part des décideurs politiques et des scientifiques en matière d'environnement : le choix de différents objectifs pour chaque type de nuisances revient en quelque sorte à définir un développement économique soutenable à terme pour tous les individus, pour la collectivité, ainsi que pour la biosphère.

Les normes suédoises nous serviront de base de référence pour ce qui concerne l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique.

3.2.e) L'approche développée dans l'étude : Des externalités "pertinentes" et "potentielles"

Nous venons de voir quelles sont les limites des évaluations monétaires des effets externes, et comment la Suède avait pu les surmonter. Dans cette étude, nous appliquerons la méthode suédoise développée par Hanson, 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, et qui pourront en cela être critiquées, n'existe-t-il pas des estimations de valeurs de dommages où de pertes minimales, relativement sûres et qui pourraient en cela être 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 où 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 internalisées 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 que "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.

3.2.R) Les limites des évaluations monétaires des effets externes : résumé

Il est admis que la connaissance du coût des dommages dus aux externalités est *a priori* indispensable. Nous avons vu qu'elle est aussi *a posteriori* inaccessible, sauf de façon approximative pour le bruit et les effets locaux de la pollution. Devant cette contradiction, force est de constater d'une part les limites des monétarisations, qui ne peuvent apporter que des éléments d'information et d'aide à la décision, et d'autre part la marge de manoeuvre qui reste dans le champs des décisions d'ordre politique et scientifique. Par la suite, on ne pourra fonder des évaluations monétaires relativement rigoureuses que sur des minima en ce qui concerne les estimations de dommage, 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 la partie n°1 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.

4. Proposition de valorisation monétaire des effets externes du transport en milieu urbain

Les développements précédents ayant permis de repérer 4 effets externes majeurs, chacun fera l'objet d'une approche particulière. Dans chaque cas, on distinguera valorisation monétaire minimale estimée suivant les dommages les plus sûrement connus, et valorisation maximale, fondée sur un objectif estimé soutenable (par exemple, les normes suédoises sur la pollution).

4.1. Les trafics en milieu urbain

Les données de trafics en milieu urbain utilisées seront les données OEST, précisées dans les tableaux ci-dessous :

tab. Trafics 1990 en milliards de véhicules kilomètres (OEST, valeurs brutes)

	Autoroutes	Nationales (et express)	dont aut. urbaines	Départe- mentales	Commu- nales	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 : rapport Brossier

Trafics 1990 en milliards de véhicules kilomètres (OEST, valeurs regroupées)

	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

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.

Pour ce qui concerne la pollution, afin d'être le plus exhaustif possible et de pouvoir comparer des résultats alternatifs, nous utiliserons en plus des valeurs OEST les résultats retenus par l'INRETS pour 1990 dans le cadre du modèle POLLEN, regroupés dans tableau suivant :

Trafics INRETS en milliards de véhicules.kilomètres

	urbain	routes nationales départementales et autres	autoroutes	total
Circulation totale	133,8	165	68,2	367
VP	111,4	149,8	39,8	301
VU	22,4	15,2	28,4	66
	urbain	extra-urbain		
VUL	20,6	24		44,6
PL>3,5 t	1,8	19,6		21,4

4.1.R) Les trafics en milieu urbain : remarque

Précisons que, dans notre évaluation des coûts externes des transports urbains, nous ne considérerons que les trafics en 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 à l'approche de l'internalisation présentée en partie n°2. Rappelons que les nuisances et l'insécurité des TC collectifs sont estimées au maximum à l'ordre de grandeur inférieur à celles des VP, ce qui rend nul l'enjeu de leurs monétarisations. Par ailleurs, nous avons rappelé les limites des monétarisations : ces limites étant ce qu'elles sont, nous ne présenterons pas un tableau présentant "objectivement" les coûts externes comparatifs des TC et des VP. Tout au plus, nous nous permettrons donc d'avancer quelques résultats concernant la VP, dont la croissance structurelle des trafics paraît insoutenable à terme.

4.2. Le coût du bruit

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;

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);

4.2.a) Part des différents trafics urbains dans l'origine du bruit :

Au niveau national, une enquête sur les nuisances des moyens de transport a été menée en France à la demande du Ministère de l'environnement et du cadre de vie par l'IRT-CERNE en 1976 et 1977 ⁸. Selon cette enquête, les nuisances dues au chemin de fer interviennent pour 6.2% et celles dues au trafic routier à 83.6% dans la part totale des nuisances des transports. De tels résultats peuvent donner un bon ordre de grandeur des parts respectives du rail et de la route dans le total des coût externes dus aux transports, et particulièrement des coûts du bruit.

En Allemagne, H. GRUPP ⁹ estime que 86% des coûts externes engendrés par le bruit des transports de surface proviennent de la route et 14% du chemin de fer.

Aux Pays-Bas, une étude du budget annuel de la lutte contre le bruit montre que 14.5% des dépenses sont consacrées au bruit ferroviaire ¹⁰.

Par ailleurs, des statistiques établies au début des années 1980 dans des pays de l'OCDE ¹¹ ont permis d'évaluer les populations nationales exposées au bruit de la circulation routière d'une part et des chemins de fer d'autre part. Ce type de statistiques permet là aussi de dégager la part du rail dans l'origine du bruit.

Si l'on considère les populations exposées à plus de 65dB Leq(6-20 h), cette part s'échelonne ainsi entre 3 et 25% suivant les pays de l'OCDE. On notera plus particulièrement la part du rail pour la France, 3%, et pour l'Allemagne, 17%. Notons que ces parts peuvent être extrêmement différentes suivant la géographie du pays (plus ou moins grande densité de population, importance des réseaux ferrés...). Pour la France, on retiendra que, d'après l'IRT, et les sources OCDE sur

⁸ DTT, service des chemins de fer, Bruit ferroviaire. Rapport sur les connaissances disponibles et propositions de recherches, 1984.

⁹ GRUPP H.G., Die sozialen Kosten des Verkehrs. Gruntrib zu ihrer Berechnung, *Verkehr und Technik*, p. 9, 1986.

¹⁰ 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.

¹¹ OCDE, Transport et environnement, Paris, 1988.

l'environnement, le chemin de fer est responsable du bruit pour une part minime (6,2, et 3%). En France, on peut donc considérer les coûts externes du bruit des trains comme négligeables.

En ce qui concerne le bruit automobile, on peut considérer qu'il ne représente une nuisance significative qu'en zone urbaine, où l'on retrouve à la fois une concentration de population et de circulation. Quant à l'origine du bruit, nous verrons par la suite que l'on peut estimer que les VP sont à l'origine d'environ 70% des nuisances sonores.

Par ailleurs, cette part de 70% des nuisances est générée par un trafic automobile en milieu urbain estimé par l'OEST en 1990 à environ 120 milliards de véh.km (tableaux précédents).

4.2.b) Evaluation minimale des dépenses et pertes occasionnées par le bruit :

(1) DEPENSES PUBLIQUES

L'IRT ¹² 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'INRETS ¹³ (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).

On peut observer que 2 types d'intervention face aux bruits sont envisageables pour lutter contre le bruit en milieu urbain :

- La prévention active : elle a une action avant tout sur l'étanchéité des moteurs, le contrôle à la source... En Allemagne, le rapport PLANCO estime que le coût d'évitement en agglomération s'élève pour les voitures à 1,78 pfg/km contre 34 pfg / km pour les camions.

- La prévention passive : l'Etat Fédéral a dépensé en 1986 240 millions de DM pour la prévention du bruit et l'assainissement des routes nationales. De façon générale, PLANCO précise que le coût d'évitement est supérieur en urbain par rapport au rural (p.129). Ainsi, pour densité de population de 300 hbs/km², on arrive un volume de coûts d'évitement de près de 27.500 DM/km/an soit pour l'ensemble du réseau des rues et routes en agglomération un volume de 6,3 milliards de DM.

(2) PERTES DE VALEURS IMMOBILIERES

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.

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

¹² MAURIN, M., IRT-CERNE, Enquête nationale sur les nuisances dues aux transports en France. Collection Recherche Environnement n°22, 1984.

¹³ LAMBERT J., GERPA, Evaluation économique des politiques à long terme de lutte contre le bruit, INRETS, 1990.

dépréciation se situant entre 0.15 et 0.71% par dB. Mais actuellement on s'accorde plus volontiers vers un indice de l'ordre de 0.5% du prix du logement par dB.

Il s'agit maintenant de déterminer le seuil à partir duquel est compté le coût. Il 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, LAMBERT ¹⁴ a estimé un coût des dommages dus au bruit à 110 Milliards de F 1990, soit sur 20 ans une perte annuelle d'environ 5 Milliards.

Ces évaluations amènent plusieurs remarques :

Il existe plus d'études ayant évalué des coûts globaux à partir d'un certain indice de dépréciation, que d'études sur cet indice même. On peut ainsi remarquer une lacune en ce qui concerne la France, ou aucune évaluation de cet indice n'est citée. On peut penser qu'un indice de dépréciation des logements varie suivant les pays, suivant le type d'urbanisation.

Par ailleurs, selon LAMBERT ¹⁵, la variation d'un tel indice ne serait pas linéaire en fonction du bruit. Les calculs effectués à partir d'un indice constant ne sont donc que de grossières approximations. Le fait d'avoir un indice linéaire implique de choisir une valeur de bruit à partir de laquelle la dépréciation commence. Le choix de cette valeur n'est pas forcément arbitraire, mais Lambert montre que suivant des choix de seuil différents, on peut arriver à des valeurs de coûts variant de 1 à 4.

Ainsi, si l'on admet que la méthode d'évaluation des coûts du bruit par la dépréciation du coût des logements est, en principe, intéressante, elle n'a pas, notamment en France, donné lieu à tous les développements potentiels qu'elle mérite. On devrait ainsi envisager, dans le cadre d'une même étude, en premier lieu une évaluation statistique de la loi de variation du coût des logements en fonction de l'exposition au bruit (et non seulement d'un indice de dépréciation constant), et, en second lieu seulement, l'utilisation de cette loi pour déterminer un coût du bruit.

Cette approche a été utilisée aux Etats Unis et en Allemagne : le tableau page suivante nous apporte des informations précises en calculant aux USA l'impact du bruit sur le prix des logements (en pourcentage du prix des logements). Ce tableau est à mettre en relation avec les informations présentées dans le rapport PLANCO (page 137 et suivantes). En effet, PLANCO arrive à un résultat assez semblable à celui des Etats-Unis puisque en moyenne de toutes les maisons individuelles, la chute du prix de vente était jusqu'à 0,53 % par dB(A). Notons le cas particulier de la Suisse avec une "sensibilisation" des loyers de 1,26 % par décibel en moyenne.

¹⁴ LAMBERT J., Nuisances et coût social de l'automobile, essai de quantification, RTS n°11, 1986.

¹⁵ LAMBERT J., Transport et environnement, Aspects économiques, cours d'économie publique, Lyon II, 1990.

Impact du bruit sur le prix des logements aux Etats-Unis

Tableau 2.5 Impact du bruit sur les prix des logements
(en pourcentage du prix du logement)

Localisation	Impact d'une unité de variation en Leq.
Etats-Unis	
North Virginia	0.15
Tidewater	0.14
North Springfield	0.18-0.50
Towson	0.54
Washington	0.88
Kingsgate	0.48
North King County	0.30
Spokane	0.08
Chicago	0.65
Canada	
Toronto	1.05
Suisse	
Bâle	1.26

Note : Le niveau sonore constant équivalent (Leq) est égal à un niveau sonore constant (en dB(A)) qui produirait la même énergie sonore sur une période donnée que la fluctuation sonore considérée.

Source : Données tirées de Pearce et Markandya (1989)

Pour conclure, les évaluations actuelles de dépréciation du prix des logements restent très aléatoires, donnant des résultats extrêmement sensibles aux hypothèses. 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, le côté incertain de la perception de la pollution atmosphérique ne permet pas d'affirmer qu'elle puisse avoir une importance significative dans le prix d'un logement. Des progrès sont certainement possibles, mais ils demanderaient de lourds travaux d'enquêtes, sans qu'il soit certain qu'ils aboutissent 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 valeurs immobilière comme pertes effectives. Retenons tout de même que ces pertes pourraient atteindre de l'ordre de 5 milliards de F/an.

(3) DEPENSES DE PROTECTION PRIVEES

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 une actualisation de 20 et une moyenne de 2 personnes par ménage, cela correspond à une dépense privée annuelle de :

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

Notons cependant le caractère approximatif de ce calcul, qui provient de surcroît d'une enquête, et ne retenons que l'ordre de grandeur du résultat.

(4) BILAN DES PERTES ET DEPENSES PUBLIQUES ET PRIVEES

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

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 franc par an.

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

Nous avons évalué dans un premier temps les dépenses effectives engagées en raison du bruit routier, correspondant à un minima du coût externe "pertinent", c'est à dire effectivement révélé, 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.

Une telle méthode ne peut donc au mieux que conduire à un coût suivant une hypothèse de programme de lutte contre le bruit que nous jugeons soutenable. Le lecteur pourra à juste titre faire remarquer que le choix de l'objectif n'est entaché d'aucune légitimité, et il aura en cela tout à fait raison : notre approche nous écarte certes d'une certaine rigueur économique, mais n'en est pas moins intéressante à titre informatif et prospectif.

Implicitement, on considère donc que les dépenses effectives sont insuffisantes, autrement dit que l'on se trouve en situation sous-optimale. Une norme maximale d'exposition au bruit est définie, et l'on cherche le coût des mesures à mettre en oeuvre pour que cette norme soit respectée. On peut ainsi évaluer par exemple le coût de suppression des points noirs dus au bruit, voire de la disparition des zones grises également. Lorsqu'il s'agit de ramener ce coût global à une valeur annuelle, nous prendrons une durée d'actualisation de 20 ans, valeur généralement utilisée.

Dans un premier temps, nous passerons en revue différentes études étrangères qui fixeront déjà quelques ordres de grandeur.

* Etude des chemins de fer Suisses (CFF)¹⁶

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 réduction. La méthodologie suivie, qui peut être appliquée à tous les modes de transport, est présentée par l'UIC. Elle comporte les étapes suivantes:

- Mesures des niveau de bruit sur toutes les sections des réseaux.
- Inventaire des bâtiments
- Occupation des sols en bordure des infrastructures
- Classement des sections des réseaux
- Evaluation des coûts sur un échantillon de sections représentatives.
- Evaluation d'une charge annuelle moyenne et extrapolation aux réseaux entiers.
- Evaluation du coût marginal.

Ainsi, 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.

¹⁶ études citées par l'UIC, Tarifification de l'usage des infrastructures à imputer aux exploitants des transports terrestres. Arguments pour faire reposer cette tarification sur le coût marginal social, 1987.

* Pays-Bas

- Programme pluriannuel de réduction du bruit, 1987-91:
- 8 millions de florins/an pour le chemin de fer.)

Les Pays-Bas (source UIC) ont eu les premiers une politique résolument volontariste en matière 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).

*Etude allemande ¹⁷

En RFA, 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 chiffraient entre 25 et 40 Milliards de DM, soit environ 90 à 150 Milliards de F 1990.

*Etudes françaises

-a) Essai d'évaluation du coût global d'insonorisation des logements exposés à des niveaux de bruit excessif (J. LAMBERT, IRT, 1978)

Dans ce rapport, une évaluation du bruit des trafics a été tentée à partir de l'évaluation des dépenses d'insonorisation pour des logements soumis à des bruits supérieurs à 65dB(Leq 8-20h) (13000F 1977 par logement environ), en utilisant les résultats d'une étude sur 5 villes de France de diverses tailles. L'étude aboutit à un coût global de 40 Milliards de F en 1977 (estimé à 108 MF en 1990). Pour le seul trafic PL, et annuellement, cela correspondrait à un coût de :

40 milliards de FF * 17% * 2,7 F(1990)/F(1977) / 20 ans

1 milliards de FF(1990).

-b) 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). L'étude aboutit aux coûts suivants :

Centre des agglomérations >20000 habitants : 43 Mds 1978

----- >5000 et <20000 hab. :13,6 Mds 1978

Zones péri-urbaines : 43 Milliards 1978

Respectivement en F 1990 : 100, 33 et 100 milliards.

La population intéressée s'élève à 26 millions (région parisienne non comprise : 9 500 000), et si l'on excepte les centres des agglomérations, le coût estimé est donc de 100 Milliards de F 1990.

¹⁷ études citée par le CETUR, Recensement des points noirs dus au bruit, annexe 4, 1984.

-c) 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'aménagements, le développement du transport collectif...).

Pour le traitement des VRU, une réduction du bruit pour 800 000 personnes exposées à plus de 65dB(Leq 8-20h) est évaluée à 6 Milliards de F 1980 soit 11,5 Milliards de F 1990.

Protection des logements exposés à un Leq diurne supérieur à 70dB (13 millions de personnes concernées) : 68 Milliards de F 1980 soit 130 Milliards de F 1990 (dont 58 Milliards 1990 pour les logements exposés à un bruit supérieur à 75dB).

-d) Plan intermédiaire sur deux ans 1981

Les travaux préparatoires évaluent à 300 000 les logements soumis à un Leq(8-20h) > 75dB, ce qui correspond, sur la base d'un coût unitaire de 25 000 F 1981 par logement, à une dépense de 7.5 Milliards de F 1981, soit 13 milliards 1990.

-e) L'IRT-CERNE a effectué une estimation de l'exposition des logements au bruit de la circulation (route et chemin de fer).

Sur la base de 25 000 F 1981 par logement, le traitement des logements exposés à plus de 75dB(A) coûterait 2 Milliards de F 1981, (3,4 MF 1990). Celui des logements exposés à plus de 70dB(A) coûterait 20 Milliards de F 1981 (34 MF 1990) et celui des logements exposés à plus de 65dB(A) coûterait 62.5 Milliards de F 1981 (106 MF 1990).

-f) Recensement des points noirs dus au bruit des transports terrestres.

Cette étude française a consisté en un grand recensement par chaque Direction Départementale de l'Equipement de tous les logements exposés à plus de 70dB, ainsi qu'à une approche de 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%.

Cette étude évalue ainsi, suivant que l'on se contente d'isoler seulement les façades ou bien que l'on combine ces isolations avec des protections phoniques le long des voies, un coût situé entre 7 et 9 Milliards de F 1984 (9 à 11 MF 1990), dont 4 milliards de F 1984 (5 MF 1990) pour les seuls logements exposés à plus de 75dB. La part de ces sommes affectée à la protection du bruit ferroviaire étant de l'ordre de 0.8 Milliards de F 1984 (1 MF 1990).

-g) Un rapport de la Commission des Comptes Transport de la Nation, cité par la DTT, stipule qu'une politique volontariste permettant de limiter l'exposition du bruit à 65dB pour les constructions existantes, et à 55dB pour les nouvelles, conduirait à dépenser annuellement 11 Milliards de F 1985 (13 MF 1990). Soit, sur 20 ans une valeur de l'ordre de 200 milliards de francs.

Il paraît intéressant de récapituler l'ensemble de ces estimations concernant la France :

(tableau page suivante)

Exigence en matière de bruit	Coûts correspondants (Milliards 1990)
75dB(8-20h)	58 (c), 13 (d), 3,4 (e), 5 (f)
70dB(8-20h)	130 (c), 34 (e), 10 (f)
65dB(8-20h)	108 (a, Zones urbaines), 133 (b, Zones urbaines, hors région parisienne) 100 (b, Zones péri-urbaines, hors région parisienne) 106 (e) 200 (g, toutes zones)

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 (c), qui ont été établis sur la base de dépenses globales (aménagement, transports alternatifs....) et non uniquement sur la protection des logements, des tendances assez nettes se dégagent, récapitulées dans le tableau suivant :

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

4.2.d) Conclusions :

L'évaluation des dépenses envisageables pour lutter contre le bruit suivant une exigence donnée, est difficile d'une part par le nombre de paramètres à prendre en compte, et d'autre part par le 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 Milliard 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 PL, qui sont plus bruyants que les autres véhicules. Nous ferons donc une distinction entre les VP et les 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 : $1PL=10VP$ ¹⁸. Ce coefficient nous permet de définir une relation déterminant la part du bruit routier revenant aux PL :

$$\text{posons } \% \text{ trafic PL / trafic Total} = TPL / T = TPL / (TPL + TVP) = tPL$$

$$\% \text{ coût bruit PL / coût bruit total} = CxPL / Cx = CxPL / (CxPL + CxVL) = cxPL$$

A partir du coefficient d'équivalence qui peut s'écrire : $CxPL / CxVP = 10 TPL / TVP$

$$\text{On arrive alors à : } cxPL = 10.tPL / (9.tPL + 1)$$

Nous avons un trafic VP+VUL urbain 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 $cxPL = 27\%$. 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 arrondirons 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.

(données OEST 1990)	Traffics urbains (Mds véh.km)	COUTS F/an	"PERTINENTS" F/véh.km	COUTS F/an	"POTENTIELS" 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

¹⁸PEREZ M., "Coûts externes du transport marchandises", LET, pp. 22-24.

4.2.R) *Le coût du bruit : résumé*

Le coût externe "pertinent" du bruit correspond aux dépenses annuelles effectives de lutte contre le bruit routier 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 de 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 0,03 F/veh.km.

4.3. Le coût de 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 références à l'évaluation des dommages ou de l'évitement¹⁹. 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. Cette diversité se retrouve ci-dessous, où sont repris les résultats des principales études en ce domaine. Comme on peut le constater la majeure partie des études concernent l'Allemagne, surtout en matière d'évaluation des dommages.

ESTIMATIONS DES DOMMAGES

Santé²⁰

*Marburger (1986) : 2,6 à 6,4 milliards DM soit 0,13 % à 0,33 % du PIB

*Heinz-Klaassen-Mielke (1989) : 270 DM par assuré soit 7,7 milliards de DM en 1984 ou 0,4 % du PIB.

*PLANCO (1990) : de 1,5 à 9,5 milliards de DM. Chiffre retenu de 5,4 milliards de DM soit 0,22 % du PIB.

Dommages matériels²¹

*Heinz (1986) : 2,3 milliards de DM soit 0,13 % du PIB

*Grupp (1986) : 4 milliards de DM soit 0,21 % du PIB.

Faune et flore²²

*Wicke (1986) : 1,1 milliards de DM soit 0,06 % du PIB

Forêts²³

*Ewers (1986) : 5,5 à 8,8 milliards de DM soit 0,28 % à 0,45 % du PIB.

*PLANCO (1990) : 11,5 à 18,3 milliards de DM soit 0,47 % à 0,76 % du PIB.

Ensemble des dommages

*Grupp (1986) (santé, dommages matériels, forêts) : 12,5 milliards de DM (0,6 % du PIB) dont 8 milliards imputables aux transports ((0,4 % du PIB)

¹⁹Voir pour plus de précisions, "Evaluation des effets externes du secteur des transports", recherche réalisée pour le compte de la SNCF, juin 92.

²⁰Les évaluations ci-dessous concernent l'ensemble de la pollution atmosphérique et non seulement celle due aux transports.

²¹Idem

²²Idem

²³Idem

*Tefra (concerne les seuls poids-lourds) : coût unitaire de 0,03341 ECU85 au veh.km, soit 0,2272 franc/veh.km). Ordre de grandeur global : 3,5 milliards de francs (0,07 % du PIB)

OBJECTIFS D'EVITEMENT

*HANSSON (1989)

Utilisation de normes appliquées aux émissions dues au transport-et estimation en pourcentage du PIB de 15 pays européens de l'OCDE.

Normes suédoises : 1,6 % du PIB.

Normes européennes proposées : 0,69 % du PIB.

*LET (voir suite)

Normes Hanson appliquées aux émissions françaises des transports routiers.

Normes suédoises : 115 à 140 milliards de francs (de 1,7 à 2,1 % du PIB).

Normes européennes proposées : 71 à 85 milliards de francs (de 1,1 % à 1,3 % du PIB).

*SOFRETU/CETUR (Auzannet)

Coût d'évitement moyen pour les VP de 0,10 franc au véhicule.kilomètre soit un coût global de l'ordre de 34 milliards de francs (0,5 % du PIB).

*Tefra (concerne les seuls poids-lourds). Valorisation à partir d'une taxe prélevée aux Pays-Bas afin de financer des dépenses de protection de l'environnement. Coût unitaire de 0,00082 ECU85 au véhicule.kilomètre (0,0056 franc/veh.km). Coût global de l'ordre de 90 millions de francs)

CONSENTEMENT A PAYER

*Schultz (1985) : 48 milliards de DM (2,6% du PIB) dont 12 milliards imputables aux transports (0,65% du PIB)

*PLANCO (1990) : de 41 à 73 milliards de DM (1,7 à 3 % du PIB) Chiffre retenu 50 milliards de DM (2 % du PIB) dont 23 milliards de DM dus aux transports(0,9 % du PIB).

La lecture de ces éléments nous montre combien la diversité dans les résultats et les méthodes est de "rigueur". Nombre d'études en termes de dommage ne concernent que des domaines restreints (santé, dommages matériels, forêt...) à propos de émissions globales sans préciser la part des transports. A ce titre, les évaluations concernant les effets sur la santé oscillent entre 0,13 % et 0,4 % du PIB, celles touchant aux dommages matériels entre 0,13 % et 0,21 % du PIB et celles sur les forêts entre 0,28 % et 0,76 % du PIB. En sommant l'ensemble de ces effets, l'évaluation globale du coût des dommages serait comprise entre 0,6 % et 1,4 % du PIB. Pour sa part, l'étude globale réalisée en 1986 par Grupp se situe au bas de l'échelle en retenant le chiffre de 0,6 % du PIB, les coûts imputables aux transports représentant une part importante, soit 0,4 % du PIB. Toutes ces estimations ne peuvent être considérées que comme des fourchettes basses dans la mesure où nombre d'effets demeurent méconnus et/ou impossibles à mesurer.

Les études recensées utilisant l'estimation du coût d'évitement fournissent des ordres de grandeur plus élevés, puisque, pour les seuls coûts imputables aux transports, la fourchette s'établit entre 0,5 % et 2,1% du PIB.

Enfin, les estimations en termes de consentement à payer fournissent des valeurs comprises entre 2 et 2,6 % du PIB pour les émissions globales, les transports représentant un coût de l'ordre 0,65 à 0,9 % du PIB. Globalement, toute étude confondue, la fourchette des coûts concernant le transports s'établirait de 0,4 % à 2,1 % du PIB, c'est à dire selon un rapport de 1 à 5 !

Pour notre part, concernant la présente étude, cette dimension dommage/évitement se doublera d'une dimension urbain/non urbain, puisqu'il s'agit de désagréger parmi l'ensemble des coûts, ceux liés à la pollution due aux transports en milieu urbain. Quatre dimensions seront donc à considérer :

	COUTS PERTINENTS (DOMMAGES, MINIMA)	COUTS POTENTIELS (HYPOTHESE D'EVITEMENT)
URBAIN	?	?
NON URBAIN	?	?

4.3.a) Part des espaces urbains dans l'origine et les dommages de la pollution

Il s'agit là de déterminer à la fois la part des trafics urbains dans l'origine de la pollution atmosphérique et la part des dommages dus à la pollution qui apparaissent en milieu urbain. Parmi les études et évaluations citées plus haut, fort peu réalisent cette désagrégation spatiale. On peut toutefois noter trois tentatives allant plus ou moins dans ce sens.

- 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.

- 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'évitement²⁴, 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

²⁴Voir "Evaluation des effets externes du secteur des transports" recherche réalisée pour le compte de la SNCF, juin 92.

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 :

Trois classes de population ont été retenues selon le lieu d'habitation des personnes enquêtes. 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.

- 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.

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

Zone (nb d'hab)	coût en franc par véh.km	coût en franc par voy.km
+ de 800000 hab	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 études 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 !

Nous aurons donc encore une fois 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 réalisation d'objectifs en matière de réduction globale des émissions ²⁵. 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 urbaine telle 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 PROBLEME DE LA DESAGREGATION DES QUANTITES EMISES

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 largement aggravés par la congestion. En effet, pour la plupart des polluants, les quantités émises sont une fonction décroissante de la vitesse²⁶.

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 moyennées, en grammes par véhicule kilomètre par type de voirie (urbain, route, autoroute). Ces données sont disponibles grâce aux travaux réalisés par l'INRETS ²⁷, notamment dans le cadre de la construction d'un modèle (POLLEN) concernant l'évolution des émissions polluantes de 1970 à 2010.

²⁵Les 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.

²⁶Voir annexe 11

²⁷Voir notamment, "Evolution des émissions de polluants par les transports en France de 1970 à 2010", rapport INRETS n°143.

Le modèle POLLEN

Le modèle POLLEN élaboré par l'INRETS combine, pour un mode de transport donné (VP par exemple), quatre types de données de trafic et trois types de données d'émissions unitaires.

Le parc statique, soit le nombre de véhicules d'un certain mode circulant sur le territoire, est exprimé autour de plusieurs caractéristiques (type de carburant, taille du véhicule selon la cylindrée ou le tonnage, âge du véhicule, diverses particularités techniques).

Le kilométrage annuel moyen est désagrégé par type de véhicules selon les caractéristiques précitées et par type de voirie (urbain, route, autoroute). La définition des types de voirie est fonction des vitesses pratiquées sur chacune d'elle.

Les émissions unitaires à chaud sont fonction des caractéristiques des véhicules et des vitesses moyennes. Enfin, sont pris en compte des coefficients de surémission à froid et d'évaporation.

En un premier temps, le modèle détermine pour un mode de transport et une année le nombre de kilomètres parcourus par type de voirie pour une classe de véhicule en fonction du carburant (essence ou gazole), de la taille et de l'âge du véhicule. Enfin, par l'intermédiaire des émissions unitaires (à chaud, à froid, évaporation), on obtient la masse de polluants émises par un mode de transport pour une année donnée. Le modèle effectue les calculs année par année et sur la base d'hypothèses diverses quant à l'évolution des différents paramètres fournit des estimations sur les évolutions de 1970 à 2010. Les résultats peuvent bien entendu être agrégés pour donner les émissions totales par type de voirie, par carburant, type de véhicule...

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 :

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. Néanmoins, pour aller plus loin, une troisième désagrégation peut être envisagée, cette fois ci à l'intérieur du mode routier entre voitures particulières et véhicules utilitaires.

2) DETERMINATION DES CLES DE REPARTITION PAR MODE : METHODOLOGIE

- 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.

Voitures particulières, émissions unitaires en g/km, 1990 (Source INRETS)

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

Véhicules utilitaires, émissions unitaires en g/km, 1990 (Source INRETS)

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

Il est important de noter, dans l'élaboration de ces moyennes, que la catégorie véhicules utilitaires comprend, outre les véhicules de plus de 3,5 tonnes, les utilitaires légers de moins de 3,5 tonnes. Ces derniers représentent 84 % du parc. On peut donc assimiler cette catégorie à l'ensemble du transport routier de marchandises.

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 finlandaise ²⁸ dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

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

les émissions unitaires issues de l'étude PROGNOS ²⁹. 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.

Emissions unitaires (étude PROGNOS)

	CO ₂	CO	HC	SO ₂	particul es
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.

- Les trafics

²⁸V. HIMANEN et ALII, "The monetary valuation of road traffic's environmental hazards", 1989.

²⁹On 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".

Afin d'être le plus exhaustif possible et de pouvoir comparer des résultats alternatifs, nous utiliserons deux évaluations différentes des trafics. La première est celle retenue par l'INRETS pour 1990 dans le cadre du modèle POLLEN, la seconde, plus récente nous est donnée par E. Quinet ³⁰ reprenant les chiffres produits par le rapport Brossier. Nous insisterons par la suite tout particulièrement sur cette dernière, dans la mesure où elle permet, sur la base des émissions unitaires précitées, d'effectuer une actualisation des résultats de l'INRETS quant aux masses globales de polluants émis par les transports routiers.

Trafics INRETS en milliards de véhicules.kilomètres (année 1990)

	urbain	routes nationales départementales et autres	autoroute s	total
Circulation totale	133,8	165	68,2	367
VP	111,4	149,8	39,8	301
VU	22,4	15,2	28,4	66
	urbain	extra-urbain		
VUL	20,6	24		44,6
PL>3,5 t	1,8	19,6		21,4

Trafics 1990 en milliards de véhicules.kilomètres (OEST, source BROSSIER))

	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

³⁰E. QUINET, "Proposition pour l'harmonisation des tarifications d'infrastructures aériennes, ferroviaires et routières",

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.

Par ailleurs, afin d'être plus précis sur la catégorie véhicule utilitaire, quelques éléments d'évaluation de la pollution des seuls poids-lourds (plus de 3,5 tonnes) seront établis par la suite. Or, les émissions unitaires de cette catégorie de véhicules dont nous disposons ³¹, supposait une réaffectation selon le tonnage, différente de celle fournie par le rapport Brossier. Cette réaffectation s'opérera par l'intermédiaire des données issues des travaux de l'INRETS dont les annexes donnent les principaux éléments. Les pourcentages de trafic occupés par chaque catégorie de véhicules en fonction de leur tonnage seront appliqués aux trafics Brossier. Le tableau suivant donne le détail de cette nouvelle affectation des trafics.

Trafics Brossier réaffectés (en milliards de veh.km, poids-lourds hors autobus et autocars)

	urbain	route	autoroute	total
essence > 3,5 t	0,28	0,2	0,04	0,52
diesel 3,5- 15 t	1,5	4,04	0,66	6,2
diesel > 15 t	2,7	10,6	4,6	17,9
total	4,5	14,8	5,3	24,6

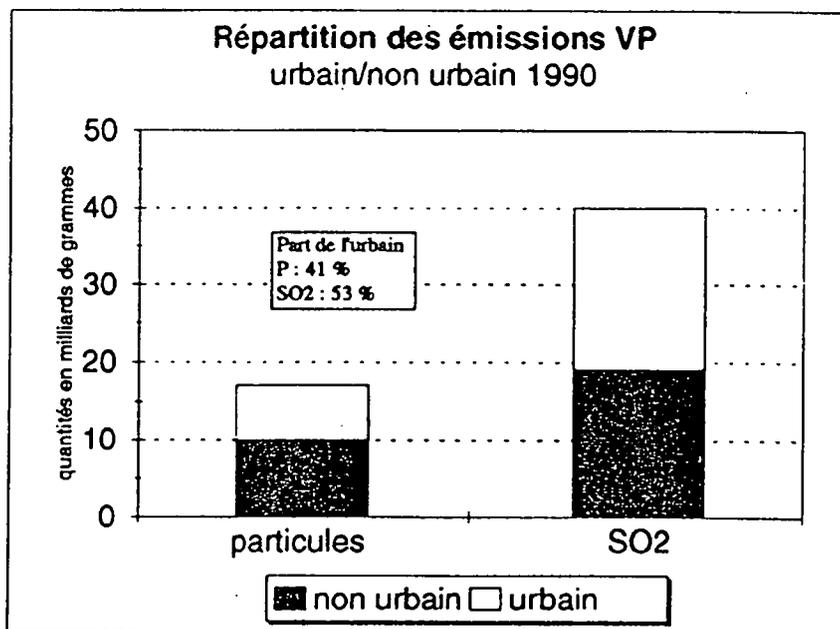
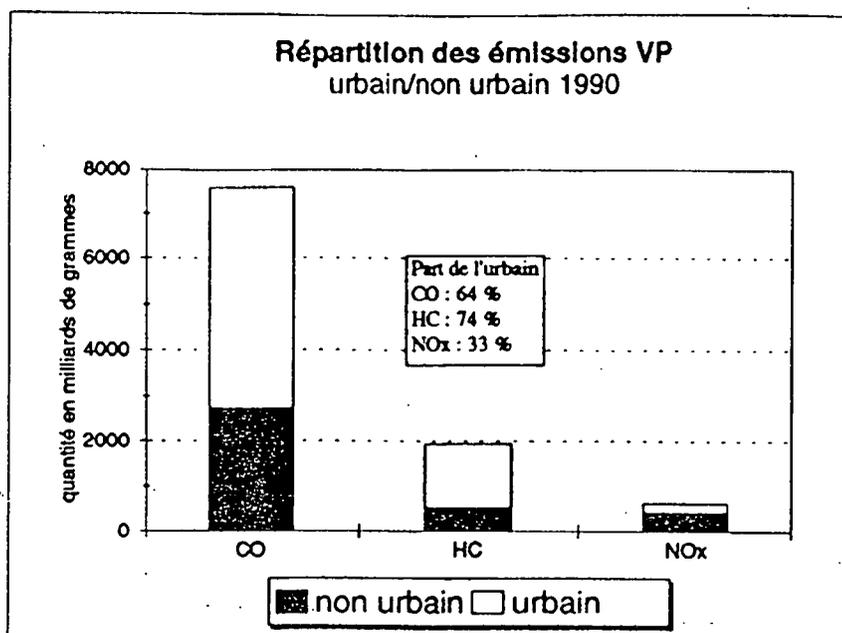
Disposant des trafics et des émissions unitaires, il est maintenant possible de présenter les principaux résultats des émissions de polluants par les transports routiers en 1990.

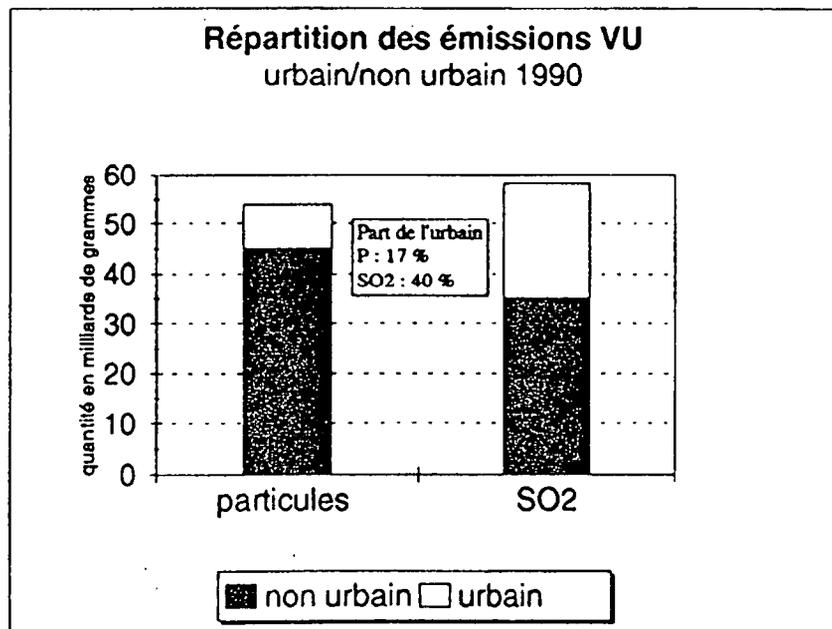
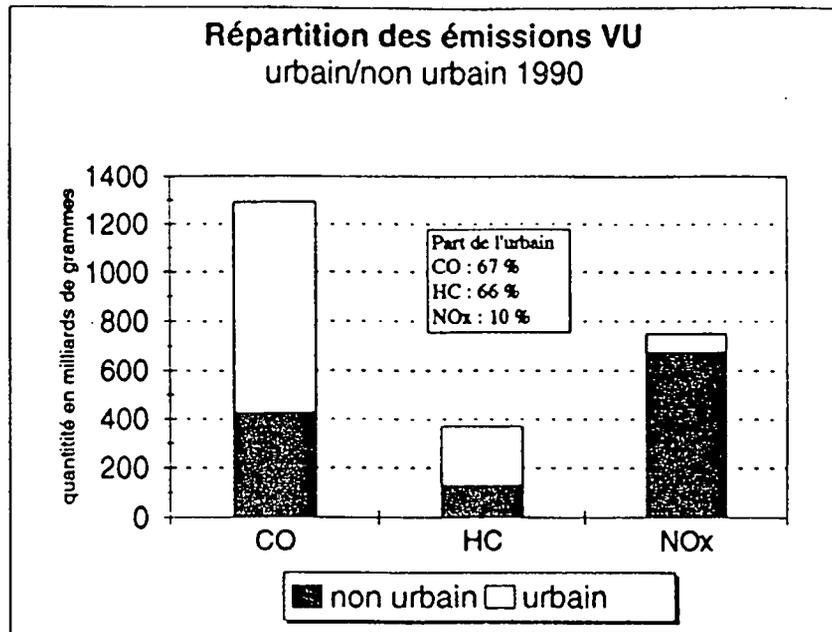
(3) PRINCIPAUX RESULTATS

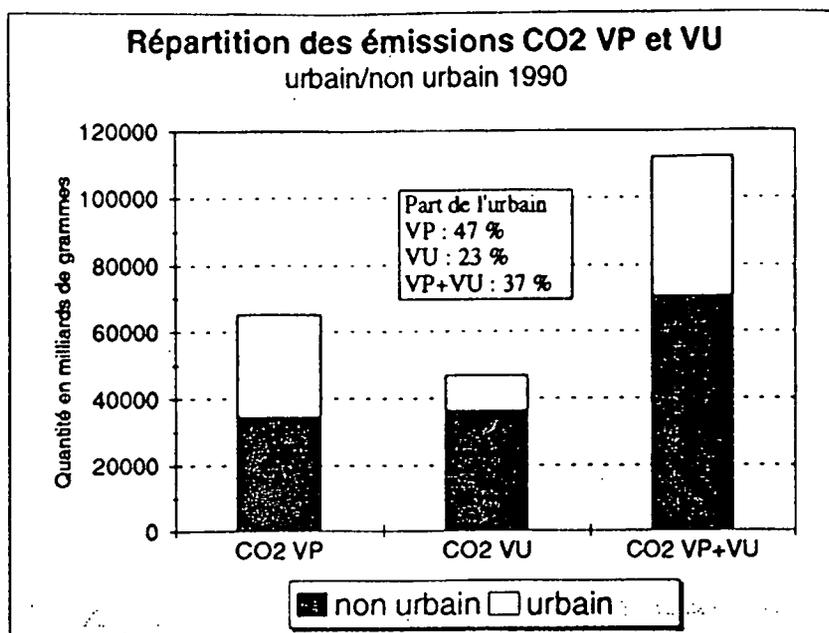
Les résultats détaillés concernant les masses émises (en milliard de grammes) et les pourcentages selon le type de voirie sont présentés en annexe. Ils recouvrent ceux issus des trafics INRETS et des trafics Brossier. Dans les deux cas, les clés de répartition des émissions par type de voirie sont généralement proches. En revanche, comme il y a tout lieu de penser que les trafics INRETS sous-estiment la "réalité", les résultats en masse sont généralement plus élevés en utilisant les trafics issus du rapport Brossier. Ces derniers étant les plus récents, nous considérerons en priorité les évaluations en découlant ³². Les graphiques ci-dessous en résument les principaux résultats

³¹Voir annexe n°5

³²Les évaluations alternatives issues des trafics retenus par l'INRETS sont présentées dans les annexes.







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 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 les annexes 1 et 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 les annexes 3 et 4.

Concernant les véhicules utilitaires, les résultats obtenus tiennent pour beaucoup aux véhicules utilitaires légers. Aussi, était-il intéressant de fournir quelques estimations concernant les seuls poids-lourds de plus de 3,5 tonnes. L'annexe 5 donne le détail des résultats obtenus à partir et des trafics issus du rapport Brossier et des émissions unitaires tirées de l'étude CORINAIR³³, laquelle ne donne malheureusement pas celles du CO₂. Compte tenu de la faiblesse du trafic urbain relativement au trafic sur routes et autoroutes de ce type de véhicules, les émissions sont largement non urbaines, de 61 à 84 % selon le type de polluants.

³³EGGELSTON et ALII, "CORINAIR working group on emission factors for calculating 1985 emissions from road traffic", CEC report, DG XI, EUR 12260 EN, Bruxelles.

4.3.b) 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 Hanson.³⁴

4.3.c) 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 Hanson 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 transports ³⁵. Les tableaux suivants donnent leur valeur en ECU par tonne et leur traduction en francs par tonne.

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

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

³⁴Voir L. HANSSON et J. MARKHAM "Internalization of external effects in transportation", fev 1992.

³⁵Voir HANSSON et MARKHAM, p. 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 INRETS et Brossier, nous arrivons via ces deux types de normes, à quatre évaluations monétaires dont le détail est fourni dans les annexes 6 à 9.

Coûts de la pollution atmosphérique en milliards de francs 1990

	Trafic	urbain	extra-urbain	total
Normes suédoises	INRETS	55,9	59,2	115
	Brossier	62,1	77,8	139,9
Normes européennes	INRETS	38,1	32,8	70,9
	Brossier	42,2	42,7	84,9

Globalement, les résultats obtenus se situent dans une fourchette large de 70 à 140 milliards de francs. Cela étant, les trafics retenus par l'INRETS sous-estimant de beaucoup la "réalité", il convient de centrer son attention sur les estimations découlant des trafics du rapport Brossier. Dans ce cadre, l'estimation issue des normes européennes est de l'ordre de 85 milliards de francs contre 140 pour les normes suédoises. De plus, 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 annexes 4 et 5) 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.

Contribution des VP et VU aux coûts de la pollution atmosphérique en milieu urbain
(milliards de francs, évaluation Brossier)

	VP	VU	total
Normes suédoises	50	12,1	62,1
Normes européennes	34,4	7,9	42,2

Contribution des VP et VU aux coûts de la pollution atmosphérique en milieu extra-urbain
(milliards de francs, évaluation Brossier)

	VP	VU	total
Normes suédoises	38,6	39,2	77,8
Normes européennes	23,1	19,6	42,7

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 au 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.

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 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 NO_x en milieu urbain, type de polluants pour lesquels les valeurs monétaires suédoises sont particulièrement élevées (surtout pour ce qui est des NO_x).

4.3.d) 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 Hanson 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.

4.3.R) Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain : résumé

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'ils 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.

4.4. Le coût de 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 lorsque l'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'utilisation des valeurs tutélaires utilisée dans les calculs de rentabilité des investissements routier.

4.4.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 s'est dotée 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 MF en France (il est prévu de le réactualiser à 4,5 MF), 4,5 MF en Allemagne et 7 MF 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 réaggrégation 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 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.

4.4.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

Les données fournies par l'OEST permettent de répartir le trafic par modes de transport routier et par type de voirie. Elles permettent également de retrouver la part effectuée dans les agglomérations urbaines de plus de 5 000 habitants.

tab. 1. Trafics 1990 en milliards de véhicules kilomètres

	Autoroute s	Nationales (et express)	dont aut. urbaines	Départe- mentales	Commu- nales	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 : à partir des données du rapport
Brossier

2) LES ACCIDENTS

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

tab. 2. Nombre d'accidents corporels par type de voirie en 1990

	Autoroutes	Nationales (et express)	Départementales	Communes	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 tutélaires ont été retenues :

- ceux qui sont actuellement en vigueur en France (tué : 1,86 MF, blessé grave : 0,170 MF, blessé léger : 0,011 MF) ;
- les nouvelles valeurs tutélaires proposées à partir des derniers travaux de M. Le Net (tué : 3,26 MF, blessé grave : 0,34 MF, blessé léger : 0,072 MF).

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

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 tutélaires en vigueur :

tab. 3. Répartition des coûts en 1990 par mode et par type de voirie calculés avec les valeurs tutélaires en vigueur (millions de francs 90)

	<i>Coût total</i>	Compensations assurances	<i>Coûts non compensés</i>	<i>Dont : Autoroutes</i>	Nationales (et express)	Départementales	Communes
VP	28 218	12 415	15 803	752	4 169	7100	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
<i>Total</i>	<i>32 997</i>	<i>15 345</i>	<i>17 652</i>	<i>935</i>	<i>4 764</i>	<i>7 792</i>	<i>4 161</i>

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.

4.4.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 1)

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 :

tab. 4. Coûts externes liés à l'insécurité routière en 1990 : répartition urbain/interurbain (en MF)

	Urbain	Inter-Urbain	Total
VP	4 218 ³⁶	11 586	15 804
VUL	121	464	585
PL	167	740	908
Car/Bus	49	85	134
Autres	48	174	222
Total	4 604	13 048	17 652

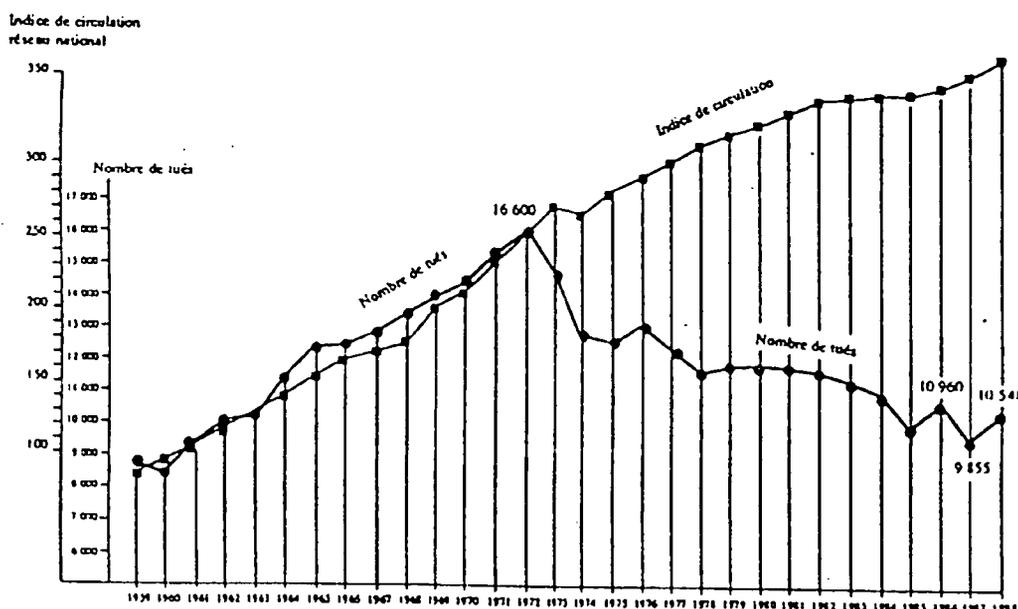
Avec les coûts tutélaires en vigueur
(coûts "pertinents")

	Urbain	Inter-Urbain	Total
VP	12 879	32 271	45 150
VUL	426	1 493	1 919
PL	698	2 354	3 052
Car/Bus	164	247	411
Autres	149	464	613
Total	14 316	36 829	51 145

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, les améliorations des véhicules et, surtout, les mesures réglementaires instaurées depuis 1972 (limitations de vitesses, puis port obligatoire de la ceinture) ont cassé la liaison qui existait entre trafic et nombre d'accident :

Evolution depuis 1960 du nombre annuel de tués dans les accidents de la route et de la circulation sur le réseau national



Source : Livre blanc "la sécurité routière", 1989

36 Pour donner un exemple, le calcul des coûts externes d'insécurité de la VP en agglomérations 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 : $3383,45 + 834,24 = 4217,69$

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

Tab. 5. coûts externes marginaux liés à l'insécurité routière en 1990 : répartition urbain/interurbain (en centimes/véh.km)

	Urbain	Inter-Urbain	Moyenne
VP	3,52	5,24	4,63
VUL	0,51	1,03	0,85
PL	9,72	4,51	5,00
Car/Bus	6,02	6,61	6,38
Autres	9,65	11,59	11,11
Moyenne	3,14	4,57	4,09

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

	Urbain	Inter-Urbain	Moyenne
VP	10,75	14,59	13,24
VUL	1,78	3,33	2,79
PL	40,60	14,33	16,82
Car/Bus	20,00	19,30	19,57
Autres	29,77	30,94	30,65
Moyenne	9,76	12,91	11,84

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

4.4.d) Conclusions

LE POIDS DE L'INSECURITE ROUTIERE DANS LES COÛTS DU TRAFIC ROUTIER

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.

LE POIDS DE LA VP DANS LES COÛTS D'INSECURITE ROUTIERE

Lorsqu'on regarde le tableau 5, 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).

UN RISQUE D'ACCIDENT PLUS ELEVE EN MILIEU URBAIN...

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

accidents³⁷. 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.

... MAIS UN COUT MARGINAL DE L'INSECURITE ROUTIERE BEAUCOUP MOINS FORT

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) ; part contre, le nombre de blessés légers s'élève à 60%³⁸. Si le risque d'accidents est plus élevé en agglomération, les conséquences en sont donc beaucoup moins graves.

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 vitesses 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 sécurité³⁹ 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 agglomération⁴⁰. 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.

UN COUP SOUS EVALUE POUR DES NORMES DE SOCIETE "HUMANISTES"

La part de l'insécurité routière dans les coûts externes de la route semble sous-évaluée à l'heure actuelle 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

³⁷ 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.

³⁸ Ibid.

³⁹ On trouvera une bonne synthèse sur les différents facteurs de risque pp 77-112 de GIRAUDET, Pierre, La sécurité routière. Livre blanc présenté au Premier Ministre. Paris : La Documentation Française, Coll. des rapports officiels. 1989. 160 p.

⁴⁰ Cf. p. 97 de GIRAUDET Pierre, La sécurité routière. Op. Cit.

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.

4.4.R) Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains : résumé

Le coût externe (non couvert par les assurances) de l'insécurité routière estimé suivant les coûts tutélares 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 tutélares plus "humanistes" conduirait à internaliser un coût externe "potentiel" de 13 milliards de F/an, soit environ 0,11F:véh.km.

4.5. Le coût de la congestion : approche en terme de temps et approche en terme d'espace

La congestion constitue en milieu urbain à la fois une évidence et un casse-tête. Tous ceux qui circulent dans les grandes agglomérations sont peu ou prou confrontés aux encombrements quotidiens. Chacun s'efforce d'adapter en conséquence son itinéraire, son horaire, son mode de transport, voire son nombre de déplacements. Mais les embouteillages subsistent, témoignant du caractère non seulement individuel mais collectif du problème. Du point de vue des autorités responsables de la gestion de la voirie et de la régulation des flux, la question de la congestion est au moins aussi problématique que pour les usagers. Cela provient, entre autres, du fait que les outils analytiques forgés par les ingénieurs d'une part et les économistes d'autre part ne proposent pas de solutions évidentes. Non pas par défaut de recherche, mais bien plutôt du fait de la complexité des mécanismes en œuvre : 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 certains⁴¹ alors que pour d'autres, il représente des sommes élevées⁴². 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. Tout effort d'évaluation et de monétisation des coûts de la congestion doit donc tenir compte de ces débats analytiques. C'est pourquoi, dans un premier temps, nous allons rappeler les références indispensables en la matière. C'est seulement dans un second temps que nous indiquerons quelques exemples de chiffrage des coûts de congestion, leur méthode et leurs résultats.

4.5.a) Congestion et espace-temps

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.

⁴¹ Dans le documents 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. »

⁴² 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) Définition de la congestion et coût généralisé

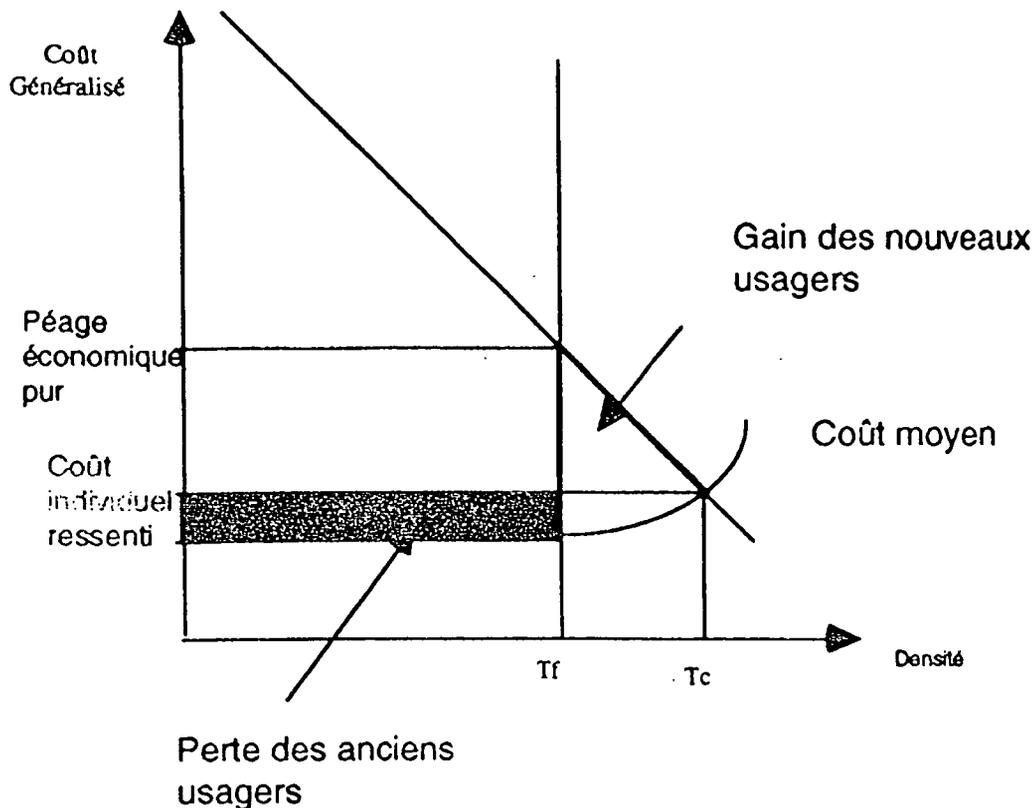
Les phénomènes de congestion et de pointe n'existent pas qu'en matière de voirie. On les trouve dans de nombreux autres domaines (usage de l'eau, électricité...). Mais les encombrements ont une caractéristique particulière que n'ont pas tous les phénomènes de pointe. Les embouteillages résultent d'une 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. 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, 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 VP 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 temps⁴³. 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 au schéma suivant.

⁴³ Voir infra les problèmes que pose la détermination de cette valeur moyenne

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. Mais celle-ci peut être 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 :

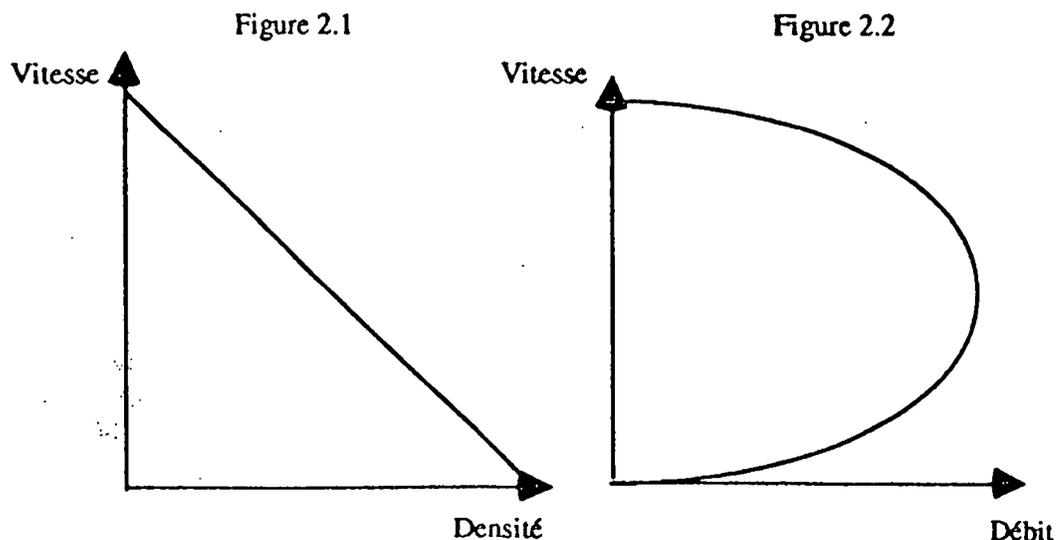
- bien que supportant un coût supérieur, les nouveaux usagers retirent un surplus de leur demande car le coût en question est inférieur à l'avantage qu'ils en tirent ;

- compte tenu de la pente de la droite de demande, le montant du « péage économique pur », ou péage d'exclusion, qu'il faudrait mettre en place pour empêcher les nouveaux arrivants d'entrer dans le système, est bien supérieur à la perte subie par les anciens usagers.

2— Il existe donc une contradiction possible entre les besoins exprimés par la droite de demande, dans ce domaine souvent 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 ci-dessous. Plus le nombre de véhicules qui accèdent à une 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. 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.

B) 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 voiture. 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.

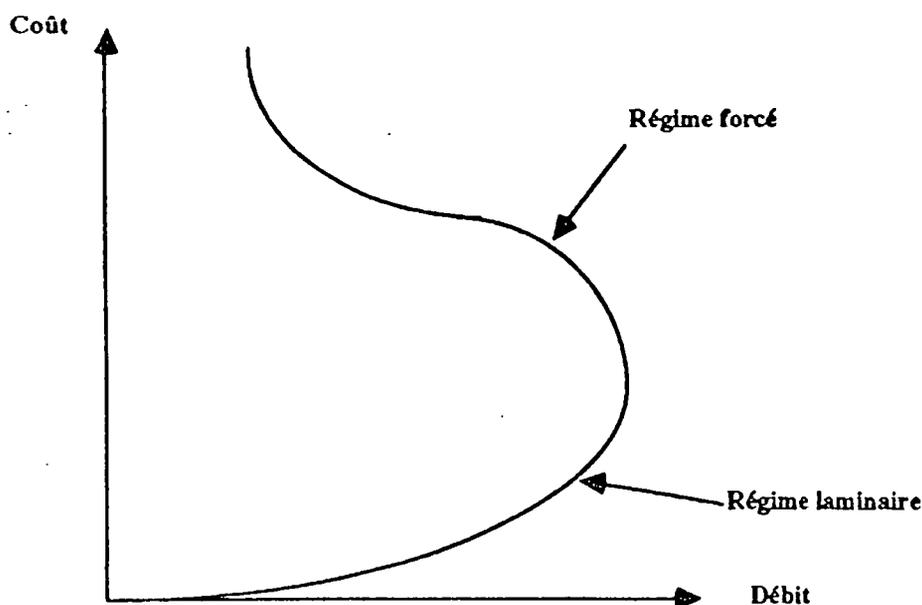
La courbe débit vitesse offre une méthode pour élaborer une courbe de coût du déplacement plus pertinente que celle présentée dans la figure 1. Si nous considérons d'abord que la diminution de vitesse correspond à un accroissement du temps passé pour effectuer un trajet donné, par exemple un kilomètre. 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 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. Morrison ⁴⁴, 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 est très faible. C'est ainsi que l'on aboutit à la courbe ci-dessous

Figure 3 : La relation coût du déplacement-débit

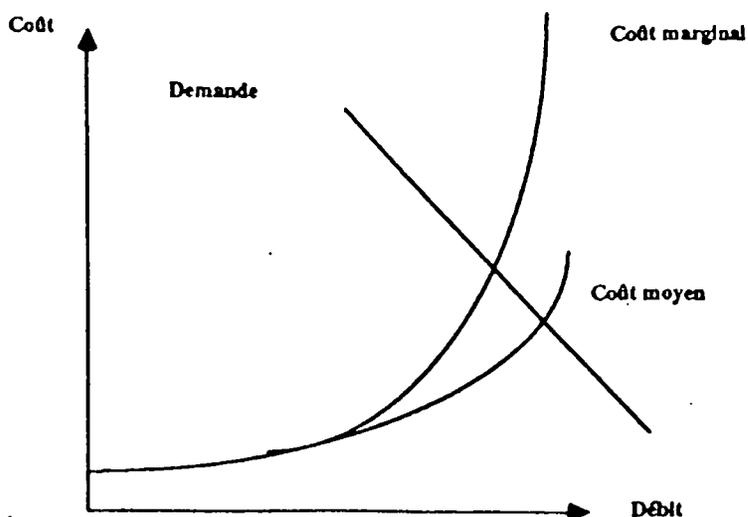


En raisonnant ainsi, on obtient une relation entre le coût et le débit et nous sommes bien en présence de deux situations très différentes.

•— La première 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 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 voiture. 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.

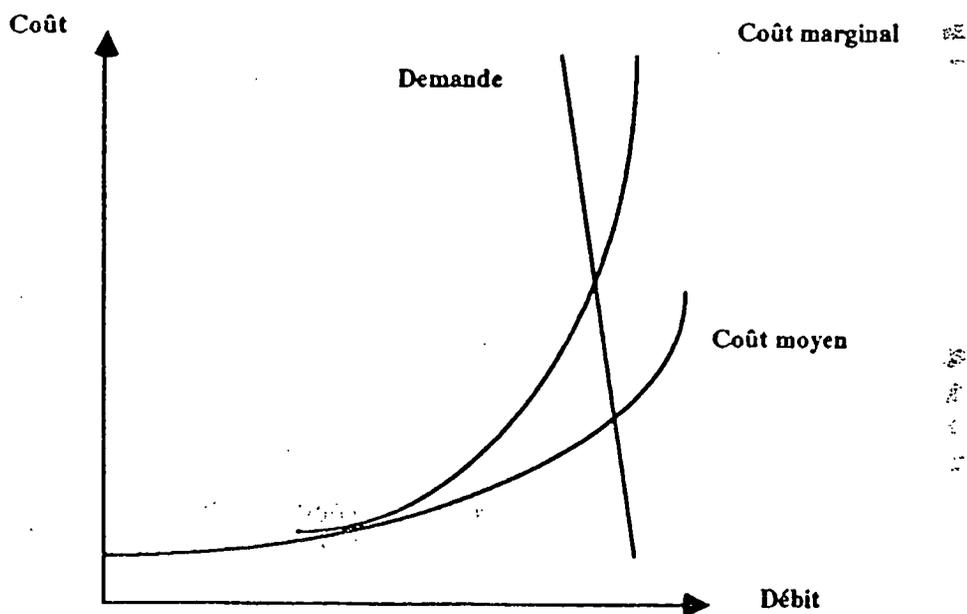
⁴⁴ S.A. Morrison, "A survey of road pricing", *Transportation*, Vol 20 A n° 2n pp 87-97, 1986

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 va permettre d'éviter un coût social non pris en compte par les usagers. Mais comme nous l'avons déjà noté, 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. 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 la logique du péage économique pur. 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.

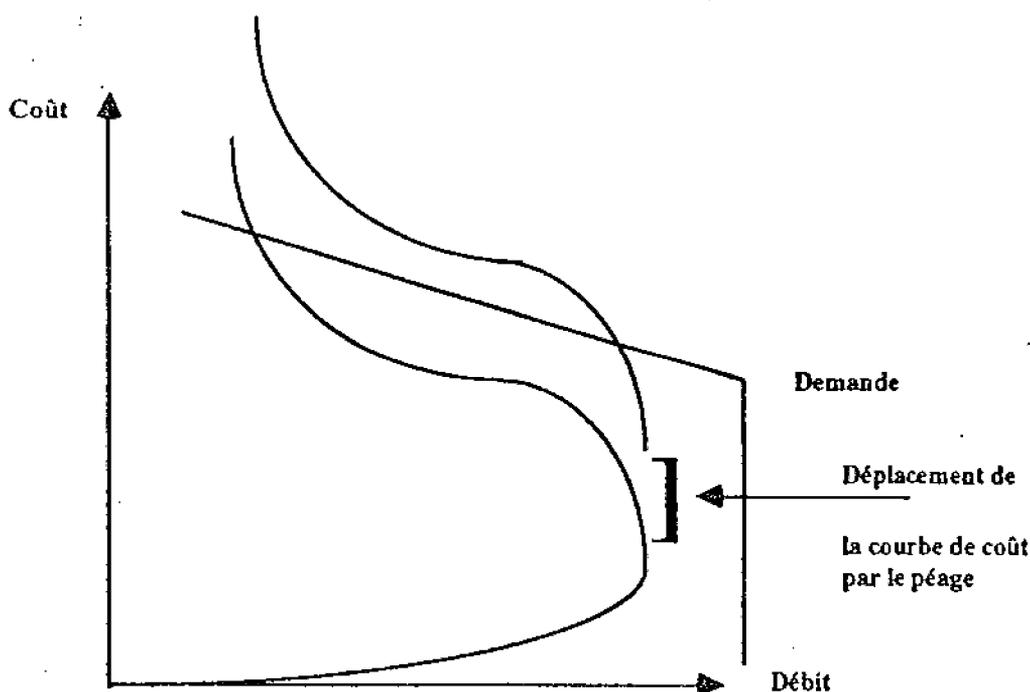
Figure 5 : élasticité faible de la demande et péage de rente



• Dans le second cas de figure, à la différence de l'exemple ci-dessus, le péage urbain peut être en première approximation un moyen d'améliorer la situation collective ; quand on se trouve 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 que des usagers acceptent de se retirer du jeu. Cela réduirait d'autant la densité, d'où il résulterait un accroissement de la vitesse pour les usagers restant. Mais en l'absence de règle de sélection entre les usagers, aucun n'acceptera de se retirer de lui-même. C'est très précisément l'origine du phénomène heures de pointe, au nom de quoi un usager accepterait-il de se lever plus tôt le matin pour étaler la demande de trafic ?

La mise en place d'un tarif semble une réponse à ce problème. Il va en effet conduire à un 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. 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



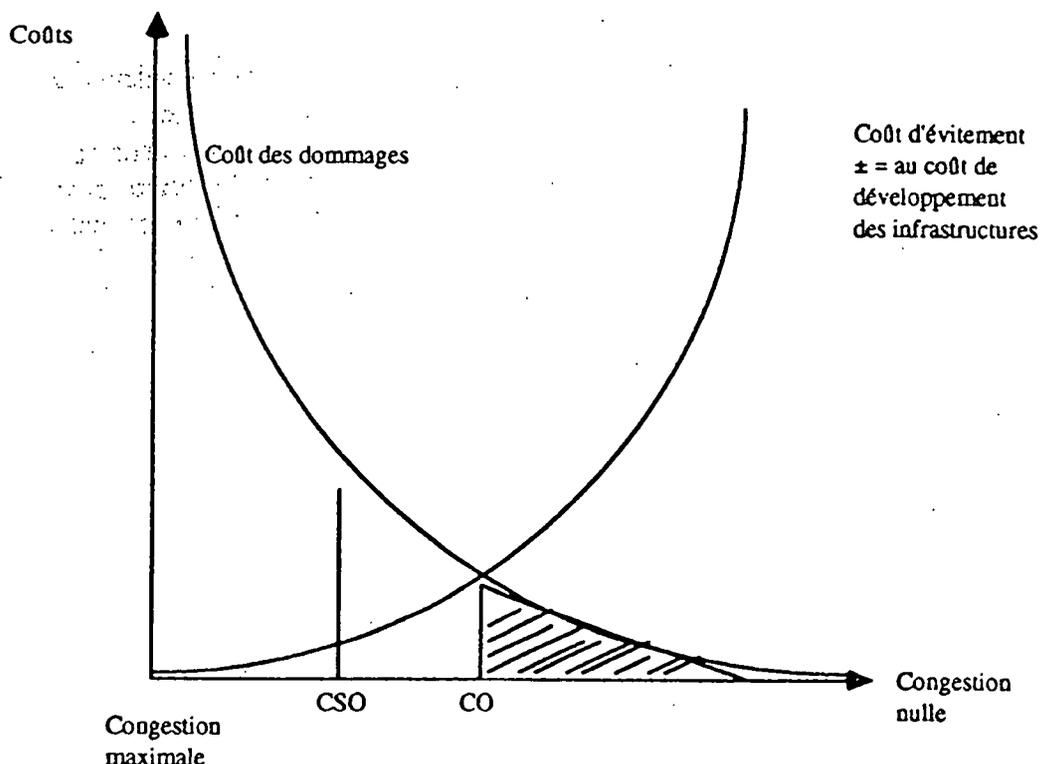
— Du temps à l'espace, des dommages à l'évitement

Dans les raisonnements qui précèdent, on se rend compte que les coûts sociaux sont mesurés en prenant en compte un indicateur clé : le temps. Et la solution proposée est celle de la tarification, le péage optimal étant celui qui fait supporter aux usagers additionnels le temps perdu par les autres usagers. Il existe pourtant une autre méthode pour combattre les encombrements : développer la voirie !

Il est en effet évident que si la demande détermine la quantité de véhicules qui entre dans le réseau, c'est la dimension de ce dernier qui fixe le débit maximum c'est-à-dire le point où l'on passe du premier au second type de congestion. Développer de nouvelles infrastructures permet de reculer le point où survient ce dernier. On retrouve ainsi 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 et que nous avons repris dans l'étude n°1, 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 7 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 ?

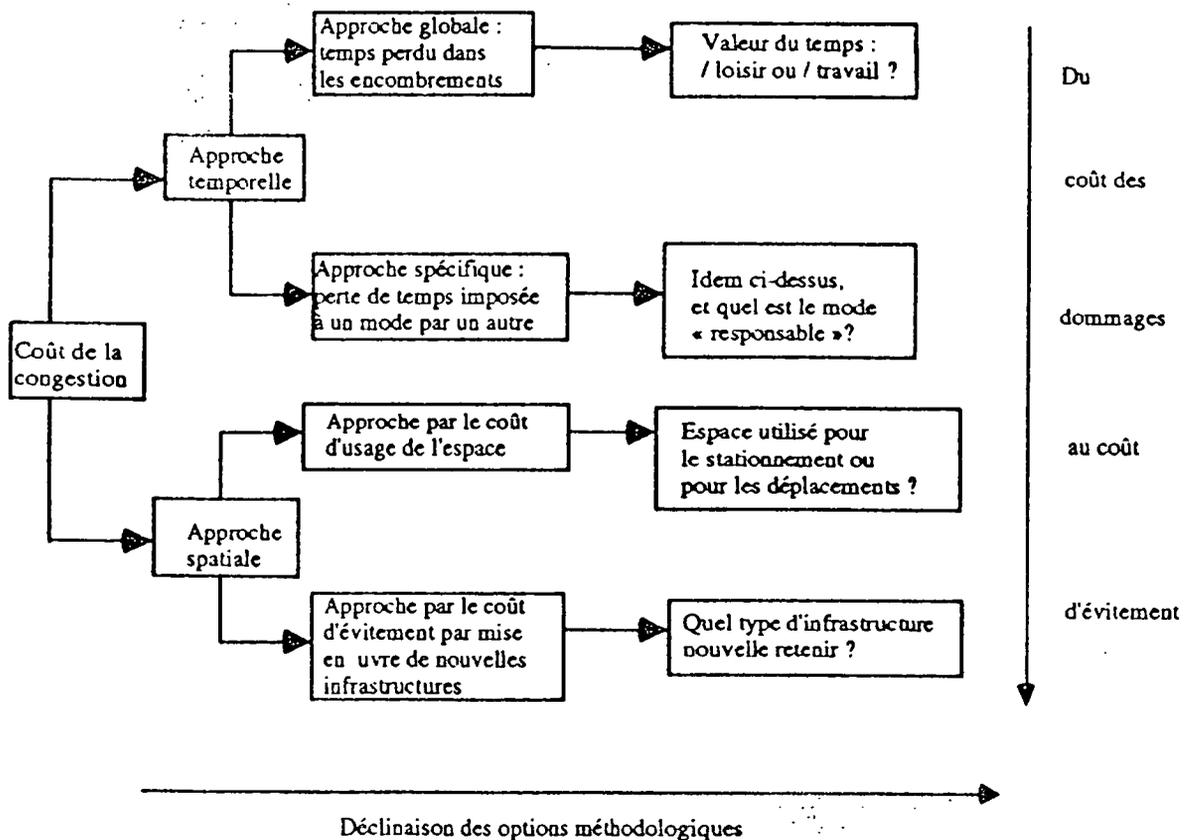
4.5.b) Les tentatives de valorisation

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.

A) Evaluation des dommages : les pistes de recherche

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 8 : 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. Pour chacune des approches nous nous efforcerons de discuter la pertinence des évaluations récemment proposées par la SOFRETU ⁴⁵.

B) Les méthodes fondées sur les pertes de temps

La valorisation des dommages liés à la congestion s'inscrit dans une double perspective : celle de la monétisation dans un premier temps, celle de la tarification dans un second temps.

1— 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 (cf 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 an 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

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

Ce chiffre est relativement modeste. Si on le rapporte aux 62 milliards de voyageurs x kilomètres (pour les seuls VP) de l'agglomération parisienne, on aboutit en effet à un coût de 9,6/62 soit 15,4 centimes⁴⁶ par voyageur x kilomètre. Cette valeur est à rapprocher

⁴⁵ Compte transport national de voyageurs, septembre 1993. Si nous insistons ici sur les résultats de la Sofretu et sur leur caractère parfois discutables, c'est que leur évaluation globale des coûts sociaux aboutit à hypertrophier le coût de la congestion. Ainsi, pour les agglomérations de plus de 800 000 habitants, le coût social total par voyageur x kilomètre VP est estimé à 1,9 franc dont 1,64 pour la seule congestion, 0,07 centime pour le bruit, 0,09 centime pour la pollution et 0,10 centime pour l'insécurité.

⁴⁶ 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

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 voyageur x kilomètre (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 du 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 franc en Région parisienne et 54 franc 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 franc par véhicule kilomètre ou encore, avec 1,36 personne par véhicule, de 1,02 à 1,1 franc par voyageur kilomètre.

De telles valeurs semblent militer pour une tarification de la circulation sous la forme de ce que l'on appelle le « péage urbain » lequel rappelons-le consiste à faire supporter à l'usager additionnel la valeur du temps qu'il fait perdre aux autres usagers. Cependant, une telle méthode rencontre d'énormes problèmes logiques et pratiques.

— En pratique il est très difficile de détecter quels sont les usagers responsables, et 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'usager, demeure la question logique

— Si l'élasticité de la demande au prix est faible, le péage ne réduira pas sensiblement la demande. Les usagers vont donc en quelque sorte payer deux fois, par le temps perdu d'une part, et par le péage d'autre part. Si, par contre, le péage est placé à un niveau tel qu'il dissuade réellement beaucoup d'usagers, alors les usagers restant vont payer pour un coût qui n'existe plus du fait de la disparition des encombrements. Le péage optimal devient alors un péage économique pur, mais ce faisant il se transforme en coût d'évitement : ce qu'une partie de la population accepte de payer pour bénéficier d'un espace peu dense en automobile. On découvre alors que le péage urbain s'assimile à une opération de répartition, voire de discrimination entre différentes catégories d'usagers. De multiples questions surgissent alors. La première consiste à se demander si, au nom du gain de temps, ce n'est pas en fait l'usage de l'espace qui est tarifé : c'est ce que à quoi s'attache le C ci-dessous. La seconde se demande s'il n'existe pas déjà des transferts entre les différents usagers, notamment entre les usagers VP et TC. C'est que nous allons d'abord étudier.

était pertinente, elle expliquerait pourquoi les embouteillages perdurent : le coût qui leur est associé par les automobilistes étant finalement très faible.

2— Les évaluations ci-dessus ont un point faible : les pertes de temps dans les embouteillages sont-elles un effet externe ? Dans la mesure où chaque automobiliste est responsable de la congestion, il est au moins autant coupable que victime. A tout le moins, on dira que les coûts sociaux de la congestion sont déjà internalisés et qu'ils ne sont donc pas des coûts externes.

Par contre, on peut toujours considérer comme coût externe les pertes de temps que les usagers des voitures particulières font supporter aux usagers et les surcroûts de dépenses imposés aux entreprises de transport en commun. 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 exploitants les réseaux de transport en commun, 1 centime par voyageur x kilomètre au plus.

Au total, en ce qui concerne les pertes de temps, on arrive donc à une fourchette large allant de quelques centimes à 1,64 franc 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 ?

C) Les méthodes fondées sur la consommation d'espace.

L'approche spatiale des effets de la congestion de la voirie raisonne d'abord en termes de coût d'usage, puis en termes de coût de développement.

1— En ce qui concerne le coût d'usage, 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 collectif⁴⁷. 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 Merlin⁴⁸, 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 (approché du coût comme flux de dépenses), et comme le proposait la SOFRETU⁴⁹ 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 Ratp⁵⁰, 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 franc par véhicule kilomètre ou 0,45 francs par voyageur kilomètre (1,36 personne 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 franc par voyageur kilomètre.

⁴⁷ 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.

⁴⁸ "Les politiques de transport urbain", Notes et études documentaires N°4797 (1985) page 63

⁴⁹ 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.

⁵⁰ P. Auzannet et A. Bellaloum, op. cit.

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 répondons 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. Si, dans un second temps, on s'interroge sur les raisons d'un tel « dérapage », il faut y voir la volonté de gonfler les coûts externes en oubliant deux éléments clés : le premier est que l'assimilation de l'espace public à un espace privé à rentabiliser est plus que discutable, le second est que même dans cette perspective, on pourrait 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. Si on veut s'efforcer de mesurer un coût d'usage de l'espace, il est plus simple de 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.

2— L'approche en termes de coût d'évitement conduit généralement aux évaluations les plus fortes du coût de la congestion⁵¹. Mais elle n'est pas pour autant l'approche la plus favorable à une lutte contre les effets négatifs des encombrements. Tout au moins, pour qu'elle le devienne, faut-il envisager d'autres méthodes que l'internalisation des effets externes.

• En premier lieu car elle pousse à ignorer le coût résiduel. Si en effet le coût de réalisation d'une infrastructure nouvelle est jugé exorbitant, on s'en tiendra à la situation existante en considérant la congestion comme optimale : les usagers préfèrent perdre du temps que de payer un péage d'infrastructure dont le montant serait supérieur à la valeur du temps perdu.

• En second lieu car dans le cas contraire, la question des encombrements risque de n'être prise en compte que du point de vue du développement de l'offre alors 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.

Au total, c'est bien là que se situe l'enjeu fondamental de la mesure des coûts de congestion : comment en faire des arguments capables de conduire à une autre conception des déplacements en milieu urbain ? A titre de premier élément de réponse, nous pouvons synthétiser en quelques lignes notre raisonnement.

— Le coût de congestion en milieu urbain 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 même dans ce cas là, et plus encore dans le premier, les dommages ainsi mesurés sont inférieurs ou très inférieurs aux dépenses d'évitement qu'il faudrait engager pour y échapper (notamment dans les grandes agglomérations le coût du développement des voiries enterrées).

— C'est ainsi que l'on retrouve notre distinction entre coût externe pertinent et coût externe potentiel qu'il faut dans le cas de la congestion bien distinguer du coût interne comme le fait le tableau récapitulatif présenté page suivante.

⁵¹ Pour les projets Laser et Muse, le prix envisagé au véhicule kilomètre est de 2,5 à 4,5 francs

Les coûts de la congestion

	Coûts pertinents	Coûts potentiels
Coûts externes	Principalement surcoût imposé par les usagers VP aux TC (usagers et exploitants) soit 5 centimes par voy.km	Coût de développement des TC=14 centimes par voy.km
Coûts internes	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 externe pertinent, évaluation de la Sofretu dans la compte national transport de voyageurs (page 81)

— Coût externe potentiel, 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 plan⁵² pour les TC (21 milliards par an) rapportées au trafic VP urbain en voyageurs kilomètres

— Coût interne pertinent, évaluation de la Sofretu dans la compte national transport de voyageurs (page 81)

— Coût interne potentiel, 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 d'internalisation : **43 centimes par voyageur kilomètre, soit le coût externe imposé aux TC et les coûts de développements des TC et des voiries (5 + 14 + 24). Le temps perdu par les automobilistes est déjà internalisé.**

⁵² Cf rapport du Commissariat Général au Plan, La politique des Transports et ses orientations à moyen terme.

4.5.R) Le coût de la congestion : approche en termes de temps et approche en termes d'espace : résumé

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 d'approche spatiale, qui nous oriente vers une réflexion en termes de coûts d'évitement.

En partant, comme précédemment, d'un niveau de trafic urbain VP d'environ 120 milliards de véh.km et d'un taux de remplissage VP de l'ordre de 1,3 voyageurs par véhicules, il est possible d'estimer un coût *externe* "pertinent" de la congestion. Ce coût représente le principal surcoût imposé par les usagers VP aux TC. Ce montant est de l'ordre de 8 milliards de frs pour le trafic urbain et péri-urbain (soit 0,07 frs par véh.km). Si l'on se place dans une position de préférence marquée pour l'environnement, cela nous amènerait à internaliser des coûts *externes* "potentiels" de l'ordre de 21 milliards de frs (soit 0,18 frs par véh.km), qui représentent les dépenses prévues de développement des TC.

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 frs (0,54 frs 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 frs).

4.6. Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière en milieu urbain

Les évaluations précédentes nous permettent de construire le tableau récapitulatif suivant. Le niveau de trafic urbain retenu (VP) est de l'ordre de 120 milliards de véh.km. Nous avons aussi été amené à prendre en compte, dans nos évaluations des coûts externes de la congestion, un taux de remplissage VP d'environ 1,3 voyageurs par véhicule.

	COÛTS EXTERNES "PERTINENTS" (valeurs révélées minimales)		COÛTS EXTERNES "POTENTIELS" (objectifs d'évitement soutenables)	
	F/an	F/véh.km	F/an	F/véh.km
BRUIT	0,7 Mds	0,01	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	30,7 Mds	0,26	87,5 Mds	0,74

4.6.R) Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière en milieu urbain : remarques

En définitive, les coûts externes "pertinents" du bruit, de la pollution, de l'insécurité, et de la congestion dus à la circulation automobile en France peuvent être estimés au total à un minimum de 31 milliards de Frs. 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 "potentiels" de l'ordre de 90 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. Cette remarque nous amène à élargir le champ d'interprétation des effets externes.

II. Seconde partie : L'INTERNALISATION DES EFFETS EXTERNES DANS LE MARCHÉ DES TRANSPORTS URBAINS : DES MESURES TARIFAIRES ET REGLEMENTAIRES AUX STRATEGIES DE DEPLACEMENT INTEGREES

Le problème de l'internalisation consiste-t-il seulement en une définition et une monétarisation d'effets qui peuvent alors être intégrés dans le marché des transports ? En nous appuyant sur l'approche théorique de COASE, nous montrerons comment l'internalisation relève plus d'une logique de gestion de préférences contradictoires.

En nous plaçant alors dans le cadre d'une préférence collective pour l'environnement croissante, nous présenterons alors, à l'aide d'un modèle analytique simple, une des caractéristiques fortes du marché des transports urbains. Cela nous permettra de montrer pourquoi une simple approche du problème des externalités "par mode" se révèle insuffisante, et nous conduira à une logique de gestion intégrée du système global de transport.

Par la suite, nous verrons que l'internalisation de ces effets externes peut prendre des formes très diverses, allant de la régulation des trafics routiers par la tarification, à des réglementations limitant les trafics de façon plus directe. La tarification répond au mieux au problème de l'internalisation suivant les principes d'économie décentralisée de marché, alors que la réglementation entre plus dans une approche en terme d'évitement tutélaire de la circulation automobile là où ses nuisances sont considérées comme trop insupportables. Nous présenterons donc les principes, les applications, et les limites du péage urbain et des réglementations.

Enfin, en prenant exemple sur la région lyonnaise, nous verrons comment la SNCF pourrait reprendre l'initiative dans le créneau des relations ferroviaires péri-urbaine, en développant une stratégie de contrats avec les collectivités locales sur des plans de déplacement urbains intégrés.

1. De l'internalisation classique à la gestion de préférences collectives contradictoires

Dans la première partie, avant de proposer une valorisation monétaire des coûts externes des transports urbains, il nous est apparu indispensable d'insister sur les limites des évaluations. Ces limites nous amènent à présent à élargir les concepts classiques de "coûts à internaliser dans des prix", à une approche plus proche de la réalité interprétant le problème de l'internalisation comme un conflit de préférences contradictoires. C'est cette deuxième approche qui guidera notre analyse dans cette seconde partie.

1 a) Coûts sociaux ou compromis sociaux ?

Nous avons pu précédemment observer les difficultés des évaluations monétaires. Mais n'est-ce pas le concept même d'externalité tel qu'il est compris généralement qui souffre de ses propres limites ? Plus l'on s'écarte des concepts théoriques "pigouviens" pour se rapprocher de la société telle qu'elle est, plus l'analyse se complique. Notamment : les externalités conduisent-elles plutôt à des coûts sociaux ou bien à des compromis sociaux ? Pour répondre à cette question, on peut reprendre ici de façon schématique le raisonnement de Ronald Coase, en développant la critique qu'il a adressée à A.C. PIGOU à propos des dégâts causés aux riverains par les chemins de fer. Il commence par se démarquer de ce dernier en soulignant qu'il faut éviter un point de vue partial désignant a priori un coupable et une victime. Si en effet les chemins de fer peuvent gêner l'activité

agricole, on peut aussi bien renverser la perspective et considérer que toute action des agriculteurs destinée à empêcher la construction d'une voie ferrée est un effet externe imposé au transport ferroviaire. L'approche de Coase permet d'éviter tout jugement de valeur hâtif sur les atteintes à l'environnement : si la croissance économique occasionne des dégâts à l'environnement, elle apporte aussi des bénéfices qu'il ne faut naïvement pas oublier. L'internalisation ne peut donc consister qu'à un compromis entre croissance et environnement, compromis demandant des "sacrifices" minimaux de part et d'autre.

Imaginons deux activités, A et B qui se gênent mutuellement : l'optimum du marché va correspondre à un compromis qui va certes réduire les activités séparées de A et de B, mais aussi maximiser la somme des deux.

Si A est la circulation routière urbaine, et B l'environnement, on voit que "l'optimum" consiste en un compromis qui sacrifie une certaine quantité d'environnement (émissions polluantes, bruit...), et une certaine quantité de circulation routière (limites de vitesse, zones piétonnes, pots catalytiques, fiscalité...).

En pensant le problème sous cet angle, on pourra personnellement considérer que l'environnement est un bien en train de se raréfier, qu'il n'est pas assez valorisé, et que le compromis est trop à son désavantage. Il sera alors beaucoup plus rigoureux de dire qu'il y a non pas "non internalisation des coûts d'environnement", mais plutôt "sous valorisation collective de ces coûts", ce qui est bien différent. On comprend cependant combien une telle appréciation est partielle, et très loin de faire consensus.

Ainsi, dans ce schéma de pensée, on ne peut plus dire que la route ne paie pas ses coûts en évaluant les dommages de la circulation, puisque ces dommages représentent la participation d'une des parties au compromis de l'internalisation. Cette approche s'écarte ainsi quelque peu du concept théorique de coût externe pour rejoindre une analyse de conflits de préférences plus proche de la réalité. Au sein de ce conflit, l'externalité peut être alors interprétée comme un "refus de choisir", ou "refus de prendre ses responsabilités", de la part d'une collectivité locale, qui se traduit par un coût supporté par l'ensemble de la collectivité. Par exemple, lorsqu'une collectivité locale doit gérer deux préférences contradictoires pour l'environnement, et pour la circulation automobile, elle va demander à l'Etat de financer à la fois un transport collectif lourd, et les pénétrantes autoroutières qui vont le vider de sa clientèle.

Plutôt que de se chercher une légitimité scientifique introuvable, en avançant que l'automobile ne paie globalement pas ses coûts d'environnement, l'économiste peut alors mettre en relief ces contradictions dans les choix politiques, ces "non arbitrages" entre la croissance de la circulation automobile et certains objectifs déclarés de croissance soutenable, qui reportent des coûts sur les "générations futures" (déficits et atteintes à l'environnement). Par la suite, il revient à l'économiste de proposer non pas des valeurs monétaires d'internalisation (qui ont finalement une légitimité toute relative, sauf si elles sont élaborées dans le cadre d'un débat national, comme en Suède), mais bien des processus d'internalisation, qui amènent les décideurs politiques à révéler leurs préférences.

L'internalisation ne consiste alors plus à "internaliser des coûts dans des prix", mais bien de régler de la façon la plus décentralisée possible (principe de subsidiarité) des conflits de préférences, de manière à ce que ces conflits soient tranchés de façon responsable. Nous verrons ainsi comment l'internalisation des externalités des transports urbains peut se concevoir dans une logique de système de transports intégré.

Mais pour illustrer le fait que le problème des externalités se traduit bien dans les faits par une problématique de compromis sociaux, regardons à présent ce qu'il en est pour les choix de projets.

1 b) Les choix de projets dans les transports : des exemples de compromis sociaux

Il est *a priori* indispensable d'intégrer dans les évaluations de projet les coûts et avantages sociaux que la collectivité va en tirer. Par ce biais, les choix collectifs orientent la demande vers les transports les plus socialement avantageux. Il est ainsi souvent reproché aux méthodes d'évaluation actuelles de ne pas suffisamment prendre en compte ces coûts et avantages sociaux.

Cependant, si l'on observe la réalité des décisions de projets de transport, on constate très vite que les résultats des évaluations économiques ne représentent qu'un critère de décision parmi d'autres. La décision finale, qui sera nécessairement politique, sera le résultat de compromis intégrant des préférences et aversions sociales aussi nombreuses que contradictoires. Présentons quelques exemples :

- le choix de l'A51 Grenoble-Sisteron est un choix qui internalise une préférence collective très forte pour le désenclavement des Alpes du Sud (Ce qui ne signifie nullement que cette préférence collective soit consensuelle, et économiquement "raisonnable"...);

- plus généralement, les choix de projets d'infrastructures à grande vitesse dépendent plus de leur inscription sur les schémas directeurs (qui obéissent à une logique de maillage du territoire), que de leur rentabilité socio-économique ;

- le choix du métro de Lyon est un choix qui internalise une préférence politique (et donc collective !) pour le développement d'une nouvelle technologie française de métro lourd ; il en est de même pour le VAL (ce qui ne signifie pas là encore que ces choix fussent les meilleurs suivant le seul critère "économie des transports"...);

- le programme allemand de mise à niveau des infrastructures ferroviaires en ex RDA révèle une préférence collective forte pour un mode de transport plus écologique (il eut été "financièrement" beaucoup plus rentable de laisser le réseau en état et de couvrir les nouveaux Länder d'autoroutes) ;

- le choix de la réalisation du TGV Est (selon le seul critère "économie des transports", ce serait une erreur, selon A. Bonnafous) se comprend lorsque l'on considère l'impératif du renforcement du lien franco-allemand, qui représente l'un des piliers de la politique étrangère française, et qui s'inscrit dans une préférence collective pour l'union politique et monétaire européenne (collective, mais pas unanime, comme l'a montré le référendum sur Maastricht).

- à l'avenir, le choix de réalisation d'un réseau d'autoroute ferroviaire résultera là encore d'une nette préférence pour un transport de marchandises moins nuisant.

Alors que les tentatives d'internalisation de coûts externes dans les méthodes d'évaluation de projet n'avancent que très lentement, on peut pourtant observer à l'heure actuelle que la croissance de la préférence collective pour l'environnement s'est traduite par une orientation progressive des budgets d'investissements transports des collectivités locales vers les transports collectifs (Plans de déplacements ferroviaires, EOLE, METEOR...): il y a donc bien eu internalisation d'effets externes, sans qu'il y est eu besoin de passer par une monétarisation;

On observe ainsi *a posteriori* que ces préférences collectives nouvelles ont été internalisées à travers des choix. On voit que ces choix résultent plus de confrontations de préférences dans un champ de décision politique, que de confrontations prix-coûts sur un marché des transports. Dans

la suite de cette deuxième partie, nous partirons ainsi du fait que la préférence collective pour l'environnement est actuellement internalisée dans les choix de projets TC, pour mettre en relief le fait que le refus de gérer sa contradiction avec une préférence pour la voiture particulière (qui reste forte pour des raisons structurelles : motorisation liée à la croissance économique, poids de l'industrie automobile nationale, urbanisation péri-urbaine), est à l'origine de l'externalité que représente la crise du financement public des transports urbains. Cette crise, qui ne peut aller qu'en s'aggravant tant que des choix responsables ne se seront pas dégagés, peut être considérée comme non soutenable.

1 R) De l'internalisation classique à la gestion de préférences collectives contradictoires : résumé

L'approche théorique de COASE montre que le problème des externalités peut être interprété comme un conflit d'intérêts contradictoires, qui conduit non pas à des coûts mais à des compromis sociaux. Cela nous amène à nous écarter des définitions théoriques pigouviennes, pour envisager l'internalisation comme le règlement de conflits de préférences. Dans le domaine des transports urbain, on peut considérer que la préférence pour l'environnement est internalisée à travers une orientation des choix de projets vers les TC, mais que le conflit de cette préférence avec la préférence pour la VP n'est pas arbitré de façon responsable : cela occasionne ainsi des coûts budgétaires et environnementaux pour la collectivité non soutenables à terme. Le concept de système intégré que nous évoquerons dans ce qui va suivre, proposera une logique d'internalisation de ces coûts.

2. Un modèle analytique pour comprendre la problématique du marché des transports urbains

Dans notre définition de l'urbain, nous avons présenté l'idée selon laquelle cet espace urbain peut se définir justement par une de ses caractéristiques fortes en terme de problématique transport environnement : l'espace devenant rare, l'extension des voiries routières devient trop coûteuse. Nous pouvons à présent traduire cette caractéristique dans la structure des coûts de la voiture particulière dans l'espace urbain et périurbain. Si l'extension des voiries est stoppée, toute croissance du trafic va conduire progressivement à une détérioration des conditions de circulation : en termes économiques on peut interpréter ce phénomène de congestion croissante des réseaux de circulation par une fonction de coût de la voiture particulière croissante en fonction du niveau de trafic. Autrement dit, les coûts de la voiture particulière en ville sont à rendement décroissant.

A contrario, en ce qui concerne les transport ferroviaires, et plus généralement les transports collectifs, on remarque que l'existence de coûts fixes d'infrastructure, mais aussi de fonctionnement, conduit à une rentabilité des investissements engagés croissante en fonction du trafic, du moins jusqu'à une certaine limite. Pour prendre l'exemple de Lyon, sur lequel nous reviendrons plus en détail, la nouvelle ligne de métro automatique est exploitée en pointe à un infime pourcentage de ses capacités. De même, à Paris, les ouvertures des lignes D du RER, de EOLE, et de METEOR, offriront des capacités nouvelles dépassant largement les trafics actuels.

En fait, nous avons observé, constatant les limites du concept classique d'effet externe, que l'on peut observer dans les choix d'investissement de transport une rationalité qui s'écarte de la rationalité économique : cette rationalité intègre en effet tout un ensemble de considérations que nous appelons préférences collectives ou sociales, qui sont souvent contradictoires. Actuellement,

dans le secteur des transports urbains, on peut interpréter les décisions d'investissements de métro, RER, Tramways, comme une internalisation de préférences collectives pour l'environnement et les transports collectifs croissante. Si l'on admet que ces investissements sont légitimés de fait par une décision politique, ils sont alors caractérisés, une fois réalisés, par des fonctions de coûts sinon à rendements marginaux croissants, au moins à rendements moyens croissants.

Cette analyse nous conduit ainsi à caractériser le marché des transports urbains par une concurrence entre un mode à rendement décroissant, et un mode à rendements croissants. Au delà de la considération des effets externes sur l'environnement, l'insécurité, de congestion, il nous apparaît alors intéressant de rappeler l'analyse de Alfred Marshall sur la problématique des activités à rendements croissants ⁵³:

"il peut même être avantageux pour la société que le gouvernement lève des impôts sur les marchandises qui obéissent à la loi du rendement décroissant et consacre une part des recettes à des primes en faveur des marchandises qui obéissent à la loi du rendement croissant"... "la manière dont une personne dépense son revenu (sur le marché) a une réelle importance économique pour la société. En effet, lorsqu'elle dépense ce revenu à des objets qui obéissent à la loi du rendement décroissant, elle rend ces objets d'une acquisition plus difficile pour ses voisins, et elle fait ainsi baisser le pouvoir réel d'achat de leur revenu ; tandis que, lorsqu'elle dépense ce revenu à des objets qui obéissent à la loi du rendement croissant, elle rend ces objets d'une acquisition plus facile pour d'autres et elle augmente ainsi le pouvoir réel d'achat de leurs revenus".

On ne peut qu'être frappé par la pertinence quasi visionnaire de l'analyse quand on pense à la situation du marché des transports urbains : l'utilisateur qui choisira la VP contribuera à l'engorgement des voiries, alors que l'utilisateur qui choisira les TC contribuera à améliorer leur efficacité. (C'est ainsi *a contrario* qu'une baisse de la fréquentation TC conduit les entreprises exploitantes à adopter des mesures d'économies induisant *de facto* une baisse de la qualité et de l'attractivité des services...). Nous développerons dans ce qui suit cette problématique des coûts à rendements croissants, en montrant que dans les transports urbains, elle est directement liée aux effets externes et à l'internalisation, et qu'elle ne peut véritablement se comprendre que dans le cadre d'une approche intégrée du marché des transports urbains.

Nous allons voir à l'aide d'un petit modèle comment une internalisation des préférences de la collectivité pour l'environnement passe plutôt par une responsabilisation des décideurs politiques qui doivent faire des choix plutôt que par une monétarisation de dommages et de coûts d'évitement intéressante, mais qui est et qui restera aléatoire.

⁵³ MARSHALL A., Principles of Economics, Londres, Macmillan, 1906, 5^e éd. ; trad. française : Principes d'économie politique, deux tomes, Gordon et Breach, publications Gramma, 1971.

2.1. Rappels sur la problématique des activités à rendements croissants

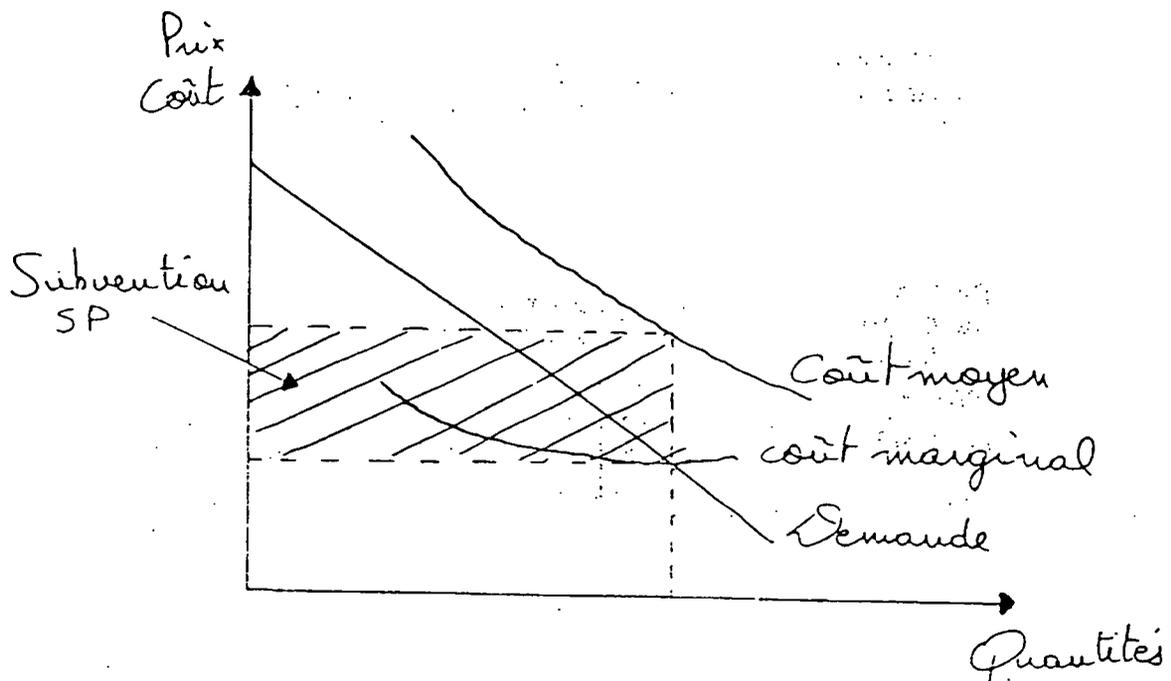
Ce travail sur les externalités des transports urbain nous amène donc à revenir à la problématique des activités à rendement croissant. Dans un marché constitué par deux offres de transport, collectif et individuel, si l'on admet l'existence de rendements croissants dans les transports collectifs, cela conduit à un écart entre prix et coût marginal qui se traduit dans les faits soit par une subvention publique soit par une perte sociale due à l'éviction du transport public (voir encadré).

On voit qu'il ne peut exister de prix optimal, puisqu'une tarification au coût marginal induit pour les activités à rendements décroissants un déficit systématique, ce qui les écarte de facto du marché, sauf à envisager une intervention publique qui n'est pas sans poser d'autres problèmes (collecte de l'impôt, contrainte budgétaire...). La collectivité se trouve donc face à une alternative entre perte sociale et subvention publique.

La collectivité peut cependant éviter la perte sociale en assurant la couverture des coûts des transports publics par une logique de "confiscation" d'une partie des surplus dégagés par le transport individuel : on retrouve ici la logique évoquée par Alfred Marshall. C'est ce que nous allons montrer dans ce qui suit.

Activité à rendement croissant : intervention publique ou perte sociale .

Considérons une activité économique à rendements croissants, comme représenté ci-dessous. Prenons en outre en considération une hypothèse forte, qui correspond vraisemblablement à la situation du transport ferroviaire de proximité, ou la droite de demande est inférieure à la courbe de coût moyen. Le principe de tarification au coût marginal qui conduit à un optimum de Pareto ne permet pas à l'activité en question de couvrir ses coûts moyens : celle-ci sera donc écartée *de facto* du marché, entraînant une perte sociale pour la collectivité. On peut ainsi comparer la valeur de la perte sociale, égale au surplus du consommateur soit le triangle sous la droite de demande, à la valeur de la subvention publique nécessaire à assurer l'existence de notre activité (aire SP). On voit que la collectivité peut trouver un intérêt à subventionner cette activité puisque le bénéfice tiré de son existence couvre largement la subvention.



2.1.R) Rappels sur la problématique des activités à rendement croissant : résumé

Dans un marché constitué par deux offres de transport, collectif et individuel, si l'on admet l'existence de rendements croissants dans les transports collectifs, cela conduit pour l'offre de transport collectif à un écart entre prix et coût marginal. Cet écart se traduit dans les faits soit par une subvention publique soit par une perte sociale due à l'éviction progressive du transport public.

2.2. Assumer la préférence collective pour le transport collectif : une nouvelle interprétation de l'internalisation à l'aide d'un modèle simple

2.2.a) Limites de l'approche par mode

Lorsque l'on admet la légitimité sociale des choix politiques en faveur d'investissements de transports collectif, on constate très vite combien le poids des rendements croissants de ces investissements est déterminant et sous-estimé à l'heure actuelle. En effet, à propos du problème de la répartition modale et de la complémentarité au sein du marché des transports, un discours toujours très en vogue, notamment dans les administrations bruxelloises, consiste à mettre en avant les bienfaits d'une libéralisation du marché des transports : dans un tel cadre, l'Etat n'occasionnerait plus de "distorsions de concurrence" en subventionnant de façon subjective tel ou tel mode de transport, mais c'est "l'internalisation" des externalités dans les coûts de l'ensemble des modes de transport qui permettrait à tel ou tel mode de transport socialement avantageux de trouver de façon décentralisée sa part de marché "optimale".

On peut discuter une telle vision, et constater notamment pour ce qui concerne le transport de marchandises le décalage entre la libéralisation effective du marché transport routier, et les impasses des discours candides sur une "internalisation des coûts externes", qui dans les faits ne suit pas cette libéralisation.

Mais notre propos n'est pas là. Supposons, qu'une telle vision du marché des transports soit réaliste, et que l'on soit arrivé à internaliser l'ensemble des externalités (environnement, insécurité, congestion) dans les coûts du transport : dans un tel cas d'école, chaque mode de transport couvre l'ensemble de ses coûts privés et de pollution, d'insécurité, de congestion... En supposant aussi que des investisseurs privés soient prêts à s'engager dans des investissements à long terme, la tutelle publique peut-elle alors se désengager et laisser le marché des transports livré à lui même ?

Nous allons montrer, notamment à travers un petit modèle, que dans un marché de concurrence entre transport collectif et transport individuel, une absence d'intervention publique peut conduire à une situation sous-optimale, autrement dit à une perte sociale pour la collectivité, même si les deux activités sont tarifées à leur coût marginal social. A l'origine de cette perte sociale, l'hypothèse de rendements croissants dans les transports collectifs induit des réactions du marché fondamentales et décisives quand à leur impact sur le marché des transports.

Les rendements croissants du transport collectif, hypothèse ou réalité ?

L'hypothèse de rendements marginaux croissants dans les transports publics est beaucoup discutée : il n'est pas certain, par exemple si l'on considère les cas d'investissements lourds, que l'on puisse généraliser une hypothèse de rendements marginaux croissants. Mark BLAUG, notamment interprétera en effet de tels rendements comme révélateurs d'un surdimensionnement, et donc d'un "mauvais" choix politique.

Par contre, cette hypothèse devient beaucoup plus solide pour les rendements moyens. En effet, on constate les réalités suivantes :

- le transport public est caractérisé par des investissements fixes relativement lourds (par rapport notamment au transport individuel) : dans le coût total la part des coûts fixes non évitables est prépondérante par rapport aux coûts marginaux ; un surcroît de trafic induit certes une augmentation des coûts fixes, mais surtout une baisse des coûts moyens d'exploitation ;

- le transport collectif fonctionne en réseau de lignes qui génèrent chacune des effets positifs les uns sur les autres : plus le réseau est ramifié plus il en est attractif, performant ; tout accroissement quantitatif de l'offre entraîne de facto une amélioration qualitative, ce qui signifie, à niveau qualitatif d'offre constant, des rendements d'échelle considérables.

Remarquons que si l'on quitte le monde théorique néo-classique, pour nous placer dans une situation où la collectivité a internalisé dans ces choix de projet une préférence pour l'environnement et les transports collectifs, l'hypothèse de rendements moyens croissants devient évidente : la préférence pour les TC se traduit par la mise en service d'offres en surcapacité, dont la rentabilité est d'autant plus forte que le trafic approche les capacités offertes.

2.2.b) Un modèle analytique

Dans ce petit modèle, il s'agit de construire un marché fictif de concurrence entre transport individuel et collectif, en traduisant en termes mathématiques simples les structures de coûts des transports collectifs et individuels. Nous considérons les coûts d'usage et d'exploitation hors coûts fixes d'achats du véhicule (VP) et d'infrastructure (VP+TC). Comme nous nous cantonnons à un modèle explicatif simple, nous supposons qu'il existe une demande de transport stable, prise comme paramètre, et correspondant à un trafic constant se répartissant entre l'un et l'autre mode de transport. Nous calons nos valeurs sur les ordres de grandeur des déplacements VP et TC du Grand Lyon. Nous prendrons donc les fonctions de coûts suivantes :

-Transport individuel : le transport en véhicule particulier en ville est soumis à une contrainte de rareté à la fois en terme d'espace, mais aussi de consommation énergétique : nous avons vu que cette contrainte de rareté revient en fait à admettre pour le trafic automobile urbain des rendements décroissants en termes de coûts sociaux d'usage. On peut penser que sur l'ensemble d'un réseau de voirie, la congestion n'apparaît pas d'un coup, de façon généralisée, mais progressivement, par axe : au fur et à mesure de l'augmentation globale du trafic, les conducteurs adaptent et modifient leurs itinéraires. Le nombre de points de congestion augmente ainsi de façon régulière, d'abord sur les axes principaux puis vers les axes secondaires. Ce n'est qu'à partir d'un certain point qu'il y a *percolation* des points de congestion puis blocage très rapide de l'ensemble du trafic.

Nous prenons donc une hypothèse de croissance du coût moyen proportionnelle au trafic : mais il est bien évident qu'à partir du point de congestion généralisée, pour une part modale proche de 1, ces coûts ne sont plus linéaires, mais exponentiels. Pour un trafic très faible, nous prenons par mesure de simplification une consommation de temps et de carburant négligeable.

*Coût social annuel : $CTr = a \cdot d^2 \cdot t^2 / 2$ en F/an

(a constante en Frs.an/(voy.km)², d trafic total en voy.km/an et t part modale route en %)

*Coût social moyen : $CMr = a \cdot d \cdot t / 2$ en F/voy.km

*Coût marginal social : $Cmr = a \cdot d \cdot t$ en F/voy.km

-Transport collectif : nous adoptons l'hypothèse selon laquelle les transports collectifs urbains sont à rendement moyen croissant : l'existence de ces rendements croissants peut conduire à ce que les transports en communs soient socialement profitables (droite de demande croise la courbe de coût marginal), mais économiquement non rentables (droite de demande ne coupe pas la courbe de coût moyen) ; en ce qui concerne les coûts marginaux, nous en resterons à une hypothèse de rendements constants.

*Coût social annuel : $CTf = b \cdot d \cdot t' + c$, en F/an

b, c constantes et $t' = (1-t)$ part modale fer

*Coût social moyen : $CMf = b \cdot d + c / t'$ en F/voy.km

*Coût marginal social : $Cmf = b$ en F/voy.km

COURBES DE COÛTS, VALEURS DES CONSTANTES CALEES AUX ORDRES DE GRANDEUR DES TRANSPORTS EN COMMUN DE LYON

On peut estimer le nombre de déplacements annuels VP et TC à l'intérieur de la COURLY à environ 800 millions, ce qui correspond, si l'on prend une distance moyenne par déplacements de 5km, à 4 Mds de voy.km/an.

Le coût annuel des TC est de l'ordre de 1Mds de F/an. La part des coûts variables dans ce coût est incertaine. Par convention, nous supposons que les charges marginales correspondent aux recettes, soit environ 40% du total. La moyenne des coûts marginaux correspond donc aux prix moyens des TCL, soit $b = 0,4$ F/voy.km. Pour les coûts fixes, on aura 60 % du coût total soit $c = 600$ MF.

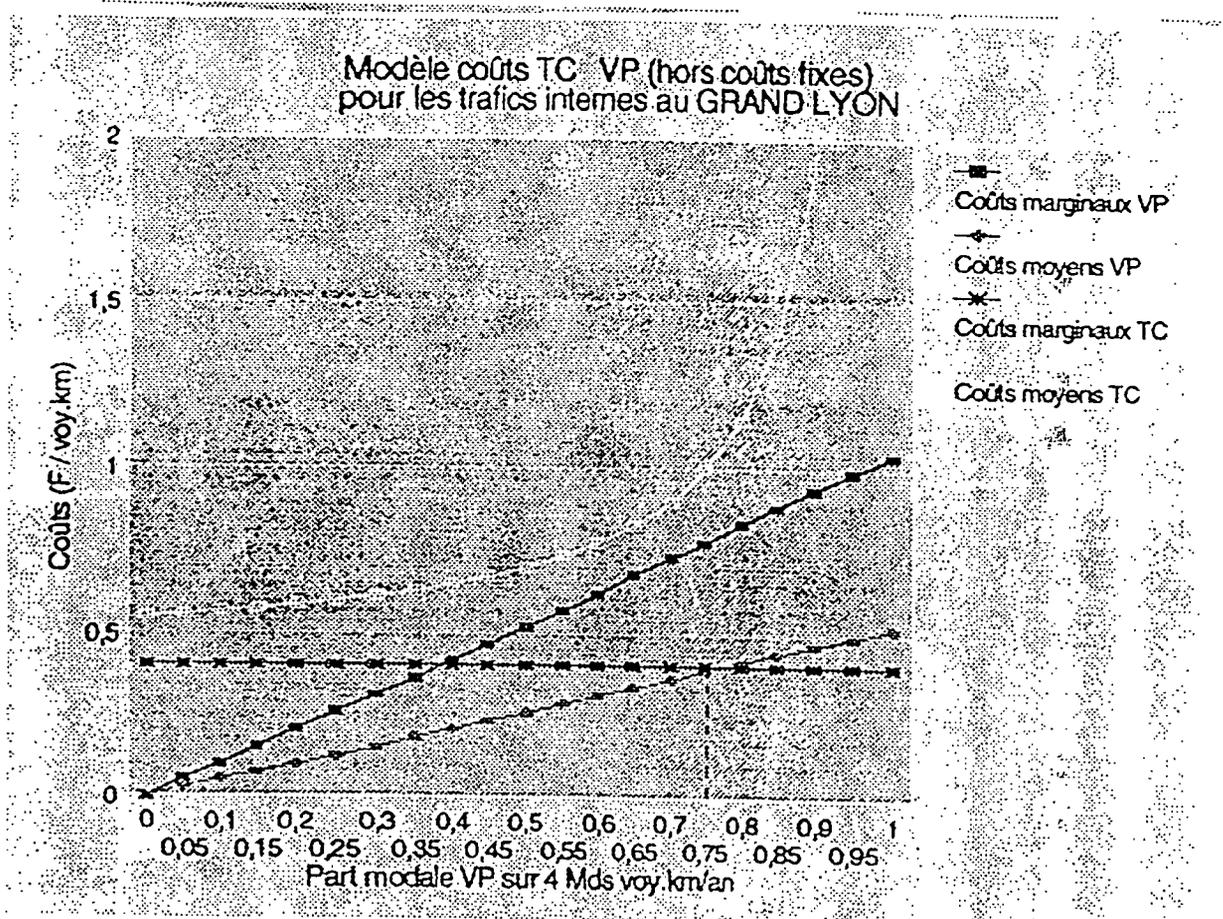
Nous supposons que l'équilibre modal s'établit suivant les prix respectifs de chaque mode, égaux aux coûts moyens pour les VP, et aux coûts marginaux pour les TC. L'équilibre correspondant à un partage modal de environ 0,75% pour les VP, on en déduit $a = 2,6E-06$.

$$a = 2,6E-06$$

$$b = 0,4 \text{ F/voy.km}$$

$$c = 600 \text{ MF}$$

$$d = 4 \text{ Mds voy.km/an}$$



Ces fonctions de coût, nous permettent d'observer les variations des coûts respectifs, des surplus des consommateurs et des producteurs, des déficits, en fonction de diverses situations du marché, c'est-à-dire en fonction des parts modales des deux modes.

On peut observer que quelle que soit l'internalisation des coûts externes dans les coûts de la voiture particulière, un désengagement de la collectivité qui conduirait à une tarification à l'équilibre budgétaire ne peut que conduire à une évolution de la part modale favorable à la VP. En effet, on observe que les coûts de la VP étant inférieurs à ceux des TC, une augmentation des tarifs des TC ne peut que les conduire à perdre du trafic au profit de la route.

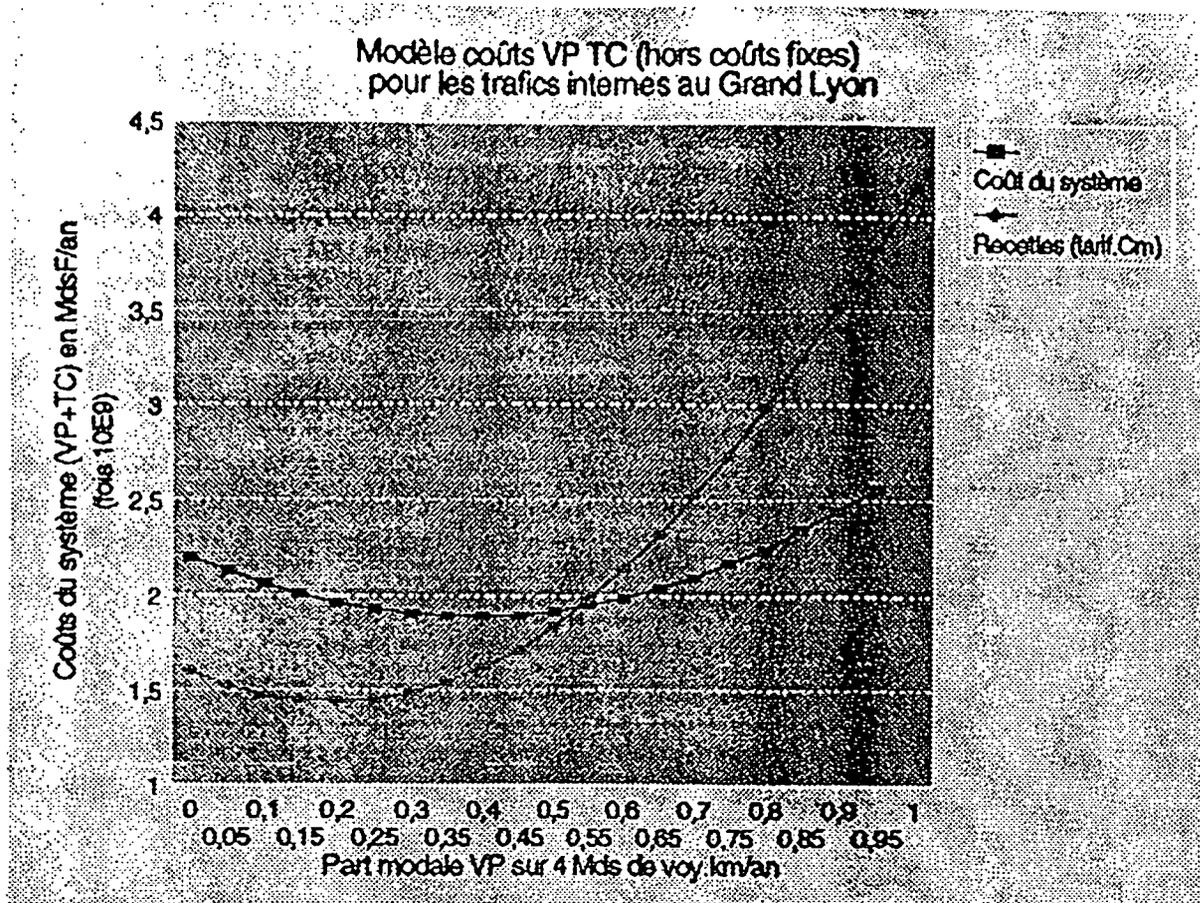
Nous allons voir à présent comment la collectivité peut sortir de ce cercle vicieux ou la crise du financement des TC induit des mesures tarifaires qui ne font que l'aggraver.

2.2.c) Logique de système et transferts de surplus

Supposons que l'Etat ne souhaite plus continuer à subventionner indéfiniment les transports collectifs, sans pourtant accepter la perte sociale de leur disparition. Si l'hypothèse de rendements croissants est pertinente, la seule voie pour échapper aux effets des rendements croissants des transports collectifs consiste à ne penser le marché des transports non plus en termes de concurrence entre différents modes, mais bien en termes de complémentarité. Voilà un mot bien à la mode, qu'il faut décliner jusqu'à ses concrètes implications.

La logique de complémentarité consiste à assurer un système de transport diversifié au moindre coût pour la collectivité. Le système décentralisé de marché se révélant défaillant du fait des rendements croissants, l'internalisation ne peut que consister à ne plus raisonner (c'est-à-dire : gérer) "par mode", mais bien "par système de transport" : dans une telle optique, il n'existe plus de coûts fixes du transport collectif induisant des rendements croissants et des déficits, mais il existe des coûts fixes du système de transport, coûts fixes qu'il convient de couvrir à l'intérieur du système de transport.

Représentons à présent les coûts du système VP + TC. La première courbe représente le coût moyen du système de transport par unité de voy.km. La deuxième courbe ne représente pas véritablement un coût marginal puisqu'elle représente la moyenne pondérée en fonction des trafics des coûts marginaux de chaque mode. Dans le cas d'une tarification au coût marginal social, cette courbe serait une courbe de recettes du système de transport.



A l'aide de ces courbes, on peut ainsi montrer que la collectivité se trouve face à une alternative où 3 logiques sont possibles :

(1) LA LOGIQUE DU "LAISSER FAIRE"

Cette première logique est fondée sur les principes de liberté individuelle qui seule est légitime pour orienter l'offre. Elle recommande de tendre vers un désengagement progressif de l'Etat c'est à dire à tarifier l'ensemble des modes de transport à leur équilibre budgétaire et laisser la demande libre arbitre sur le marché des transports urbains. Nous avons vu que cette logique tend vers une exclusion du marché pour les transports publics, s'ils sont à rendement croissant.

Par rapport à la situation actuelle lyonnaise, cette logique, qui tend à poursuivre la tendance à la motorisation des ménages, conduit à une éviction progressive des TC (baisse de l'offre bus, et sous utilisation du métro) ce qui induit, comme le montre la courbe précédente, une augmentation du coût global du système de transport pour la collectivité (De 2,2 Mds/an, ce coût pourrait dépasser les 2,5 Mds/an, voire beaucoup plus en cas d'éviction totale des TC et congestion généralisée des réseaux de voirie, non considérée dans notre modèle).

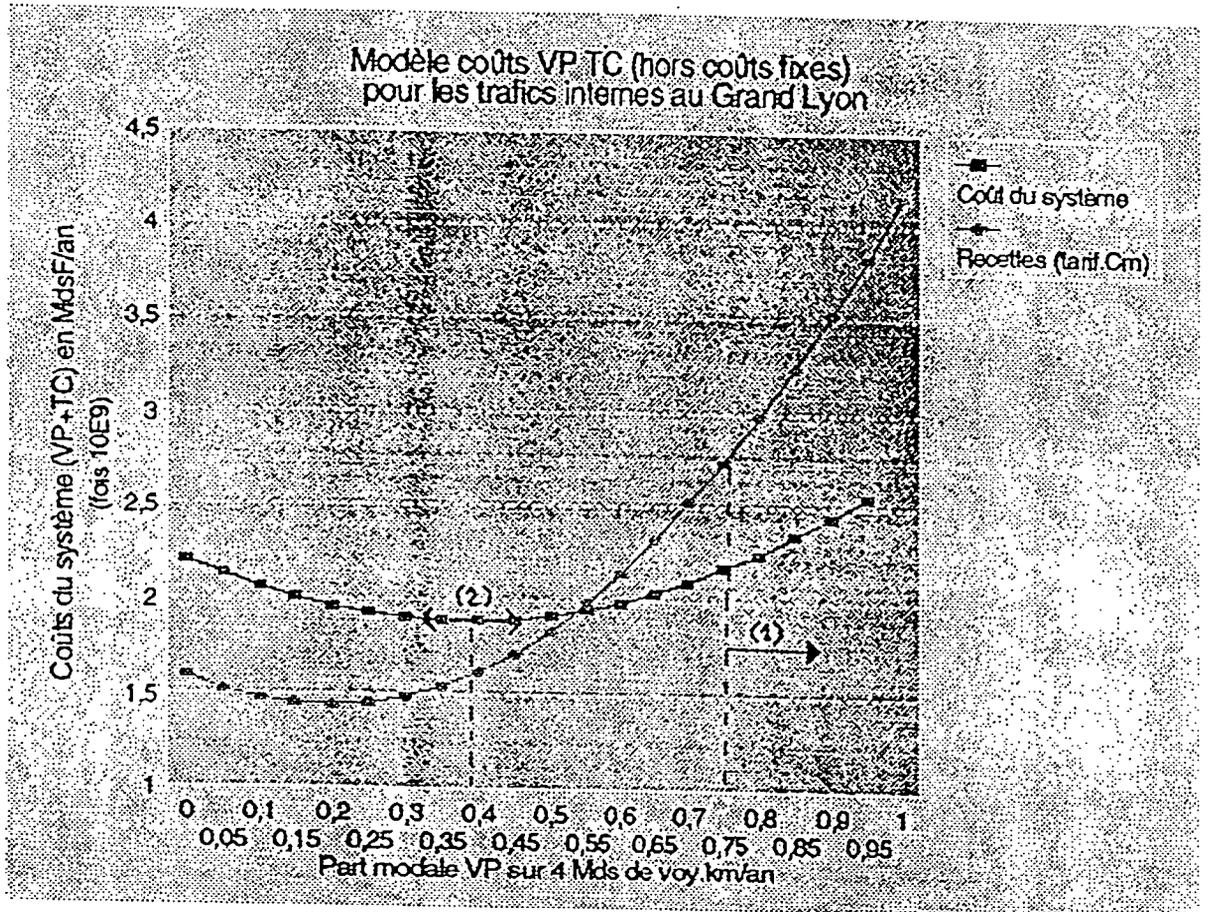
(2) LA LOGIQUE DE L'OPTIMALITE SOCIALE

Dans cette deuxième logique d'optimalité, on décide de tarifier l'ensemble des modes de transports à leur coût marginal social. On vise ainsi une maximisation du surplus collectif par une minimisation du coût global du système. Cette logique implique d'augmenter sensiblement le prix de la VP (dans notre modèle, de le doubler).

Dans ce cas, il est simple de montrer que si les coûts fixes sont pris en charge par la collectivité, la tarification au coût marginal conduit à l'optimum (correspondant à l'intersection des courbes de coûts marginaux des deux modes) de façon décentralisée.

Sur Lyon, notre modèle donne une part modale optimale de 38% pour la VP, ce qui signifierait pour les TC un gain de part modale considérable, de 25% à 62%. Cette logique d'optimalité sociale revient en fait à mettre le maximum de voyageurs dans les transports collectifs. On voit cependant que dans ce cas, une tarification au coût marginal ne permet pas de couvrir les coûts fixes du système de transport, ce qui laisserait suivant notre modèle un déficit à la charge de la collectivité de 620 MF/an (Pour un coût total des TC de 1,6 Mds/an).

ILLUSTRATION GRAPHIQUE DES DEUX LOGIQUES PRECEDENTES



(3) UNE LOGIQUE DE SYSTEME ET DE TRANSFERTS

Enfin, entre ces deux logiques, une logique de système de transport VP + TC est possible : il suffit de couvrir les coûts fixes du système de transport par les "surplus du producteur" dégagés par une tarification de chaque mode de transport au coût marginal social.

Rappelons que pour une activité donnée, le "surplus du producteur" est égal à :

$$(P - CM) \cdot q$$

où P est le prix fixé au coût marginal, CM le coût moyen, et q la quantité produite.

Le système de transport peut alors remplir son double objectif de maximisation de l'utilité sociale et de couverture de ses coûts. Les "surplus du producteur" ne peuvent être dégagés que dans le transport individuel, où le prix au coût marginal est supérieur au coût moyen : concrètement, raisonner en terme de système de transport revient donc à transférer les surplus VP pour couvrir les coûts fixes des transports collectifs. Cette internalisation, ou "logique de complémentarité" consiste donc en un système de transferts internes au système de transport.

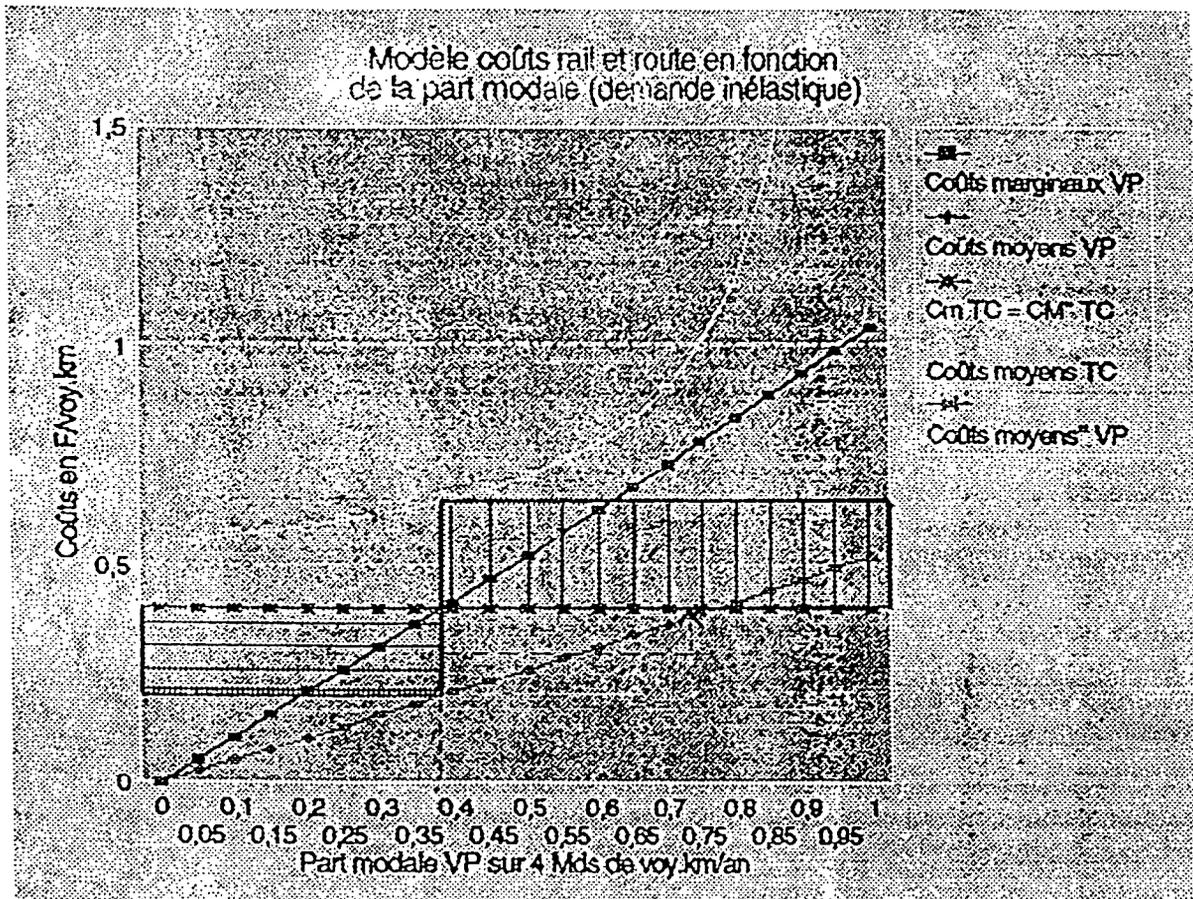
Cependant, on peut montrer mathématiquement une limite importante à ce principe : les transferts ne peuvent conduire à un optimum social, ou du moins à un équilibre financier du système de transport que s'il y a suffisamment de trafic routier pour que les recettes tirées d'une fiscalité automobile au coût marginal social soient supérieures ou égales aux coûts fixes du système de transport. Ainsi, à cause de l'importance relative des coûts fixes des TC, la condition d'équilibre budgétaire du système sera généralement incompatible avec la condition d'optimalité, ce qui conduit finalement la logique intégrée présentée à un coût du système de transport très légèrement supérieur à son coût optimal.

Pour bien comprendre ce dernier point, nous allons voir sur les graphique suivant que pour l'exemple de Lyon, "l'optimum social" correspond à une part modale TC de 62%, où le "surplus du producteur" dégagé par les VP est inférieur au déficit des TC. La condition d'équilibre budgétaire placera donc le système à une part modale TC moins importante, égale à 55%, induisant une légère perte par rapport à "l'optimum" de +50 MF/an.

Dans le cadre d'une logique de système de transport, la collectivité n'intervient plus financièrement parlant, mais elle se contente de jouer le rôle d'un arbitre qui fixe les règles du jeu en assurant les transferts entre les modes nécessaires à une minimisation des coûts du transport. Cette minimisation consiste en définitive à assurer le maximum de transport collectif tout en ayant un trafic VP suffisant pour dégager un surplus qui permet de financer les coûts fixes du système. On peut illustrer graphiquement cette logique de transferts du surplus du producteur "transport individuel" vers le producteur "transport collectif". (voir pages suivantes)

Remarque : précisons que l'utilisation des "surplus du producteur" présentée ici n'a rien à voir avec la logique de taxation des "surplus des consommateurs" préconisée par Maurice Allais. Ce principe de taxation des "surplus des consommateurs" appliqué aux transports collectifs pour couvrir ses coût fixes est difficilement défendable, puisqu'il reviendrait à faire payer le prix maximum aux usagers captifs (catégories sociales qui n'ont pas les moyens d'avoir une voiture particulière), et le minimum aux usagers non captifs (catégories sociales ayant une ou plusieurs voiture par ménage) : on comprend le violent rejet social (et la fuite de la clientèle jeune vers l'automobile et l'aérien) qui accompagne la dérive de la politique commerciale de la SNCF vers une tarification anti-sociale. Cette précision permettra donc d'éviter de malencontreuses confusions.

ILLUSTRATIONS GRAPHIQUES DES TRANSFERTS DE SURPLUS

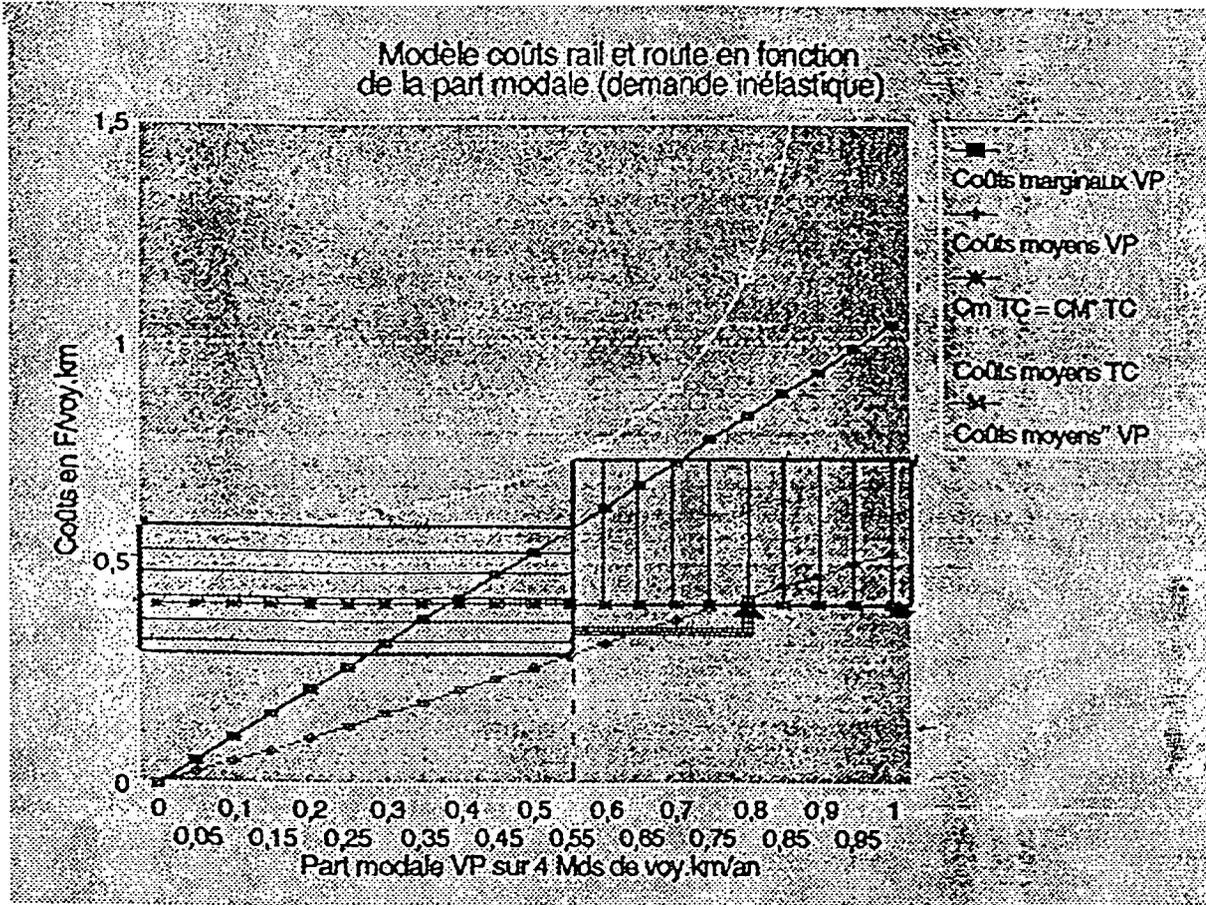


En plus des courbes de coûts classiques, nous avons ajouté sur ce graphique les courbes de coûts après transfert (coûts en "). Le coût moyen" VP comprend alors les coûts fixes des TC, et le coût moyen" des TC s'aligne sur ses coûts marginaux.

A l'optimum ($t=0,38$), on voit qu'il y a un "surplus du producteur" négatif pour les TC (déficit, aires avec hachures verticales, à droite) et un "surplus du producteur" positif pour les VP (aires avec hachures horizontales, à gauche). Mais ce surplus VP est insuffisant pour couvrir intégralement le déficit TC.

A l'équilibre budgétaire du système ($t=0,55$, part modale TC de 45%), le surplus VP est suffisant pour couvrir le déficit des TC. Graphiquement, on voit bien qu'il peut y avoir transfert du "surplus du producteur" VP vers le déficit des TC. Ce transfert permet un désengagement financier de la collectivité.

Remarque : à $t=0,55$, on remarque que le coût marginal VP est supérieur au coût marginal TC. Sans déséquilibrer le système, on pourrait alors aligner le prix TC sur le coût marginal VP, ce qui diminuerait d'autant le déficit TC et permettrait d'atteindre l'équilibre budgétaire à une part modale de $t=0,457$ plus proche de l'optimum (part modale TC de 54,3%). Mais il s'agit plus, pour ce qui nous concerne, d'illustrer une logique de transfert que de proposer un système optimal de tarification...



2.2.d) Vers une approche intégrée

Notre analyse du marché des transports urbains nous a permis de voir que, les coûts externes "classiques" fussent-ils internalisés, la logique même d'un marché mettant en concurrence un mode collectif ayant des coûts à rendements croissants et un mode individuel ayant des coûts à rendement décroissant ne permet pas à l'action décentralisée du marché de conduire à un système de transport minimisant ses coûts.

On comprend mieux à présent pourquoi un raisonnement qui présenterait une "internalisation des effets externes" comme nécessaire et suffisante pour permettre un désengagement financier de la collectivité se fonde sur une notion d'effet externe beaucoup trop restrictive : un tel raisonnement conduit en effet à passer à côté d'une réalité sociale déterminante : il existe bel et bien déjà une internalisation des effets externes des transports en milieu urbain à travers des choix de projet résolument orientés vers les TC (métro lourd à Lyon, RER à Paris...), et qui révèlent une préférence collective très nette pour le développement des transports en commun.

En fait, la crise du financement des TC provient du fait que la préférence de la collectivité pour les TC s'est toujours accompagnée jusqu'à ce jour d'une préférence pour la liberté de circuler en VP bien supérieure à son aversion pour les déficits publics. De nombreux indices tendent à montrer cependant qu'une politique TC est incompatible avec des principes de "libre concurrence", qui conduisent structurellement les TC vers des déficits et des stratégies uniquement centrées sur les efforts de productivité qui les écartent *de facto* du marché.

Dans cette perspective, on s'aperçoit que le problème n'est finalement pas pour la collectivité "d'internaliser les coûts externes dans le coût des modes de transport urbains", mais bien un problème de responsabilité : l'acceptabilité des déficits publics a une limite, et tôt ou tard, la collectivité doit choisir entre deux préférences qui sont contradictoires : la préférence pour une certaine qualité de la ville impliquant un développement des TC, ou bien la préférence pour la liberté de circuler en VP.

Il n'y a pas internalisation dans un cas, et non-internalisation dans l'autre, mais plutôt une mise en balance de deux préférences, l'une pour l'environnement urbain, l'autre pour la liberté individuelle :

Soit la préférence pour les TC s'affirme, et cela signifie une acceptation d'un renoncement plus ou moins important à la liberté de circuler en VP, du moins sur certains créneaux de déplacement : dans ce cas, la collectivité n'aurait pas "internalisé des effets externes" mais bien "assumé ses préférences pour l'environnement urbain".

Soit c'est finalement la préférence pour la liberté de circuler en VP qui l'emporte, et l'on continuera à voir se dégrader progressivement la fréquentation et l'attractivité des services de transports publics, avec les conséquences que l'on sait sur l'environnement urbain et les déficits des TC : dans ce deuxième cas, la collectivité n'aurait pas "laissé les effets externes en dehors du marché" mais bien "assumé ses préférences pour la liberté à n'importe quel prix".

Dans ce qui suit, nous nous placerons dans le contexte européen actuel, où la préférence collective pour l'environnement semble croissante face à la préférence pour circuler librement en automobile. Nous allons ainsi montrer comment si cette préférence pour l'environnement s'affirme, cela se traduira inéluctablement dans les années à venir par des mesures visant à limiter la circulation automobile, soit par des mesures tarifaires, soit par des mesures réglementaires. Les

premières pourront directement assurer les transferts de surplus que nous avons présentés précédemment ; les secondes assureront ces transferts de façon indirecte, en pénalisant l'automobile par rapport aux TC (détours, restrictions de circulation...).

2.2.R) Assumer la préférence collective pour le transport collectif : une nouvelle interprétation de l'internalisation à l'aide d'un modèle simple : résumé

Si l'on se place dans une situation où la collectivité a internalisé sa préférence pour l'environnement à travers des choix d'investissement orientés vers les transports collectifs, le poids des rendements croissants de ces derniers devient déterminant. Notre modèle qui se place dans ce cadre de référence, montre que "l'internalisation des effets externes dans les prix du transport" telle qu'elle est envisagée généralement est inadaptée au marché des transports urbains. L'existence d'une préférence collective pour l'environnement et les transports collectifs, se révèle ainsi incompatible avec des principes de "concurrence inter-modale", qui conduisent structurellement les TC vers des déficits et des stratégies de productivité qui les écartent de facto du marché. Une internalisation qui viserait un désengagement financier de la collectivité est pourtant possible : elle consiste à raisonner le système de transport d'une agglomération en termes de complémentarité, ce qui implique nécessairement une gestion globale assurant à l'équilibre financier du système par des transferts plus ou moins explicites de la VP vers les TC.

3. Péage urbain et réglementation

3.1. Principes, limites et applications du péage urbain

3.1.a) Les principes de l'internalisation par le péage urbain

PRINCIPES GÉNÉRAUX

Nous l'avons constaté, la VP produit des nuisances que l'on peut considérer comme non soutenables. Nous avons vu, notamment, que la congestion peut être envisagée comme une déséconomie externe que chaque utilisateur de la voirie fait subir aux autres. En effet, chaque véhicule qui s'introduit sur un tronçon encombré ralentit tous ceux qui sont derrière lui sans supporter la perte de temps qu'il fait ainsi subir à la collectivité. Les automobilistes ne supportant pas l'ensemble de leurs coûts, leurs décisions de circuler ne peuvent être efficaces dans le sens où elles aboutissent à un excès de demande. Ainsi, la VP est "sur-utilisée" dans la mesure où aucun coût n'est attaché à ses nuisances. C'est pour remédier à cela que les partisans du péage urbain préconisent d'appliquer les principes de la théorie marginaliste: il s'agit de faire payer aux automobilistes les coûts qu'ils engendrent pour aller vers l'optimum.

Selon la Théorie Néoclassique, l'optimum économique s'obtient en tarifant cette déséconomie externe (la congestion) afin que chaque conducteur supporte l'ensemble des coûts qu'il produit et que ses décisions soient au mieux conformes à l'intérêt collectif. Ainsi, pour ramener le trafic à un niveau optimal, l'idée d'une tarification au coût marginal, selon le principe du pollueur-payeur, s'est elle progressivement imposée.

Selon l'approche développée précédemment, on conçoit bien que la façon *a priori* la plus évidente de récupérer le "surplus du producteur" VP pour couvrir le déficit TC est de tarifier la

VP au coût marginal, ce qui n'est possible qu'avec un péage. La fiscalité automobile consiste en effet plutôt en une tarification du coût moyen.

Les principes et les justifications du péage urbain sont donc évidents. Cependant, son application peut soulever un certain nombre d'objections.

LES AUTOROUTES URBAINES

Le principe de gratuité des autoroutes urbaines est un des éléments qui a le plus contribué à la péri-urbanisation et à l'érosion des trafics en transport collectif. Nombreux sont les élus locaux ayant profité de l'opportunité de réalisation d'une autoroute interurbaine pour s'approprier aux frais de l'Etat des autoroutes de dégagement à usage majoritairement urbain, induisant des conflits de trafics que l'on connaît bien à Lyon. On peut citer aussi Rouen, Angers, Tours, Montpellier, Reims, mais aussi Strasbourg... Il ne s'agit pas de critiquer des élus locaux qui n'ont fait que répondre en leur temps à une demande sociale très forte en faveur de l'automobile, mais bien de mettre en avant les effets pervers induits par un principe de droit relevant de l'Etat. La loi de 1955, n'autorisant les concessions autoroutières que sur les sections interrurbaines n'est plus adaptée à une situation actuelle, où la majeure partie des nuisances de l'automobile se retrouve en milieu urbain, et où les transports collectifs sont écrasés par leur déficits.

On peut débattre sur l'opportunité du péage urbain sur des voiries existantes. Il nous paraît évident que poursuivre la réalisation de pénétrantes autoroutières urbaines libres de péage ne fera qu'aggraver l'érosion des parts modales et la crise de financement des transports collectifs.

3.1.b). Limites

LA QUESTION DE L'INTERNALISATION DU TEMPS PERDU

Bon nombre d'économistes considèrent que le coût de la congestion lié à la perte de temps ne peut être traité comme un coût social car ses éléments constitutifs. Les coûts de la VP en ville, notamment de la congestion ont déjà été pris en compte par les autres automobilistes. Ils considèrent alors qu'il s'agit d'un coût externe déjà internalisé par le système de la circulation urbaine. Il ne doit donc pas être rajouté à la collectivité. En fait, toute la difficulté provient du fait que pour éviter un double compte (temps perdu *plus* péage), il faudrait un péage qui corresponde *exactement* à la définition du coût marginal social, c'est à dire un péage qui réagirait instantanément aux variations de trafic spatiales et temporelles, de manière à ce que prix et trafics correspondent en permanence à "l'optimum". On conçoit les difficultés technologiques et pratiques de mise en place d'un tel péage.

Faute de mieux, il faudra dès lors prouver avant la mise en place d'un péage urbain que le temps perdu par les individus pris dans les embouteillages est bien une perte nette pour la collectivité.

LES PROBLEMES D'ACCEPTABILITE ET D'EQUITE

En général, l'opinion publique est très opposée au péage urbain. Pour cette raison, les élus ne sont pas prêts de le mettre en place. Les commerçants constituent une catégorie d'individus particulièrement opposée au péage urbain. Au-delà, 65% des européens et 76% des français rejettent en bloc l'instauration d'un péage urbain ⁵⁴.

54 DAMPIERE J., "Centre-ville: faut-il faire payer les automobilistes?", *Transport Public*, février 1992, pp. 30 à 35.

En outre, aucun responsable politique ne prendra le risque de tarifer un bien jusque là gratuit. Utiliser gratuitement un espace public tel que les voies urbaines équivaut à un droit pour chacun. La possibilité du péage urbain est vécue comme une atteinte à la liberté de se déplacer, comme une discrimination envers les plus démunis, ceux qui accordent une valeur forte à l'argent et par voie de conséquence une moindre valeur au temps.

Cependant, il est possible que les effets du péage soient plus subtils : il consisteraient en une redistribution de richesses de la classe moyenne vers les hauts revenus (pour lesquels le prix du péage n'a pas de valeur), mais aussi pour les plus démunis, qui utilisent les TC (et qui bénéficieraient des améliorations dues au péage).

En ce sens, une des limites importantes du péage urbain réside dans le fait qu'il va à l'encontre des intérêts d'une classe moyenne politiquement difficile à contrarier.

LE PEAGE URBAIN ET LES POLITIQUES DE TRANSPORTS URBAINS

Pour lutter simultanément contre la congestion et les externalités négatives de la circulation urbaine motorisée, il faut qu'à terme l'utilisation de la voiture en ville diminue. Or, il faut être prudent quant à l'efficacité du péage urbain. En effet, l'élasticité-prix du déplacement VP est très faible. A titre d'exemple, un sondage de l'IUTP⁵⁵ montre que 70% des français estiment que leurs habitudes de déplacement ne seraient pas modifiées par des fluctuations dans le prix des carburants

Par ailleurs, nous tenons à insister sur la nécessité de bien choisir le type de péage urbain à mettre en place. Certains systèmes (Achat d'une vignette en début de mois donnant droit à un accès infini à l'infrastructure au cours de la période) peuvent en effet pousser à maximiser le nombre de kilomètres. Il faut donc être vigilant en ce qui concerne la survenance d'effets pervers. A Oslo par exemple, de plus en plus d'employeurs paient l'abonnement au péage à leurs salariés. D'autre part, depuis deux ans, on a pas constaté de réel transfert modal vers les TC suite à l'instauration du péage urbain d'Oslo.

A propos de la logique de complémentarité que nous avons évoquée, le risque n'est pas négligeable, que des transferts trop visibles des recettes du péage vers les TC soient mis en péril par des réactions d'opposition violentes de la part des automobilistes (et ces recettes vont finalement à l'extension du réseau routier...).

En France, Francis Papon⁵⁶ propose de ne pas tarifer les voies existantes mais de créer à côté un "nouveau réseau de voies rapides, avec péage, permettant de réguler la demande". Une telle évolution présente cependant le risque d'accentuer la congestion aux entrées et aux sorties de ces réseaux à péages, ne résolvant en rien le problème : c'est ainsi le phénomène qui a été observé à Marseille à l'ouverture du tunnel autoroutier à péage du Pardo. Le seul réseau à péage qui serait sans effets secondaires pervers sur les réseaux de surface serait un réseau à péage complètement indépendant des réseaux de surface, et relié uniquement à des parking qui lui seraient propres.

Un autre effet pervers peut être plus considérable encore, est le risque d'entrer dans un engrenage lourd de conséquences sur l'avenir : le choix du péage sur le système autoroutier français s'est justifié à l'origine par la nécessité de rattraper le niveau d'équipement de nos voisins

55 DAMPIERE J.

56 PAPON F. "Les "Routes de Première Classe": un péage urbain choisi par l'usager", Colloque "La Régulation des Déplacements Urbains par leur Prix", 4èmes Entretiens du Centre Jacques Cartier, Lyon LET, du 4 au 6 décembre 1991, 19 p.

européens. Il se justifie aujourd'hui par les possibilités de tarification de régulation qu'il permet pour les trafics à longue distance ; enfin, il donne accessoirement à la SNCF un avantage certain sur les relations où le rail est en concurrence avec l'autoroute. Cependant, ce système a conduit à la constitution d'une structure ADF, Autoroutes De France, qui s'autonomise et acquiert peu à peu sa propre rationalité qui est d'aller vers un réseau autoroutier toujours plus dense, toujours plus maillé. Lorsque l'étendue des schémas directeurs dépend plus de la situation financière d'ADF que d'une volonté politique de l'Etat, on peut se poser quelques questions : c'est ce que n'a pas manqué de faire la Cour des Comptes.

Pour un projet d'infrastructures urbaine à péage, voire pour un projet plus ambitieux de réseau, tel que le projet MUSE, ce risque d'entrer dans une logique de sociétés d'autoroutes souterraines urbaines qui se développeraient suivant leur propre rationalité n'est pas parmi les moindres. Un moyen d'éviter cette dérive pourrait être de laisser la concession de l'ouvrage... à l'entreprise exploitante des transports collectifs. On retrouve la logique de système de complémentarité et de transferts présentée précédemment. (De la même manière, il serait d'une grande sagesse de la part de l'Etat de laisser la concession de l'infrastructure de l'autoroute ferroviaire à ADF...)

3.1.c) Applications

SINGAPOUR⁵⁷

L'objectif de la politique de ce pays est de *"maintenir la fluidité du trafic pour les déplacements de personnes et de marchandises dans le cadre d'une contrainte d'espace rare"*. Toute politique mise en place devra également ne pas nuire au dynamisme économique de la ville-Etat. Les autorités de Singapour ont décidé d'adopter une démarche globale en quatre points majeurs.

- Définir une politique de transport en liaison avec la planification urbaine afin de réduire les besoins en déplacement.
- Gérer un réseau routier performant.
- Restreindre l'usage et l'acquisition de la voiture.
- Développer les transports publics.

Singapour est un cas à part car il s'agit d'un pays neuf qui peut parfaitement maîtriser son urbanisme et ses transports. Il n'a pas à tenir compte d'un tissu architectural passé. Le même organisme (le HDB) a d'ailleurs en charge la politique d'habitat, la planification et le développement urbain. Il construit les logements dans lesquels habitent 87% de la population. Une telle spécificité facilite à l'évidence la parfaite adéquation entre les politiques d'urbanisme et de transport.

Les "villes nouvelles", à Singapour, sont pensées et réalisées de sorte à limiter les déplacements. Ainsi, dans les zones d'habitat, des emplois, des commerces et des activités de loisirs sont également implantés. En outre, les réseaux TC et routiers desservent parfaitement les zones agglomérées. En fait, les conditions sont remplies pour limiter aux maximum les risques de congestion.

57 AUZANNET P., BAYE E., DAMPIERRE J., *"Le système de transport à Singapour"*, Union des transports publics, CETUR, décembre 92, 53p.

Les voies express constituent l'ossature du réseau routier. L'objectif de ces infrastructures (souvent à deux fois trois voies) est de connecter entre elles toutes les zones d'activités. Pour éviter de dégrader l'environnement et la qualité de la vie, le gouvernement a, surtout en centre-ville, opté généralement pour des voies souterraines payantes. Singapour gère ses infrastructures routières de manière optimale grâce à un système informatisé du suivi du trafic et de gestion des feux. L'ensemble des infrastructures routières constitue un véritable réseau.

Singapour utilise un mélange de mesures réglementaires et de mesures tarifaires dont le péage urbain. Ainsi, une multitude de sens uniques caractérise ce réseau. En outre, il est interdit de stationner le long des routes principales. Seuls les routes secondaires et les parkings permettent de stationner. Le prix du stationnement est plus élevé en centre-ville que partout ailleurs. De plus, le système tarifaire tend à dissuader le stationnement long. Des mesures de restriction à la fois à l'achat et à l'usage frappent le véhicule particulier (le système de restriction à l'achat est détaillé Chapitre 3-II-A-2). Enfin, un péage urbain fonctionne depuis 1975 dans le but de réduire les encombrements dans le centre d'affaires. Le principe est de faire payer l'automobiliste dans le temps (heures de pointes) et dans les lieux (centre-ville, centre des affaires...) où l'usage de la voiture est le plus générateur de congestion. L'accès à la zone restreinte est délimitée par 27 "portiques" situés dans les rues menant au centre. Les tranches horaires d'application des restrictions ont d'abord été 7 heures 30-10 heures 15, du lundi au samedi, puis, en 1989, de 16 heures 30 à 18 heures 30, du lundi au vendredi. Pour pénétrer à ces heures dans la zone restreinte, les automobilistes doivent apposer une vignette sur leur pare-brise (qui s'achète pour une journée ou pour un mois). Seuls les ambulances, les pompiers, la police, les TC en sont exemptés.

Les résultats obtenus suite à l'application de l'ensemble de ces mesures sont une amélioration de la circulation globale avec une vitesse moyenne de 35 km/h (11 km/h dans le même temps à Paris), une diminution notable du volume du trafic de transit dans la ville et des changements dans la répartition modale au profit des transports collectifs.

Sur bien des points, la situation de Singapour est particulière. Il s'agit d'une politique en faveur des TC couplée avec une politique d'habitat collectif favorisant la concentration humaine et donc les pôles générateurs et attractifs de déplacements. La ville-Etat ne rencontre pas les mêmes problèmes que les métropoles occidentales (périurbanisation, habitat diffus, tissu architectural hérité du passé...). Le système de Singapour s'apparente plutôt à *"un modèle vers lequel peuvent tendre les autres villes mais en tenant compte de leurs spécificités propres"* 58. L'exemple est cependant bien la preuve que mesures tarifaires et réglementaires peuvent être associées dans le combat contre la congestion et les déséconomies externes de la circulation VP en ville.

UN EXEMPLE FRANCAIS D'INTEGRATION D'UN PEAGE URBAIN AU PLAN DE DEPLACEMENTS

URBAINS: MARSEILLE

Déjà en 1975, la ville avait étudié la possibilité d'un plan de déplacement urbain pour faciliter la circulation et désengorger l'hypercentre. Ce plan prévoyait des "boucles de circulation", la création de zones piétonnes et d'accorder une très grande priorité aux transports collectifs. Il n'a à l'époque pas été adopté. Aujourd'hui l'OCOTRAN (Office de Coordination des Transports, de la circulation et du stationnement) le remet à l'ordre du jour. Aménagé pour tenir

compte de l'évolution qu'a subie la ville depuis 1975, ce PDU va finalement voir le jour. Il contient des objectifs précis.

- Effectuer un report de l'ordre de 20 à 30% des déplacements à destination de l'hypercentre vers les transports publics.
- Créer deux rocades de contournement du centre-ville.
- Etendre le réseau de rues et des zones piétonnes en créant notamment des liaisons entre les principaux espaces piétonniers de la ville.
- Développer les parcs d'échange.
- Améliorer le service de transports en commun:
 - * en augmentant la vitesse commerciale des bus de 12 à 18 km/h et en créant des couloirs réservés,
 - * en menant à bien le projet TCSP baptisé "TCSP 2000" qui prévoit le développement du réseau de métro et la création de plusieurs lignes de tramway,
 - * en augmentant la desserte de transports en commun qui devra être pensée en concertation avec les opérations d'urbanisme.

Ce plan de déplacement urbain prévoit également l'ouverture d'un péage urbain d'ici la fin 1993. Ce sera une première française en la matière. Ce péage se limitera à une seule infrastructure. Il s'agira d'une liaison souterraine. La ville de Marseille a totalement concédé l'ouvrage. L'utilisateur acquittera un péage de 11 francs par trajet mais avec des tarifs dégressifs selon l'heure de passage ainsi que des possibilités d'abonnement. Le but principal de cette opération est d'améliorer les conditions de circulation dans le centre-ville en évacuant entre autre une bonne part du trafic de transit. Effectivement, l'ouverture du tunnel à péage s'est traduite par un décongestionnement des rues du centre ville, mais aussi par un congestionnement des voiries autoroutes à ses extrémités : globalement, on peut considérer que la collectivité a gagné de ce report de la congestion des voiries urbaines, vers les voiries autoroutières de dégagement. Cependant, notons qu'en matière de nouvelle infrastructure urbaine à péage, on ne supprime pas la congestion, mais on ne fait que la reporter aux extrémités de l'ouvrage.

3.1.R) Principe, limites et applications du péage urbain : résumé

Le principe d'un péage urbain tarifé au coût marginal consiste d'une part à faire ressentir à l'utilisateur VP les nuisances qu'il occasionne dans un espace rare, et d'autre part à dégager des surplus qui peuvent être affectés aux transports publics. Les limites auxquelles se heurte ce principe de tarification a priori très séduisant sont nombreuses : -une première limite est le risque de faire payer l'utilisateur deux fois (temps perdu plus péage), si le péage ne supprime pas la congestion ; -une seconde limite est sociale, dans la mesure où le péage urbain pénalise les classes moyennes (au bénéfice des classes les plus favorisées certes, mais aussi des classes les plus défavorisées, captives des TC et qui peuvent profiter de leur amélioration) ; -pour un projet d'infrastructure urbaine à péage (tunnel du PRADO...), on constate vite que la congestion n'est pas supprimée, mais reportée aux extrémités de l'ouvrage ; -le risque n'est pas négligeable, que des transferts trop visibles des recettes du péage vers les TC soient mis en péril par des réactions d'opposition violentes de la part des automobilistes (et ces recettes vont finalement à l'extinction

du réseau routier...); -enfin, pour un projet de réseau d'infrastructures à péage (MUSE...), le risque est de voir se créer une institution qui s'autonomise du pouvoir politique et dont la rationalité propre est d'étendre son réseau d'infrastructures, plus que de subventionner les TC. Si l'on se plaçait dans la logique de complémentarité présentée dans cette étude, seule la concession d'un ouvrage à péage (tunnel, parking) à l'autorité responsable de l'ensemble du système de transport pourrait garantir les transferts du péage vers les TC, et éviter de telles dérives.

En définitive, le principe du péage urbain est une solution qui peut être appliquée avec précautions à quelques ouvrages spécifiques, mais du fait de ses limites, il ne peut constituer un moyen global d'internalisation.

Cependant, pour ce qui concerne les projets d'autoroutes de dégagement aux entrées des villes (BUS, A45 à Lyon, A15 à Paris, A35 à Strasbourg...), la loi sur les concessions autoroutières interdisant le péage ne semble plus adaptée à la situation actuelle : il nous paraît évident que poursuivre la réalisation de pénétrantes urbaines gratuites est contraire à une logique d'internalisation, puisque cela ne fait qu'aggraver l'érosion des parts modales et la crise de financement des transports collectifs.

3.2. Les mesures réglementaires de restriction du trafic

3.2.a) principe des mesures réglementaires

Il semble politiquement plus facile d'interdire la circulation que de la tarifier. d'où la multiplication des expériences de restriction de la circulation dans les centres villes. Par rapport au péage urbain, les mesures réglementaires présentées ne peuvent consister en un transfert monétaire direct. Ces restrictions peuvent être en fait interprétées comme des "pénalisations temporelles", dans la mesure où elles compliquent certains déplacements VP et conduisent à rallonger les temps de déplacement.

Nous avons vu que l'équilibre budgétaire d'un système de transport dont chaque mode est tarifé à son coût marginal peut s'approcher de "optimum social" si le "surplus du producteur" VP couvre les déficits TC. Cependant, dès lors que nous abandonnons le principe de péage urbain, nous ne pouvons plus envisager de tarification au coût marginal pour la VP. Le "surplus du producteur" VP est alors irrécupérable. Les mesures réglementaires, en pénalisant certains trafics sur certains créneaux de déplacement vont permettre un transfert indirect caché vers les TC.

Prenons par exemple des déplacements de Lyon-Presqu'île vers Givors. Si la municipalité de Lyon met en place un plan de circulation ou de stationnement qui occasionne une perte de temps de 5 mn, pour ce type de déplacements, l'arbitrage prix-temps entre la route et le rail va se déplacer en faveur du rail et faire gagner au transport collectif quelques points de part modale. Il n'y aura pas eu transfert direct, mais variation en faveur des TC du rapport des coûts généralisés des deux modes de transport.

Concrètement, cela revient à remplacer une recette d'un péage VP que l'on transfère sur les TC par une pénalisation en terme de temps. Remarquons que si l'on garde un double objectif d'équilibre budgétaire et de proximité d'un "optimum social", cela conduit à tarifier les TC à l'équilibre budgétaire, et à pénaliser la VP en fonction de la part modale escomptée correspondant à l'optimum social". Cette pénalisation peut être importante, et l'on pourra objecter que pour les usagers VP qui restent, elle conduit à la production de temps perdu "pour rien". Nous allons montrer que la production de ce temps perdu peut être collectivement bénéfique, et qu'elle consiste finalement en un transfert de ces usagers VP restant sur le reste de la collectivité.

Pour cela, il suffit de décomposer les déplacements VP centre-périphérie en deux catégories :

- une première catégorie de "captifs" (pas d'offre TC alternative performante) ;
- une seconde catégorie de "non captifs" (une offre TC alternative performante).

Cette décomposition nous permet de voir de suite qu'une "pénalisation temporelle" forte de la seconde catégorie de déplacements va avoir pour conséquence :

- un report important vers les TC dans la seconde catégorie, améliorant ainsi les taux de remplissage et la couverture d'exploitation de l'offre TC ;
- une décongestion des voiries dans le centre profitant à la première catégorie, et plus largement à l'ensemble de la collectivité.

Une seconde objection concernant les mesures réglementaires consiste à leur reprocher de s'écarter, par leur rigidité, de la logique décentralisée de marché. Montrons qu'il n'en est pas toujours ainsi : supposons qu'un maire d'une grande ville de province refuse de participer au financement de l'élargissement d'une autoroute de dégagement de cette ville, et par cela bloque le projet d'élargissement. Cela conduit à maintenir un état de saturation de l'autoroute aux heures de pointes du matin et du soir : voilà un maire bien peu soucieux des principes d'ingénierie du trafic et de perte sociale due au temps perdu dans les bouchons !

Et pourtant, ce maire est beaucoup plus subtil qu'on le croit, puisque le blocage dont il est à l'origine, peut être considéré comme une mesure réglementaire de dissuasion d'entrée dans la ville. Par ailleurs il est intéressant de noter que cette mesure, qui consiste en une "pénalisation temporelle", colle bien mieux que ne l'aurait fait un péage aux principes de la tarification au coût marginal : aux heures où les voiries urbaines sont congestionnées et où les coûts sociaux de circulations sont maximums, la limitation de l'autoroute à 2 voies réduira les appels de trafics supplémentaires ; aux heures creuses où ces coûts sociaux sont considérablement réduits, la largeur de l'autoroute n'aura aucune importance. Moralité : méfions nous des apparences...

Nous présenterons par la suite quelques expériences de restriction de la circulation. Nous identifierons à chaque fois les raisons de la mise en place d'une mesure, ses conditions d'opérationnalité, les résultats que l'on est en droit d'en attendre et, lorsque ce sera possible, les résultats observés. Nous verrons ainsi à quel point certaines mesures réglementaires ont permis ou pourront permettre d'agir sur le niveau de la congestion et, au-delà, sur les autres externalités de la circulation motorisée en ville.

3.2.b) Agir lors de l'utilisation du véhicule en milieu urbain

L'EMPLOI DE MESURES DE RESTRICTION DE L'ACHAT DE LA VP A SINGAPOUR

Comme annoncé en début de chapitre, nous allons d'abord nous intéresser au type de mesures réglementaires concernant la voiture que l'on peut appliquer. Avant de considérer l'usage de la VP proprement dit, voyons les actions que l'on peut mener en terme de restriction d'achat de la VP : nous reprendrons l'exemple de Singapour.

Le gouvernement de Singapour a mis en place une politique de régulation de la demande des déplacements comprenant, entre autre, un volet restriction à l'achat de la VP. C'est en fait un mélange de mesures réglementaires et de taxes qui est appliqué.

- Singapour ne possédant pas d'industrie automobile, il a pu imposer toute une panoplie de taxes à l'achat de l'automobile qui viennent grever sa valeur marchande:

- * une taxe d'importation (environ égale à 45% de l'Open Market Value (OMV)),
- * des droits d'enregistrement de 1 000 dollars de Singapour,
- des droits additionnels (environ égaux à une fois et demie l'OMV).

- Il est possible de baisser les droits d'enregistrement additionnels si la voiture est remplacée avant dix ans (cela évite que de vieux modèles, plus polluants, ne circulent en trop grand nombre). La condition est que le véhicule doit être mis à la "casse" ou exporté!

- En 1990, le gouvernement a mis en place un système de quotas pour l'enregistrement des véhicules. Le gouvernement fixe mensuellement le nombre de voitures qui pourront être immatriculées. Les personnes désirant acquérir un véhicule effectuent une proposition financière. Les plus élevées, dans la limite du quota, seront retenues mais, le prix réel à payer est celui de la proposition la plus basse retenue.

- Pour répondre à un désir croissant de possession d'une automobile de la population, le gouvernement a instauré un système de "voiture-week-end" depuis le 1^{er} mai 1991. Elle ne peut être utilisée qu'en fin de semaine et en dehors de heures de pointe.

Il nous a semblé intéressant de signaler ce qui se pratique delà notre continent européen. Toutefois, de telles mesures ne sont guère applicables en l'état en France. En effet, Singapour ne possède pas d'industrie automobile. En France, une telle politique aurait des conséquences économiques et sociales trop importantes.

En outre, il s'agit d'une toute autre mentalité, d'une autre culture que celle de nos pays d'Europe occidentale. Ce type de mesures, dans notre société, aurait immédiatement une connotation d'atteinte aux libertés fondamentales des individus.

NE LIMITER LA CIRCULATION AUTOMOBILE QUE LA OU EST OBSERVE LE PLUS DE NUISANCES

Dans nos nations occidentales, la mobilité est une mobilité VP et les lois définissent la liberté de se déplacer et la place accordée aux différents modes. Il faudra donc prendre des mesures pour influencer le comportement des individus dans le respect des législations.

Nous venons de voir que, dans notre société européenne occidentale, il serait utopique de vouloir agir au niveau de la possession du véhicule. Cependant, il existe de nombreux moyens d'action sur son utilisation afin de la rendre plus compatible avec le milieu urbain.

Pour illustrer notre point de vue, citons Pierre Merlin (1992): *"L'intérêt est donc de limiter l'usage de la voiture simplement là (dans le centre-ville, sur les axes radiaux...) et quand elle est la plus gênante pour la collectivité. C'est un objectif limité qui concerne moins de 5% des déplacements urbains"*.

Nous constatons, à la lumière de cette phrase, la portée relative de l'action à mener. Il ne s'agit pas d'être catégorique ni absolu, mais de raisonner en termes d'optimalité et d'intérêt collectif. Les mesures dont nous traiterons ne s'adressent toujours qu'aux seuls individus qui, sur un territoire donné, à un moment donné, provoquent plus de déséconomies externes que d'économies pour la collectivité. Il ne s'agira que très rarement, dans des cas extrêmes et pour des raisons très particulières, de mesures qui atteignent indifféremment toute une population.

Ainsi, très souvent, les villes procèdent à une classification des usagers de la voirie (les migrants alternants, les clients-visiteurs...). Cette typologie est réalisée dans le but de pouvoir rationaliser la voirie. Il s'agit de ne réserver l'accès à une infrastructure, à une zone, qu'au type

d'individu qui lui apporte plus de bénéfices que de désavantages. En ce sens, les mesures réglementaires nous paraissent rechercher l'équité. D'autant plus que l'ensemble des individus appartenant à une catégorie déclarée "indésirable" dans une certaine zone pour un certain usage, est traité de la même manière. Les classes d'individus sont désignées sur le critère des externalités négatives qu'elles contribuent à produire, sans aucune discrimination particulière entre les individus à l'intérieur de chacune d'entre elles.

Souvent ce souci d'équité de ne pas pénaliser injustement une catégorie d'individus et de sauvegarder le dynamisme des zones concernées, fait, comme le déclare Pierre Merlin, que les restrictions ne concernent qu'un faible nombre d'individus. On pourrait alors douter de l'efficacité de telles mesures. En fait, le nombre d'individus touchés n'a pas réellement d'importance. La situation est en général tellement critique, qu'une variation, même faible, du volume du trafic suffit, surtout si les véhicules éliminés sont les plus néfastes.

"Près de la limite, de faibles variations suffisent à produire de grands effets" (Philippe Bovy, 1992): de même que proche de l'état de saturation une seule voiture supplémentaire peut provoquer la paralysie de la circulation, ici, quelques déplacements particulièrement nocifs en moins peuvent améliorer grandement la situation.

AGIR SUR LA CIRCULATION PAR DES INTERDICTIONS

Dans des situations aux limites, les effets des variations sont de grande ampleur. Ainsi, en centre-ville (où l'espace est le plus rare), 2% de trafic en plus équivalent à 20% d'embouteillages supplémentaires. De tels effets justifient pleinement des mesures telles que des interdictions pures et simples de circuler pour les usages les plus "nocifs".

Ce type de mesures n'est pas récent. 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 farouchement 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. Les mesures ont été pour la plupart approuvées par référendum populaire. Nous allons présenter 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. Nous le verrons par la suite, elles ne sont souvent que le premier volet d'un "paquet de mesures" qui en garanti l'efficacité.

AGIR SUR LA CIRCULATION EN CANALISANT LES FLUX

Le système de la canalisation des flux se caractérise généralement par un ensemble de sens uniques qui aboutit au cloisonnement de certains quartiers. Ceci se fait au moyen de "poches de trafic" concentriques, orientées vers l'extérieur (c'est le cas à Strasbourg dont nous détaillerons le plan de déplacements urbains ultérieurement). Le but du procédé est la plupart du temps d'évacuer le trafic de transit du centre d'une agglomération. Il s'accompagne souvent de la construction de voies de contournement.

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 nations 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 autorisés 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.

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 pas garde. Il s'agit des reports de circulation aux abords de la zone réglementée où les embouteillages se développent.

LA CIRCULATION PAR ALTERNANCE

Ce système a été expérimenté, avec plus ou moins de réussite, par de nombreuses villes. Le procédé consiste à trouver un moyen pour faire en sorte que, selon le jour de la semaine, seulement une partie des voitures n'ait le droit de 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.

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 contingerer 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 effet, en 1992, l'Italie 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.

Les résultats obtenus dans ce pays sont décevants. En effet, les autorités ont fait preuve de laxisme dans le contrôle : ces mesures finissent par être de moins en moins efficaces. Cela laisse planer un certain nombre de doutes quant à leur efficacité. On a pu constater, plus généralement,

que la multimotorisation induit un biais. De plus, ce n'est pas forcément une mesure équitable puisque les classes aisées pourront par exemple acquérir une voiture avec un numéro pair et une autre avec un numéro impair.

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 ce que l'on appelle "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.

AMENAGEMENTS DE VOIRIE POUR RESTAURER LA FONCTION LOCALE

Trop de VP entraîne le dépérissement des quartiers et la montée d'un sentiment d'insécurité. De nombreuses expériences ont fait la preuve, par contre, que des réaménagements qui redonnent la priorité à la "vie riveraine", autorisent à nouveau le développement local et peuvent induire un renouveau des quartiers (réappropriation de l'espace, réouverture des magasins...).

Dans bien des cités, on a donc entrepris des mesures allant dans le sens d'une meilleure qualité de la vie en ville. Plusieurs programmes expérimentaux ont été tentés. En Grande Bretagne, tout d'abord, où le "Urban Safety Project" est un programme de réaménagements de sécurité à un coût modéré. On estime que la généralisation d'un tel programme pourrait baisser de 5% par an le nombre d'accidents soit un gain annuel de 175 millions de livres sterling. En France, ensuite, 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

En fait, c'est un peu partout à travers l'Europe que le concept de "modération du trafic" se répand. Il consiste en une nouvelle politique des déplacements visant un meilleur équilibre entre les modes de transport. En général ce type d'action aboutit à un meilleur partage de la voirie en faveur des transports collectifs, des piétons et des vélos. Elle vise au demeurant à mieux adapter le comportement des automobilistes à l'espace urbain.

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 gérer 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.

A 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 en janvier 1980. L'article 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. par 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 en Allemagne une préoccupation majeure. Outre Rhin, les villes transforment leur centre en "plateau piéton". A Berlin par exemple, à terme, 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 comportant 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 sont à l'époque désastreuses:

- la vitesse de circulation des voitures y est particulièrement élevée puisque 15% des automobilistes roulent à plus de 60 km/h,
- 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.
- 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.

En ville, les endroits où se produisent des conflits d'usage sont légion. Ils sont source d'externalités négatives. Un exemple de lieu où ce type de conflit est particulièrement fréquent sont les abords des écoles. En effet, suivant l'heure de la journée, l'espace devant l'école va être approprié par divers individus pour des utilisations différentes. Parfois, plusieurs types d'usages de cet espace se produisent en même temps, induisant des externalités négatives. Les abords des écoles sont une illustration de lieu où le couple mesures réglementaires-aménagements de voirie peut être particulièrement efficace ⁶⁰.

Il s'agit encore une fois du problème de la rareté de l'espace en ville. Un même espace est souvent approprié par différents types d'usagers qui peuvent avoir des logiques conflictuelles. Ce phénomène tient également au statut particulier de l'espace PUBLIC. Dès lors qu'il existe une aire d'espace public en ville, la potentialité de conflits, et par voie de conséquence d'externalités, est latente. Il nous semble que les mesures réglementaires et les aménagements qui les accompagnent sont les mieux à même de tenir compte des intérêts d'un maximum d'usagers dans la résorption du conflit. Les plus contraints étant ceux qui créent le plus de déséconomies pour la

60 ARABEYRE A-M., PETIOT R-C., "Etude du flux de véhicules aux abords des écoles primaires et maternelles lyonnaises", Mémoire de Maîtrise d'Economie: Université Lumière Lyon2, 18 avril 1992. 61 p.+ annexes.

collectivité à l'instar de l'exemple suisse précédemment cité. En effet, les piétons peuvent utiliser l'espace au maximum dans les quartiers résidentiels. A charge pour les automobilistes d'adapter leur comportement de sorte à ce qu'il soit compatible avec les autres usages de l'espace public dont il est question.

D'autre part, on note que les accidents ont souvent lieu là où la voiture 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.

Il nous semble cependant que, si l'idée est bonne, l'efficacité d'une telle mesure risque de ne durer qu'un temps limité. En effet 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 "re-re-reaménagées"? 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.

De fait, il existe toute une panoplie d'outils pour aménager la voirie. Nous nous proposons de présenter rapidement les plus courants ⁶¹.

- Les chicanes sont particulièrement bien adaptées à la réduction de la vitesse de circulation en ville sur les grands axes. Le principe est de rompre ces grandes lignes droites qui permettent aux conducteurs automobiles d'accélérer.

- 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 sources 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.

- Le "gendarme couché" est le plus controversé de ces aménagements. Les conditions à son efficacité et les précautions à prendre sont très nombreuses. De plus ils sont encore dangereux et/ou inadaptés pour de nombreux modes (deux roues, bus entre autres).

AGIR SUR LA CIRCULATION PAR L'INTERMEDIAIRE DU STATIONNEMENT

Le stationnement est fatal dès lors qu'il y a déplacement. Cette phase de l'utilisation du véhicule contribue elle aussi à la production d'externalités négatives de la circulation automobile. Par exemple, en termes de consommation d'espace, pour N. Dupont, à Paris, le stationnement représente 60% de la consommation d'espace et 40% seulement sont dus à la circulation. Dans le

61 cf ouvrages de la Prévention Routière.

même ordre d'idée, Marc Delayer révèle dans son mémoire ⁶² que Barem et Kentner ont relevé que 20 à 30% de la circulation générale sont constitués de véhicules à la recherche d'une place. Cette dernière phrase nous apprend que la politique menée en matière de stationnement a toujours une influence sur la fluidité du trafic. La politique du stationnement ne peut pas être neutre vis à vis des externalités négatives dont est responsable la circulation automobile. Elle a donc une responsabilité dans l'ampleur de la congestion. *"On sait aujourd'hui que chaque nouvelle place de stationnement peut générer 5 à 10 déplacements supplémentaires. Autrement dit, plus on augmente le nombre de places de parking, plus il y aura de voitures en circulation"* (A. Chabrol, 1991)

D'autre part, il existe aussi une relation qualitative entre le type de stationnement offert et le type de déplacement induit. Afin d'avoir une gestion optimale de la circulation (contraindre les individus en fonction des externalités négatives qu'ils contribuent à produire), il nous faut maintenant saisir cet aspect qualitatif. Ainsi, lorsque nous connaissons à la fois les dimensions quantitatives et qualitatives de la relation stationnement-déplacements, nous serons mieux à même de comprendre les mesures à mettre en place et les objectifs que l'on peut leur conférer. Pierre Merlin distingue ainsi 4 types de stationnement.

- Le stationnement nocturne (celui des résidents): il faut l'encourager afin d'éviter que certains quartiers ne se vident et ne meurent.
- Le stationnement diurne (celui des migrants alternants): il faut le dissuader.
- Le stationnement temporaire (pour motifs affaires, achats, loisirs...): il faut le favoriser car il est le garant de l'activité et du dynamisme du quartier.
- Le stationnement de livraison: il faut le réglementer. D'après Pierre Merlin, *"il suffirait de faire appliquer la réglementation existante"*.

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 dit "parasitaire" (c'est à dire celui qui dure toute la journée). Souvent, dans nos 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 dit "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,
- de favoriser le stationnement de courte durée,
- de gérer le stationnement des résidents dont il faut éviter l'émigration.

62 DELAYER M., *"Les variables de commande du système de transports urbains: première approche générale des différentes actions"*, Mémoire de DEA d'Economie des Transports: Université Lumière Lyon II-ENTPE, 1986. 155 p.+ annexes.

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 parcage proche du lieu de travail.

Nous avons présenté les liens à la fois quantitatifs et qualitatifs existants entre les déplacements et le stationnement. Il est alors clair qu'une gestion adéquate du stationnement est un puissant moyen de lutte contre les déséconomies externes de la circulation urbaine et par conséquent contre la congestion. Voyons donc quelques exemples de mesures visant à dissuader le stationnement "parasitaire", favoriser le stationnement "opérationnel" et répondre à la demande des résidents

Dans un premier temps, nous allons reprendre la classification des actions sur le stationnement que propose Marc Delayer ⁶³. Nous commenterons cette typologie et tenterons d'illustrer chacune des mesures par des exemples concrets d'applications dont nous avons eu connaissance.

Nous retenons 4 formes d'actions sur le stationnement.

-1/ Limitation physique de l'offre en centre-ville: 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".

A Londres, par exemple, l'ouverture des parkings a lieu après 10 heures. Il faut cependant être prudent avec ce type de mesures qui ne concerne 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 "glissent" pas de la même manière que l'heure d'ouverture des parkings. Sinon, l'efficacité des mesures risque fort d'être remise en cause.

On peut également limiter l'offre de stationnement offert 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, les employeurs sont sous joug d'une interdiction d'engager au-delà d'un certain quota des salariés venant au travail en voiture. Ils doivent également limiter le nombre de places de stationnement réservé à leurs employés.

Plus restrictif encore, en Suisse, le permis de construire ne s'obtient qu'à la condition formelle de ne prévoir aucune place de parking en centre-ville. En France par contre l'article 12 du POS (Plan d'Occupation des Sols) stipule l'obligation de prévoir des places de parking dans une opération de construction de bureaux ⁶⁴.

63 Ibid.

64 CETUR, CETE de Lyon, CERDAM-GENEST, "Le stationnement privé au lieu de travail facteur d'évolution de la mobilité et de structure urbaine", mai 1991, 147 p.+ annexes.

-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. La cité 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: il sont liés à une activité spécifique d'un lieu et sont proches des points d'interconnexion avec les transports en commun.

Nous pouvons 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 ouvrage ne deviennent pas des "aspirateurs à voitures", cette politique devra être impérativement suivie d'une limitation drastique du stationnement en surface. 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 pour que nous puissions lui accorder une certaine crédibilité en ce qui concerne la réduction de la circulation automobile. 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. Il s'agit donc d'être extrêmement prudent.

-3/ La politique de tarification du stationnement. Bien que les mesures tarifaires ne soient pas notre sujet, il est intéressant de les présenter car elles peuvent avoir un rôle complémentaire des mesures réglementaires et sont souvent utilisées par les autorités dirigeantes des villes dans cette optique. L'objectif assigné à la tarification est de dissuader l'usage de la VP et de structurer le stationnement.

On peut soulever, pour relativiser ce type de stratégie, la faiblesse de l'élasticité prix-utilisation de la VP. Par ailleurs, il est primordial de bien choisir les lieux dans lesquels ce type de mesures va être appliqué car elle augmente le taux de rotation des véhicules. A Paris, par exemple, le stationnement payant généralisé a provoqué la hausse de la rotation des véhicules et donc globalement une augmentation de la circulation dans la ville.

Néanmoins, les actifs, catégorie à contraindre en premier lieu, est particulièrement sensible au stationnement payant. Pour ce type de déplacement, le stationnement payant peut effectivement s'avérer efficace. Dans cette optique, la ville de Zurich a adopté de telles mesures afin de dissuader le stationnement pour motif travail dans certaines zones. Notons à titre

d'information, pour couper court aux polémiques que la tarification défavorable au stationnement des pendulaires n'a pas nuit à la vitalité économique et commerciale de la cité.

-4/ La politique du stationnement dissuasif: il s'agit concrètement des "parcs de dissuasion" 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.

LES PLANS DE CIRCULATION VP

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 peut situer deux niveaux dans les plans de circulation ⁶⁵:

- 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.

La plupart du temps, les villes confèrent à leur plan de circulation à la fois des objectifs quantitatifs et de objectifs qualitatifs. Très souvent, les instances dirigeantes 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. Nous détaillerons dans un premier temps la stratégie adoptée par la ville de Milan en matière de plan de circulation, puis, nous présenterons des exemples d'agglomérations où le principe de la hiérarchisation des rues est mis en place. Nous décrirons alors les cas de Paris ("Axes Rouges") et de Genève.

MILAN

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

⁶⁵ Ibid.

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 milanaïses 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

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. (sur 400 km. au total) de rues,

- 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 à toutefois été modulée selon les voies et selon les heures. On distingue trois types de voies:

- les rues sans commerce: 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 où 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 suivant ⁶⁶:

- 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.

GENEVE

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.

-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 (Cf. TABLEAU N°7: Répartition modale TC/VP en % selon le type de trajet pour les villes de Berne, Zurich, Lyon, Grenoble, Oslo). Nous l'aurons compris, l'existence ou l'absence de possibilité de stationnement exerce une influence certaine sur le partage modal.

-2/ Le détournement du trafic de transit.

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

-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" (Sabine Poudéroux, 1992). 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 déplacement urbain 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:

-1/ La canalisation des flux de transit.

-2/ 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. Elles seront appliquées lors de la traversé 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 professionnel ou les cyclistes.

* le réseau de quartier, où la modération du trafic sera appliquée, assurera les déplacements à l'intérieur des secteurs.

-3/ 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 leurs 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.

3.2.c) Assurer l'efficacité des mesures réglementaires

Dans le domaine qui nous intéresse, le transport urbain, les autorités organisatrices sont garantes de l'intérêt collectif. C'est donc bien à l'Etat et, ou, aux collectivités territoriales d'intervenir dans le cas où la somme des intérêts individuels ne conduit pas à l'intérêt collectif.

"... nous sommes ici au coeur de l'action collective qu'incarne l'Etat dans une société démocratique. Que chacun continue de prendre sa voiture, c'est l'embouteillage assuré; bien sûr il suffirait que chacun utilise les transports publics pour que tout aille mieux... mais que les autres commencent! L'organisation des circulations, c'est à dire l'arbitrage entre les besoins de déplacement et les moyens disponibles, relève donc bien, au plus haut degré, du débat politique et de l'action des pouvoirs publics." (Office des Transports et de la Circulation, "Circulation 2000 - la conception globale de la circulation à Genève", Genève, Août 1992).

C'est au nom de cette conception que les autorités de nombreuses villes ont pris des mesures qui s'imposaient. Cependant, le rôle du garant de l'intérêt collectif ne s'arrête pas là. Il doit veiller à l'efficacité des dispositions et notamment à ce que les individus modifient leur comportement dans le bon sens et ne se comportent pas comme des "passagers clandestins". Or, nous venons de le voir, cela ne va pas de soi.

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 d'attirer l'attention des individus, de leur faire prendre conscience que leur attitude n'est jamais sans conséquence 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...

LE CONTROLE

La "peur du gendarme" demeure souvent ce qui permet, en dernier lieu, de s'assurer du respect de la réglementation. Généralement, les mesures réglementaires s'accompagnent d'un accroissement du dispositif de contrôle dans la zone concernée. A Lyon, par exemple, pour que le plan de circulation soit appliqué, les dirigeants ont décidé d'augmenter de 50% les effectifs de la Police Municipale et de procéder à une privatisation de la 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.

L'EFFICACITE DE LA GESTION DE LA CIRCULATION

Les améliorations techniques et les possibilités informatiques permettent entre autre de réguler les feux selon les modes de transport. On peut également informer en temps réel les automobilistes d'un embouteillage et leur proposer un itinéraire de délestage. Nous allons présenter 3 villes qui possèdent chacune un système particulier qui les aide à gérer au mieux le trafic.

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 télévisions 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. Si d'aventure il arrive que l'ordinateur ne peut résoudre à lui seul le problème, une équipe d'ingénieurs est toujours prête à intervenir.

CONCLUSION

Notre présentation des mesures réglementaire nous a permis d'observer que "la ville sans voiture n'est pas le négatif photographique de la ville avec voiture" ⁶⁷. Son utilisation reste en dehors de certaines parties "significatives" de la ville (là où elle provoque plus de déséconomies que d'économies externes) et limitée à certains usages (ceux pour lesquels elle est effectivement la mieux adaptée). N'oublions pas que la voiture demeure ainsi un des "piliers de la mobilité". Il ne s'agit en aucun cas de nier ses avantages certains en de nombreuses occasions.

3.2.R) Les mesures réglementaires de restriction du trafic : résumé

Il semble politiquement plus facile d'interdire la circulation que de la tarifer, d'où la multiplication des expériences de restriction de la circulation dans les centres villes. Par rapport au péage urbain, l'internalisation par les mesures réglementaires présentées ne peut consister en un transfert monétaire direct. Cependant, ces mesures, en pénalisant certains usagers VP, ceux qui occasionnent le plus de nuisances, ou ceux ayant l'alternative d'une offre TC performante, vont tout de même permettre un transfert indirect plus ou moins caché de ces usagers vers le reste de la collectivité. Ce type de mesures plutôt rigides, s'écarte *a priori* des principes de tarification au coût marginal ; cependant, il est intéressant d'observer *a posteriori* comment des limitations de capacités d'une pénétrante urbaine peuvent coller bien mieux que ne l'aurait fait un péage à ces principes de tarification : aux heures de pointe l'effet de dissuasion est maximum, et aux heures creuses cet effet est nul ! Notons que les mesures de restriction adoptées avec un certain succès par de nombreuses agglomérations, qui d'une certaine manière sont des atteintes à la liberté individuelle, impliquent nécessairement en contre partie un réseau de transport public capable de répondre à une demande supérieure et représentant une alternative satisfaisante.

67 CIUFFINI F.M., DI EUGENIO A., "Etude pour la ville sans voiture", Communication lors de la 6^{ème} Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports: Lyon, du 29 juin au 3 juillet 1992. 12 p.

4. L'internalisation en pratique : Plans de déplacements urbains et stratégie de transport intégrée

En suivant la logique de cette deuxième partie, nous verrons comment les mesures tarifaires et réglementaires peuvent être intégrées dans le cadre d'une politique globale des transports. Nous commencerons par la présentation d'instruments de coordinations existants, les plans de déplacement urbain. Par la suite, nous nous pencherons sur le cas spécifique des transports ferroviaires péri-urbains en montrant comment la SNCF pourrait initier l'internalisation des coûts externes des transports urbains en poussant la collectivité vers une logique de complémentarité.

4.1. Les plans de déplacements urbains (PDU), un pas vers une approche intégrée

Historiquement, les modes ont été traités de façon sectorisée. Cette démarche a été la source d'erreurs et de non sens, illustrées à l'aide de notre petit modèle. En effet, les politiques sectorisées ne peuvent conduire qu'à des contradictions. Ainsi, on peut observer simultanément des politiques de stationnement et des politiques TC dont les objectifs étaient incompatibles. De même, fréquemment, les réflexions menées sur le schéma des infrastructures routières et, par ailleurs, sur les transports collectifs sont disjointes ce qui est une aberration. Il faut donc rechercher une organisation rationnelle qui associe les deux sous-systèmes TC et VP auxquels nous rajoutons les sous-systèmes MAP, deux roues et celui de l'urbanisme. Il nous paraît fondamental de gérer l'ensemble de ces aspects de façon non disjointe.

A titre d'exemple, on peut signaler les dispositions prises par les Pays-Bas qui nous paraissent résumer parfaitement le rôle que doivent avoir des mesures réglementaires. Ce pays a pour philosophie d'opter pour une société durable. Il a donc fallu que les autorités fassent un CHOIX en matière de transport pour favoriser des modes qui *"ne risquent pas de déplacer les problèmes vers les générations futures"* ⁶⁸. Cette option passe forcément par une diminution de la croissance de la circulation automobile: *"au lieu d'augmenter spontanément de 70% (avec une politique non modifiée), la croissance devra être réduite à environ 35%"*. Remarquons qu'il ne s'agit en aucun cas de supprimer l'automobile, mais de rééquilibrer la balance en faveur de modes plus compatibles avec le milieu urbain dans l'intérêt collectif. La circulation automobile "INUTILE" sera évacuée des centres. La voiture restera donc concentrée sur un certain nombre de grandes artères aménagées en conséquence. En définitive, la voiture aura "droit de cité" seulement là où ni les transports collectifs, ni la marche à pied ou le vélo n'offrent de possibilité satisfaisante.

Mais une réflexion prospective intégrée implique un certain nombre de conditions, parmi lesquelles nous évoquerons celles qui nous paraissent les plus fondamentales.

4.1.a) reprendre en compte l'urbanisme

Il est illusoire de prétendre traiter de la question des déplacements urbains indépendamment de l'urbanisme. Christian Gerondeau ⁶⁹ fait une distinction entre les pays où la collectivité, au

68 Ibid.

69 GERONDEAU

travers de l'Etat, s'est appropriée le sol et, au moyen d'une réglementation pesante, l'a soustrait aux lois du marché, et les pays où le régime du sol est libéral.

- Dans le premier groupe de pays, un "urbanisme contraignant" a été développé. Les dirigeants ont imposé un type d'habitat à forte densité proche des dessertes TC. Dans ce cas de figure, les transports ne sont qu'un élément du plan de développement de l'agglomération. Les axes de transport sont alors réalisés en liaison avec les localisations de l'habitat, de l'industrie...

- Dans les pays ayant adopté un régime libéral du sol, c'est la présence (ou l'absence) de réseaux de transport qui a induit et façonné l'urbanisme.

Généralement, les pays d'Europe Occidentale n'ont pas adopté tel quel l'un ou l'autre des systèmes. Ainsi, la France se situe globalement dans la seconde optique bien que l'urbanisme demeure réglementé et soumis à des lois ou des procédures qui font que ce n'est pas toujours le marché qui régule le système. L'Etat ou les collectivités territoriales peuvent par exemple intervenir au moyen des ZAC (Zones d'Aménagement Concerté).

Nous retiendrons de ce qui précède que l'urbanisme et le système de transport sont étroitement liés et qu'il convient de ne pas les déconnecter lors de la prise de décisions au risque de perdre une partie de l'information et donc de ne plus être efficace. Le développement de l'agglomération, l'organisation sociale des espaces et des quartiers et les déplacements urbains (tous modes confondus) doivent être pensés en coordination. Il faut donc appréhender dans cette gestion globale les localisations actuelles mais aussi futures de l'habitat, des zones d'activités, des équipements culturels, administratifs, scolaires... A Gutemberg (Pays-Bas) par exemple, les autorités s'efforcent d'avoir une ville "compacte". Les supermarchés sont interdits en périphérie. Prochainement, la ville interdira la construction de bureaux s'il n'y a pas de desserte TC à proximité.

Le souci d'associer l'urbanisme et la politique des déplacements urbains transparait également dans la stratégie de Berlin. De fait, un des axes de la planification des déplacements urbains de cette ville a pour objectif de réduire les besoins en déplacement. Il vise à rapprocher les zones d'emplois, de loisir et d'habitat.

Sans juger de la qualité de ces différentes politiques, nous constatons que des mesures réglementaires peuvent permettre d'atténuer les externalités négatives de la circulation sans demander aux individus de renoncer massivement à l'habitat pavillonnaire, en permettant à ceux qui souhaitent résider en ville d'y trouver une bonne qualité de vie. Enfin, il nous paraît fondamental de considérer conjointement les flux de déplacement induits par un espace donné et l'usage social de cet espace.

4.1.b) Coordonner les différents acteurs

La coordination des différents acteurs est le dernier point dont il faut s'assurer pour obtenir une certaine efficacité des mesures adoptées. En effet, une des entraves majeures à une politique globale intégrée des différents éléments du système des transports urbains est la diversité des acteurs concernés. Il faut donc impérativement s'assurer de la cohérence des actions menées par les autorités et les acteurs compétents: Communes, Conseil Général, Direction Départementale de l'Équipement (DDE), réseau TC, services de police, taxis, promoteurs immobiliers, industriels... Tous ces acteurs ont des logiques différentes en matière de transport et d'aménagement. Sans planification globale assurant leur coordination, la rencontre de leurs différentes stratégies risque d'être source d'externalités négatives pour la société. Il est donc pertinent de se doter d'une planification globale qui intègre le système des transports urbains au sens large.

4.1.c) Les PDU en France

En France, l'outil de la planification à moyen terme est le PDU. Il a été initié par l'article 28 de la LOTI. Cet article stipule que le PDU "*est élaboré sur tout ou partie du territoire compris à l'intérieur d'un périmètre de transports urbains par l'autorité compétente pour l'organisation de ce transport après avis du ou des Conseils Municipaux concernés. Le Plan de Déplacements Urbains définit les principes généraux de l'organisation des transports, de la circulation et du stationnement dans le périmètre des transports urbains. Il a comme objectif l'organisation rationnelle de la circulation automobile et assure la bonne insertion des piétons, des véhicules à deux roues et des transports collectifs. Il est soumis à une enquête publique.*"

La LOTI confère deux objectifs principaux aux PDU.

- "Intégrer tous les facteurs liés aux déplacements dans l'agglomération en les reliant à l'ensemble des problèmes de la vie et des développements urbains et en permettant notamment une meilleure utilisation de l'espace et de l'environnement;
- Concourir à la nécessaire promotion des transports collectifs grâce à une meilleure utilisation de l'espace et de l'environnement".

Concrètement, le PDU doit:

- appréhender la spécificité de chacun des territoires de la ville (centre-ville, banlieues, zones d'activités...) et évoluer en même temps qu'eux,
- assurer la coordination des différents acteurs,
- assurer la sécurité des déplacements,
- essayer de concilier au mieux intérêts individuels et intérêt collectif sachant qu'en transport, la "Main Invisible" d'Adam Smith ne fonctionne pas,
- contribuer à la réduction de la congestion,
- accompagner le schéma directeur d'une agglomération de sorte à ce qu'il fonctionne de concert dans le but de réduire les déplacements nocifs.

Les orientations du PDU s'inscrivent parfaitement dans ce que nous attendons des mesures réglementaires. Cependant, il n'est qu'un document d'orientation. En outre, il s'inscrit dans le cadre de la LOTI qui spécifie le droit de se déplacer et la liberté d'en choisir le mode. Il s'agit donc de favoriser les TC, certes, mais sans en imposer l'usage, même si au nom de l'intérêt collectif, cela est plus avantageux.

UN EXEMPLE DE PDU EN FRANCE : STRASBOURG

Avant la mise en place des mesures, les autorités de la ville ont dressé le bilan.

- Les trois quarts des transports vers la ville s'effectuaient en VP. Plus de la moitié des véhicules ne faisaient que traverser la ville. Strasbourg absorbait tous les ans 10 à 20% d'automobiles en plus. La ville s'est progressivement asphyxiée.
- Les véhicules en surnombre stationnaient sur les trottoirs, les espaces de livraison... provoquant des conflits d'usage, de la congestion...
- Le patrimoine de l'agglomération était menacé par la pollution.
- Circuler à pied ou à vélo devenait dangereux.
- La ville enregistrait des pointes de pollution...

Il était urgent d'agir! les autorités de la ville ont décidé d'offrir à leur cité "*une nouvelle liberté de mouvement*" en restreignant l'usage de la VP. Le nouveau plan de déplacement de l'agglomération de Strasbourg prévoit en effet, de:

- "*Déplacer le trafic de transit vers des itinéraires de contournement*". Le trajet sera plus long mais plus rapide. Les automobilistes semblent avoir vite adopté ce nouveau comportement.

- Faciliter l'accès au centre grâce aux "boucles de circulation". Le centre-ville n'est pas interdit à la circulation automobile. Il est impossible de traverser la ville, mais chacun peut y accéder par quatre "boucles de circulation". Elles desservent les différents quartiers, les parkings et les espaces de stationnement dont la capacité est en augmentation.

- Investir dans un tramway. Ce TCSP permettra d'offrir une alternative avantageuse à l'automobile. Il sera complété par le réseau bus.

- Restructurer le réseau bus. Le tramway sera l'épine dorsale d'un réseau bus complété et modernisé. Ce qui permettra d'aller plus loin dans l'agglomération avec des fréquences plus élevées.

- Favoriser le piéton et le vélo.

Nous venons voir la philosophie de la politique française. Nous allons présenter à présent les cas de la Suisse et de l'Italie, pays dont nous avons pu constater la volonté de lutter contre la congestion et les externalités négatives de la circulation VP en ville. Nous évoquerons aussi Strasbourg, qui préfigure.

4.1.d) Au nom de la rareté de l'espace et de la préservation de l'environnement: les plans de déplacement Suisses

La Suisse, comme l'Italie, possède des lois nationales sur la protection de l'environnement notamment en milieu urbain dans lesquelles s'inscrivent les stratégies des villes. Les mesures adoptées par les villes suisses s'inscrivent dans le cadre défini par différentes lois qui traitent, d'une part, de la rareté de l'espace et, d'autre part, de l'environnement. La Suisse est une confédération de 26 cantons (regroupant 3 500 communes relativement autonomes), 6,8 millions d'habitants répartis sur 41 000 km² dont plus de la moitié en milieu montagneux. La densité de population est par conséquent élevée. Aussi, une des données de base dans le pays est que l'espace est une ressource rare. C'est ainsi que la Suisse possède une Loi d'Aménagement du Territoire depuis le 22 juin 1979. C'est une loi-cadre dont l'objet est d'aboutir à une "*utilisation mesurée des sols*". Les cantons et les communes dont la loi ménage l'autonomie doivent néanmoins respecter certains principes contenus dans celle-ci comme, la préservation du paysage, la limitation de la surface du territoire réservée à l'habitat et aux activités économiques. Les communes doivent se doter d'un réseau de transport public satisfaisant et favoriser le développement des pistes cyclables et des zones piétonnes. Il est important de relever que ce dernier point, concernant les modes de déplacement minoritaires, est inscrit dans le cadre législatif national.

La loi fédérale suisse sur la protection de l'environnement vise à ramener les nuisances aux niveaux de 1950-1960. La loi applique le principe du pollueur-payeur. Les mesures ne pourront donc pas favoriser le développement du mode motorisé au détriment des autres modes puisque la loi prévient et contraint contre tout ce qui pourrait polluer à terme. Trois étapes précisent cette volonté de protection de l'environnement.

- 1985: loi fédérale sur la protection de l'environnement. Elle instaure une procédure d'Etude d'Impacts sur l'Environnement (EIE), ses modalités et son domaine d'application. Tout projet transport doit subir l'EIE qui peut être contestée à tout moment par les organisations écologistes reconnues.

- L'ordonnance fédérale sur la protection de l'air en vigueur de puis le 1^{er} mars 1986. Les agglomérations suisses doivent depuis lors établir un plan d'action et réviser leur politique de transport afin ramener la pollution atmosphérique aux niveaux fixés.

- L'ordonnance de la protection contre le bruit applicable depuis avril 1987.

Signalons enfin que l'obtention de financements fédéraux est progressivement liée au respect de ces exigences environnementales. Nous allons voir en quels termes les villes helvétiques peuvent formuler les grandes lignes de leur politique de déplacements urbains en étant conformes aux lois fédérales.

ZURICH

Nous nous contenterons de résumer les grandes orientations de la ville :

- Amélioration de la qualité de la vie citadine.
- Maîtrise du mouvement de périurbanisation. Ce point et le précédent sont abordés lors des programmes de "Tranquillisation des quartiers" (Cf. Chapitre 3-II-B-2.3).
- Diminution de la circulation automobile sans nuire à l'attractivité et au dynamisme de la ville.
- Planification des besoins de mobilité en donnant la préférence à des moyens de transport protégeant mieux l'environnement. Ce dernier objectif se traduit par:

* un partage de la voirie défavorable à la voiture et au profit des transports collectifs, de la MAP et des deux roues,

- * la canalisation des flux,
- * le plafonnement de la circulation,
- * la gestion du stationnement.

La stratégie est de viser à terme une réduction de l'usage de la VP.

GENEVE

Les autorités genevoises ont décidé de mener une action simultanée dans différents domaines.

- Adopter un plan de mesures "ASSAINISSEMENT DE L'AIR A GENEVE".
- Construire un projet de "TRAVERSEE DE LA RADE".
- Mettre en route le nouveau plan de circulation "CIRCULATION 2000" (Cf. Chapitre 3-II-B-4).

Les objectifs de la politique de la ville sont de trois ordres.

- Répondre à la demande en mobilité de la population.
- Améliorer l'accessibilité aux différents secteurs de la ville.
- Préserver l'environnement en réduisant les nuisances dues au trafic motorisé.

Répondre à ces trois missions passe par une révision de la répartition des déplacements entre les différents modes. Les autorités de la ville ont constaté que pour que la croissance de la mobilité soit compatible avec les objectifs de protection de l'environnement et d'amélioration de la qualité de la vie, il faut absolument provoquer un transfert modal de sorte à ce que:

- le trafic automobile diminue d'environ 15% sur l'ensemble du canton,
- le trafic motorisé des migrants alternants soit réduit de 40%,
- les déplacements en transport collectif augmentent d'environ 120%.

Il a donc été décidé d'améliorer l'offre TC qualitativement et quantitativement au moyen du plan "TRANSPORTS COLLECTIFS 2000-2005". Celui-ci prévoit l'élaboration d'une nouvelle ligne de tramway. Le nouveau système comportera ainsi une ligne de métro automatique interconnectée au réseau de tramway. Des mesures de contrainte de l'usage de la VP sont également prévues. A cette fin, le plan de circulation "Circulation 2000" doit traiter le trafic de transit, permettre la canalisation des flux et hiérarchiser le stationnement. Enfin, des projets de tranquillisation de certains quartiers sont à l'étude.

Le contexte législatif suisse en matière protection de l'environnement impose donc bien aux villes helvétiques de prendre des mesures restrictives envers la VP.

4.1.e) Au nom de la qualité de la vie en ville, de la protection de l'environnement et de la préservation du patrimoine historique, "l'Italie sauve ses villes".

La limitation de la circulation des véhicules privés est une réalité pour bien des villes italiennes. Les agglomérations ayant pris de telles dispositions possèdent généralement des centres historiques présentant une architecture ancienne particulièrement mal adaptée à la circulation automobile. En outre, au niveau de la nation, le décret "Antismog" prévoit d'imposer des restrictions en cas de dépassement de seuils de pollution. 17 villes sont concernées et doivent mettre en place des plans de déplacements urbains favorisant l'utilisation de modes plus compatibles avec le milieu urbain. Ces normes anti-pollution couplées à l'engorgement croissant des centres-villes ont conduit les cités italiennes, à l'instar de Milan ou de Bologne, à adopter des plans de déplacements urbains peu favorables à la VP.

MILAN

Le nouveau Plan Urbain de Mobilité de la Commune de Milan a été adopté par le Conseil Municipal en décembre 1989. Le but principal de ce plan est de résorber la congestion urbaine. Pour ce faire, il s'attache en premier lieu à améliorer la mobilité Milan-banlieue. En effet, ce type de déplacement est celui qui a le plus augmenté ces dernières années, notamment en VP.

Pour enrayer ce phénomène, source d'externalités négatives pour la société, la cité a pris différentes mesures.

- Adopter une politique de décentralisation fonctionnelle.
- Augmenter l'offre de transport collectif qualitativement et quantitativement.
- Accroître la capacité d'écoulement des principaux axes empruntés par les transports collectifs qui actuellement non pas d'espace réservé et supprimer toute possibilité de stationnement.
- Réaliser un réseau de pistes cyclables et d'espaces piétonniers.
- Réaliser des parkings à proximité immédiate des stations de métro.

Dans le court et le moyen terme, les premières mesures à être appliquées dans le cadre du programme sont les suivantes:

- créer un réseau ferroviaire régional,
- réaliser des tronçons réservés au TC,
- augmenter le nombre d'agents de police,
- mettre au point des programmes de centralisation de la gestion des feux pour favoriser la circulation des transports en commun et accroître leur vitesse commerciale,
- lancement d'une campagne de dissuasion de l'utilisation de la VP et d'une campagne de sensibilisation en faveur du contrôle régulier de automobiles,
- utilisation de carburants à faible teneur en soufre pour les transports collectifs et les poids lourds privés,
- réduire le nombre de poids lourds circulant en ville,
- réglementer le stationnement pour réduire l'engorgement et intervenir systématiquement sur tout véhicule en double file.

Parallèlement à cet ensemble d'opérations, les mesures de limitation de la circulation VP dans le centre-ville et la circulation alternée en cas d'alerte sont maintenues.

BOLOGNE

Bologne est une des villes "pilotes" italiennes en matière de limitation de la circulation automobile. Ses dirigeants ont très vite affirmé leur volonté de restreindre l'usage de la VP et de favoriser des modes plus compatibles avec un tissu architectural ancien. L'hypercentre est en effet constitué d'une ville bimillénaire. Il est entouré par la cité médiévale. Le coeur de la ville concentre un patrimoine historique inestimable mais aussi 55% de la population et des activités tertiaires nombreuses. Le centre attire, pour toute ces raisons, beaucoup. Les besoins en déplacement des individus ont été pendant des années satisfaits par l'utilisation de la voiture. L'architecture de la ville étant particulièrement mal adaptée à ce type de trafic, des embouteillages s'y sont développés créant une quantité phénoménale d'externalités négatives. Fallait-il adapter la cité à la VP? Les autorités de la ville, avec l'appui de la population, ont décidé d'agir en se déclarant nettement favorables au développement de modes plus compatibles avec la spécificité de la ville. Aussi, dès 1984, des mesures d'interdiction de circulation pour les automobiles apparaissent dans certains quartiers.

Le plan de circulation, approuvé en 1989, détermine une série d'interventions à effectuer tout en restant dans la philosophie des déplacements adoptée par la ville depuis les années 80:

- Amélioration des transports publics qui devront également desservir la banlieue. Depuis que la ville a pris le parti de contraindre l'automobile, les transports collectifs n'ont cessé de se développer. Ils sont présents partout! Les bolonais prennent en effet le bus ou le trolley 300 fois par an chacun (en moyenne)! Mais s'ils sont pleins, les bus ne sont pas pris d'assaut. Ils sont suffisamment nombreux et rapides. Ils règnent quasiment sans partage, pour les déplacements dans le centre, de 10 heures à 14 heures 30 et de 17 heures à 24 heures, puisque à ces heures, seuls les transports collectifs et les taxis peuvent y circuler.

- Développement de l'utilisation des taxis.
- Création de parcs d'échange et accroissement des parkings publics pour le stationnement de courte durée près du centre historique.

- Possibilité d'accès direct du périphérique et de la banlieue aux hôtels du centre. La ville entend préserver son dynamisme économique et social avant tout. Bologne est ainsi la preuve que l'on peut sauvegarder son patrimoine historique, lutter contre la congestion du centre-ville et protéger l'environnement tout en préservant les clefs de l'activité économique d'une ville dont la première est la mobilité. (Cf. Chapitre I).

- Création d'un réseau de pistes cyclables.

- Instauration d'une vitesse limitée dans le centre et les zones résidentielles pour garantir la qualité de la vie et la sécurité des piétons.

- Extension des cheminements piétonniers. Depuis l'application des premières mesures, Le piéton est devenu "roi" dans une ville où il était auparavant le "mal aimé". En effet, le réseau piétonnier dont le départ se situe sur la Piazza Maggiore (le coeur de la ville) se ramifie de plus en plus. Il offre "un confort de déplacement étonnant aux promeneurs comme aux travailleurs".

- Réalisation d'un métro léger. Il sera conçu dans le souci d'éviter toute nuisance environnementale. Il ne devra pas entraîner de vibrations sensibles sous la ville.

- Création de points d'échange entre les différents modes de transport.

Nous avons pu constater au travers les exemples précédents que les stratégies adoptées par la France d'une part et la Suisse et l'Italie d'autre part divergent. Néanmoins, le souhait des autorités est toujours le même: améliorer le cadre de vie, réduire la congestion et les externalités dues à la circulation VP en ville. Alors qu'en France, au nom du libre choix du mode transport, on se contente de sensibiliser les individus aux préoccupations environnementales et de développer autant que possible (crise de financement) une offre de TC attrayante, dans les deux autres pays, des politiques volontaristes de contrainte de la VP (là et quand c'est nécessaire) et de développement des autres modes ont été appliquées.

4.1.R) Les plans de déplacements urbains (PDU), un pas vers une approche intégrée : résumé

Le PDU, initié par l'article 28 de la LOTI, doit définir les principes généraux de l'organisation de la circulation et du stationnement dans le périmètre des transports urbains. Soumis à enquête publique, il vise à planifier à moyen terme une organisation rationnelle des différents modes de transport. Cependant, cet outil n'a pas été utilisé jusqu'au bout de sa logique : au nom du libre choix du mode de transport, les politiques de déplacement des collectivités se contentent généralement d'accompagner le développement de l'offre TC par de simples sensibilisations des individus aux préoccupations environnementales. Il est intéressant d'observer que dans deux pays voisins, la Suisse et l'Italie, le développement de transports alternatifs à l'automobile est lié à des politiques volontaristes de contraintes de la VP.

4.2. Exemple d'une stratégie de transport intégrée pour les transports pendulaires Lyon-Périurbain

Nous avons vu l'ensemble des mesures tarifaires et réglementaires qui pourraient internaliser les coûts externes de la circulation automobile en ville, et encourager une plus grande utilisation des transports collectifs. En nous plaçant à présent sur le marché des transports pendulaires domicile-travail sur la région lyonnaise, nous allons montrer à titre d'exemple comment ces mesures peuvent prendre un rôle déterminant dans l'organisation des politiques de

déplacement. Cela nous permettra de voir comment la SNCF peut profiter d'une logique intégrée orientée vers la complémentarité.

4.2.a) Etat des lieux du marché des déplacements pendulaires sur l'agglomération lyonnaise

FAIBLESSES DE L'OFFRE ACTUELLE

En ce qui concerne l'offre ferroviaire actuelle périurbaine de la région lyonnaise, on peut noter les faiblesses suivantes :

Réseau SNCF :

- problème du transit marchandises Nord Sud
- Saturation du couloir Guillotière-St Clair
- rebroussement de la ligne de Givors à Perrache
- il n'existe pas de réseau de lignes lisible et bien défini (type RER) ;
- les missions respectives des gares lyonnaises de la Part Dieu et de Perrache sont floues ;
- les relations ne sont pas cadencées ;
- mauvaises connexions avec les TCL (discontinuité)

Réseau TCL :

- ligne métro B sous-utilisée
- extensions des sites propres vers les banlieues problématiques
- mauvaises connexions avec la SNCF (discontinuité)

Ces faiblesses se traduisent en définitive par une part modale du fer très faible, comme nous allons le voir dans ce qui suit.

LA FAIBLE PART MODALE DU FER SUR LA REGION LYONNAISE

Ces potentialités ont été évaluées par le LET, par une comparaison entre les migrations alternantes vers Lyon effectuées par des individus habitant à proximité des gares de la région, et le nombre d'abonnements de travail SNCF.

La "part modale" du rail sur son aire de marché a ainsi été estimée à environ 10% en moyenne sur l'ensemble des lignes de la région, avec des disparités importantes suivant la qualité de la voirie routière en concurrence, et les distances parcourues.

On constate ainsi de façon significative une part modale beaucoup plus forte pour les relations pour lesquelles l'accès automobile vers Lyon est malaisé (Nord-Ouest, environ 20%), par rapport aux relations où la pénétration dans Lyon est facile (Sud-Est, environ 8%). Cela confirme l'existence d'une forte élasticité croisée entre rail et route par rapport au temps de parcours, c'est à dire par rapport aux prix généralisés, intégrant le temps du voyage, voire l'inconfort d'une situation de congestion. Les perspectives de congestion croissante des réseaux de voirie de la région lyonnaise semblent donc être favorable à une augmentation des trafics ferroviaires périurbains considérables.

En fonction des distances parcourues, l'étude du LET montre que l'essentiel du trafic capté par le train provient de distances supérieures à 35km. En deçà de cette distance, les auteurs de

l'étude concluent que le rail pourrait donc capter une clientèle considérable, mais "seuls de hauts niveaux de services, notamment de fréquence et de bonnes connexions avec le réseau métro pourraient permettre d'exploiter convenablement ce gisement-là".

On peut considérer en définitive que la part modale du fer de 10% sur sa propre aire de marché est très faible. A titre de comparaison avec d'autres métropoles européennes, le trafic du réseau ferroviaire de la Région Lyonnaise est réduit : 11 millions de voyageurs annuels, contre 46 millions à Barcelone, 22 millions à Manchester, 50 millions à Zurich.

Voyons dans ce qui suit les potentialités de développement du transport ferroviaire péri-urbain sur l'agglomération de Lyon.

UNE IDEE DES POTENTIALITES DE PERFORMANCES D'UNE VERITABLE POLITIQUE DES TC A L'ECHELLE DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE

Le schéma, qui est présenté à titre d'exemple, s'inscrit dans une réflexion à long terme sur les possibilités de constitution d'un réseau RER à l'échelle de l'agglomération lyonnaise qui pourrait briser la tendance à la croissance de la mobilité automobile. Il intègre dans sa philosophie la notion d'interpénétration entre les réseaux et propose un certain nombre de solutions à des problèmes qui se posent ou qui vont vite se poser sur les réseaux TCL et SNCF à Lyon. Il se fonde sur une hypothèse technologique forte (tramway ferroviaire), mais reste relativement limité en terme d'investissement en infrastructures : l'esprit de ce schéma est de permettre d'utiliser au maximum les investissements existants en développant compatibilités et connexions entre les réseaux TCL et RER.

L'interpénétration des réseaux SNCF et TCL impliquerait un progrès technologique considérable dans la définition d'un matériel compatible avec les réseaux ferroviaires et urbains : dans le schéma présenté, il est en effet supposé possible de :

-faire circuler des trains sur un site propre de surface entre la gare de St Paul et La Part-Dieu ("tramway RER") ;

-abandonner la technologie métro sur la ligne B, et faire circuler à la place des "tramway RER" dont les gabarits seraient compatibles avec le gabarit des tunnels actuels de la ligne B.

Cette hypothèse technologique peut paraître irréaliste à l'heure actuelle. Cependant, le tramway bi-mode de Karlsruhe donne déjà une première idée de possibilités techniques qui ne peuvent que s'étendre à l'avenir. De plus, il est clair que nous nous plaçons dans une perspective de préférence politique croissante pour le développement d'une alternative à la VP qui se doit d'être un minimum performante.

Au préalable, dans la mesure où nous nous projetons dans des perspectives d'avenir, nous supposons résolu le problème du transit marchandises par la construction d'un contournement Est : sud de Feyzin-sud de Mions-tunnel sous Grenay-Pont de Chérucy-ligne de desserte de la plaine de l'ain-Ambérieu. Ce contournement pourrait être compatible avec le gabarit autoroute ferroviaire.

La région lyonnaise pourrait alors être desservies par 4 lignes de RER :

Ligne I (tramway RER) :

Ouest lyonnais-St Paul-site propre en surface-Part Dieu-ligne de l'Est aménagée-Crémieux/Satolas-Bourgoin

Ligne II (tramway RER) :

Trévoux/Villars les Dombes/Montluel-nouveau tunnel sous Rilleux et pont sur le Rhône-La doua-site propre souterrain-Charpennes-ligne B aménagée-gare Jean Macé-site propre en surface-Oullins-Givors

Ligne III (RER classique) :

Villefranche-Vaise-Perrache-gare Jean Macé-Vienne

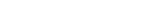
Ligne IV (RER classique) :

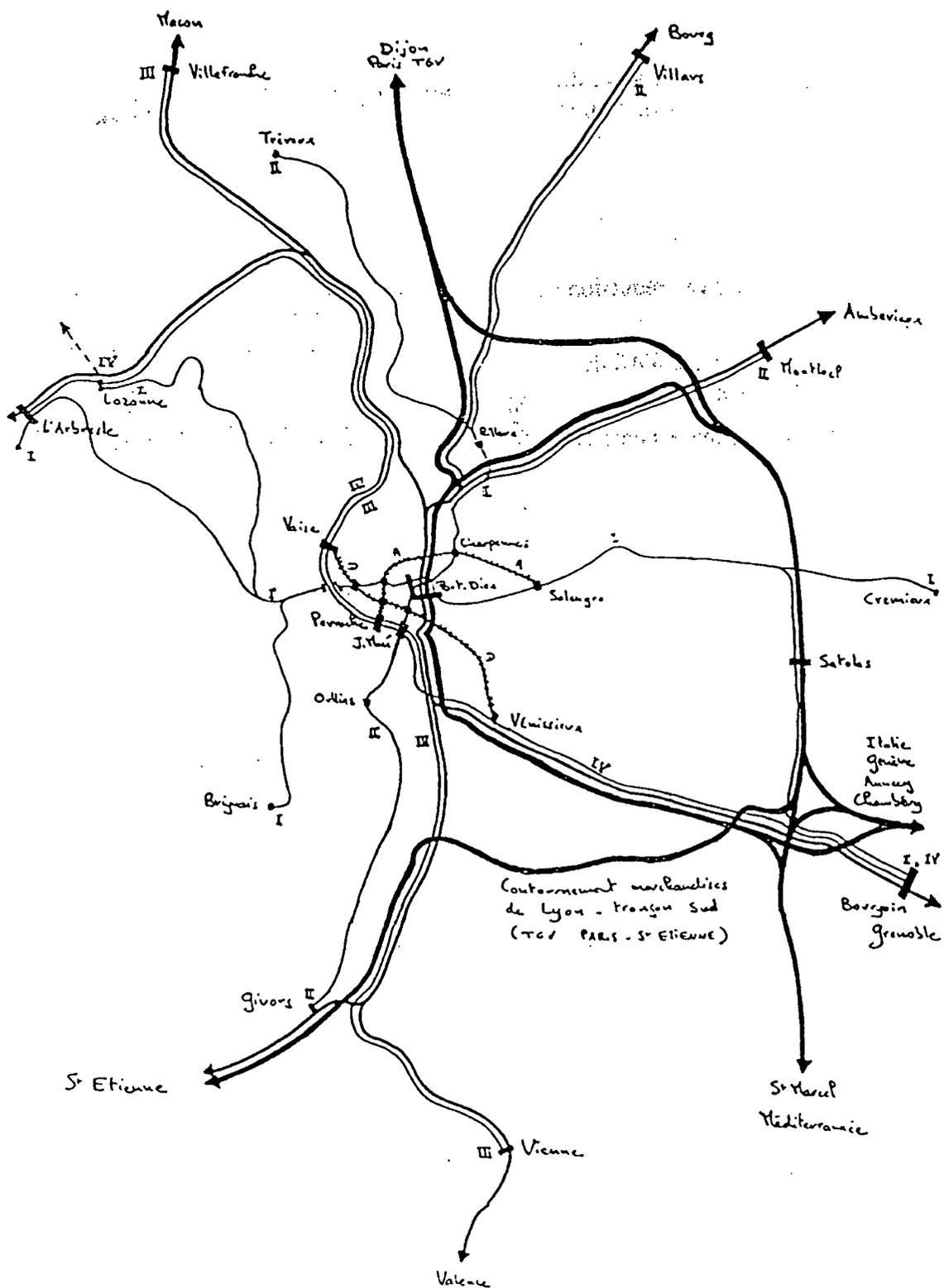
Lozanne-Vaise-Perrache-gare Jean Macé-Vénissieux-Bourgoin

En ce qui concerne la ligne II, l'ampleur des investissements en infrastructures nécessaires (liaison RER Sathonay-Charpennes, et la mise en compatibilité "tramway ferroviaire" du tube de la ligne B du métro), ne peut être considérée indépendamment du problème de la Saturation des voies SNCF entre Guillotière et St Clair, voir jusqu'à Sathonay avec le développement des trafics TGV à l'horizon du schéma directeur. Une option technologique permettant de faire passer les trafics péri-urbains de la vie quotidienne dans le tunnel de la ligne B du métro, permet de réserver les voies SNCF Guillotière-Sathonay aux seuls trafics TGV et Inter-Cités. La cinquième voie et l'extension à 16 voies de la gare de la Part-Dieu deviennent ainsi moins urgentes.

Il est évident que le passage des trafics péri-urbains sur la ligne B posera des problèmes de conflits avec les trafics urbains sur la section Part-Dieu/Saxe-Gambetta : un tel schéma suppose donc, outre la ligne de RER I, un renforcement complémentaire important des dessertes TCL de la Part-Dieu (Nouveaux axes Nord-Sud en sites propres de surface sur le futur Bd de l'Europe et sur la rue Garibaldi, dans le cadre de réalisation du "réseau intermédiaire" TCL).

SCHEMA D'UN RESEAU FERROVIAIRE LYONNAIS A LONG TERME

-  LGV et lignes empruntées par des TGV
-  lignes inter-cités
-  lignes RER I, II, III, et IV
-  lignes de métro A et D



De cette brève présentation d'un schéma ferroviaire à long terme, on peut dégager les éléments suivants :

-l'interpénétration des différents réseaux de transports collectifs est vitale pour l'avenir du transport public. Dans l'agglomération lyonnaise, cette interpénétration est possible, mais elle demandera une collaboration croissante entre la SNCF et les services de l'agglomération ;

-on peut estimer que sur Lyon, le temps des gros investissements TC lourds en terme d'infrastructures appartient au passé : la région est relativement bien dotée en la matière. Il s'agira dans le futur de développer au maximum les compatibilités entre les différents réseaux qui existent (sites propres de surface, métros, lignes ferroviaires), ceci d'une part pour optimiser leur utilisation, et d'autre part pour gagner des parts de marché en réduisant le nombre des ruptures de charge ;

-si l'on admet la possibilité technique de développer des "tramway RER" pouvant emprunter le tube de la ligne B du métro (mal utilisée à l'heure actuelle), il devient possible de remédier à la saturation des accès Nord et Sud à la gare de la Part Dieu : entre Sathonay et La Guillotière, les voies SNCF pourraient être réservées aux seuls trafics TGV et inter-cités. Par ailleurs, un matériel "tramway RER" pourrait offrir une liaison Est-Ouest assurant une desserte de Satolas vitale pour l'agglomération.

Cette présentation donne une idée des stratégies d'investissements que pourrait développer la SNCF. Nous allons voir à présent comment la constitution d'un "réseau RER" sur l'agglomération lyonnaise pourrait s'intégrer dans une stratégie de déplacements intégrée.

4.2.b) Un exemple de stratégie de déplacement intégrée sur les déplacements pendulaires Lyon-Périurbain

Suivant cette logique, nous allons présenter une stratégie de déplacement intégrée pour les déplacements pendulaires dans la région lyonnaise. Pour cela, nous définirons un objectif de gain en termes de parts modales pour ces déplacements, et nous ferons une hypothèse d'investissement ferroviaire sur les services concernant ces déplacements.

Parallèlement, en raisonnant par axe (nous présenterons une fiche par axe), nous définirons une série de mesures de dissuasion de la circulation, en estimant monétairement la pénalité qu'induiraient ces mesures sur le trafic routier, par rapport au trafic fer. Cela nous permettra d'évaluer le report modal induit par ces mesures, et les gains sur les résultats d'exploitation des services ferroviaires qui en découleraient.

DEFINITION DE LA STRATEGIE

Supposons que les collectivités de la région lyonnaise décident un programme d'investissement de 1 milliard de F sur les relations ferroviaires péri-urbaines, escomptant une augmentation de trafic minimale de 13%.

Une stratégie intégrée doit prendre en compte ces aspirations de la collectivité, tout en mettant les décideurs devant leurs responsabilités : ces investissements ne peuvent trouver leur pleine rentabilité économique et sociale que dans le cadre d'une politique des transports intégrée résolument décidée à favoriser un report modal, du moins pour ce qui concerne les trafics radiaux.

Nous allons ainsi présenter diverses mesures concrètes sur le réseau de voirie de l'agglomération lyonnaise qui pourraient encourager un report modal des déplacements

pendulaires vers le chemin de fer. Ces mesures seront présentées des plus modérées au plus ambitieuses, certes plus efficaces mais aussi plus difficiles à faire accepter par les automobilistes. Remarquons que parmi les mesures présentées, certaines sont déjà en cours de réalisation.

Il ne s'agit pas de dissuader l'entrée en ville pour l'ensemble des automobilistes de l'agglomération lyonnaise : les mesures présentées concernent des axes bien précis où des autoroutes sont en concurrence avec des services ferroviaires péri-urbains. La méthodologie de travail sera la suivante : pour chaque axe, nous évaluerons le trafic automobile à partir des travaux du LET. Par ailleurs, nous évaluerons en termes de coût et de temps de trajet supplémentaire l'impact de chacune des mesures de restriction envisagées, et à partir d'hypothèses sur les élasticités nous estimerons les modifications de parts modales qui en découleraient.

Nous comparerons enfin ces estimations avec le coût des investissements nécessaires pour augmenter le trafic fer sans restriction de circulation.

MESURES DE VOIRIE DISSUADANT LES DEPLACEMENTS DE ET VERS LE CENTRE DE LYON

(OPTION SANS CONTOURNEMENT OUEST)

Entrée Nord-Est : autoroutes A42 et A46 en concurrence avec les services ferroviaires vers Bourg, Ambérieu, et éventuellement Satolas (ligne de l'Est) ;

1 : transformation de la voie express sur berge en boulevard de type urbain limité à 50 km/h (cette mesure est en cours de réalisation dans le cadre de la réalisation de la cité internationale, et pour détourner les trafics Est-Ouest vers le futur contournement Nord de Lyon) ;

2 : détournement des trafics A42/RN383 de Vaux-en-Velin vers Lyon soit par un itinéraire à péage, soit par un itinéraire de type urbain limité à 50 km/h (ce détournement sera effectif à l'ouverture du périphérique nord en 1997) ;

3 : abandon du projet de mise à trois voies de l'A42 à l'entrée de Lyon, abandon du statut autoroutier pour un statut voie express ;

4 : sévère limitation des vitesses à 80 km/h sur la section libre de péage de l'A42, avec réduction de la largeur des voies intérieures (mesure effective sur le périphérique).

Entrée Est : autoroute A43 en concurrence avec les services ferroviaires vers Bourgoin ;

5 : traitement de l'avenue Berthelot en Boulevard Urbain limité à 50 km/h, avec couloirs bus dans les deux sens, réduction des voies de circulation...

6 : fermeture de la section Périphérique-Mermoz de l'A43 (véritable aspirateur de trafic radial), et détournement des flux de A43 vers le centre par le Périphérique ;

7 : Sur A43 entre le Périphérique et la rocade-est, abandon du statut autoroutier pour un statut voie express, limitation sévère des vitesses à 80 km/h, avec réduction de la largeur des voies intérieures (mesure effective sur le périphérique) ;

8 : abandon de toute perspective d'élargissement à 2*4 voies.

Entrée Sud : autoroute A7 et A47 en concurrence avec les services ferroviaires vers Vienne et St Etienne ;

9 : entre Perrache et Pierre-Bénite, abandon du statut autoroutier pour un statut voie express, limitation des vitesses à 80 km/h, avec réduction de la largeur des voies intérieures ;

10 : orientation du trafic vers la Rocade Est (A46) élargie à 2*3 voies, et réduction de la capacité de l'A7 de 2*3 à 2*2 voies entre Givors et Feyzin ;

11 : limitation des vitesses à 80 km/h sur l'A7 entre Lyon et Vienne, et sur l'A47 ;

12 : mise en place d'un péage sur la sortie Vienne-Nord et sur l'A7 au niveau de Solaise (qui peuvent politiquement se justifier pour réduire les trafics autoroutiers au sein d'une zone de risques technologiques majeurs ; cette mesure pourrait également être soumise à référendum à Givors et Vienne, mettant en balance la possibilité de mise en place d'un RER performant desservant ces deux villes), accompagné d'aménagements de sécurité (rond points, déviations) sur les axes parallèles (RN7, CD4, CD12, CD42) ;

13 : abandon de toute perspective d'élargissement de l'A7 à 2*4 voies entre Givors et Vienne-Nord.

Entrées Nord-Ouest : autoroute A6 (tunnel de Fourvière) en concurrence avec les services ferroviaires vers Villefranche et l'Ouest lyonnais.

14 : entre Vaise et Perrache, utilisation de l'A6 et du tunnel de Fourvière comme voie de contournement Ouest, avec fermeture des sorties du tunnel vers les quais de Saône, l'axe Nord-Sud et l'avenue Berthelot (obligation pour les trafics vers le centre de faire une boucle jusqu'à l'échangeur du Pont Pasteur) ;

15 : réduction des voies de circulation sur les quais de Saône, avec *limitation des vitesses à 50 km/h*, et protection matérialisée des voies bus ;

16 : limitation des vitesses à 80 km/h avec réduction de la largeur des voies intérieures sur l'A6 de Vaise à Limonest ;

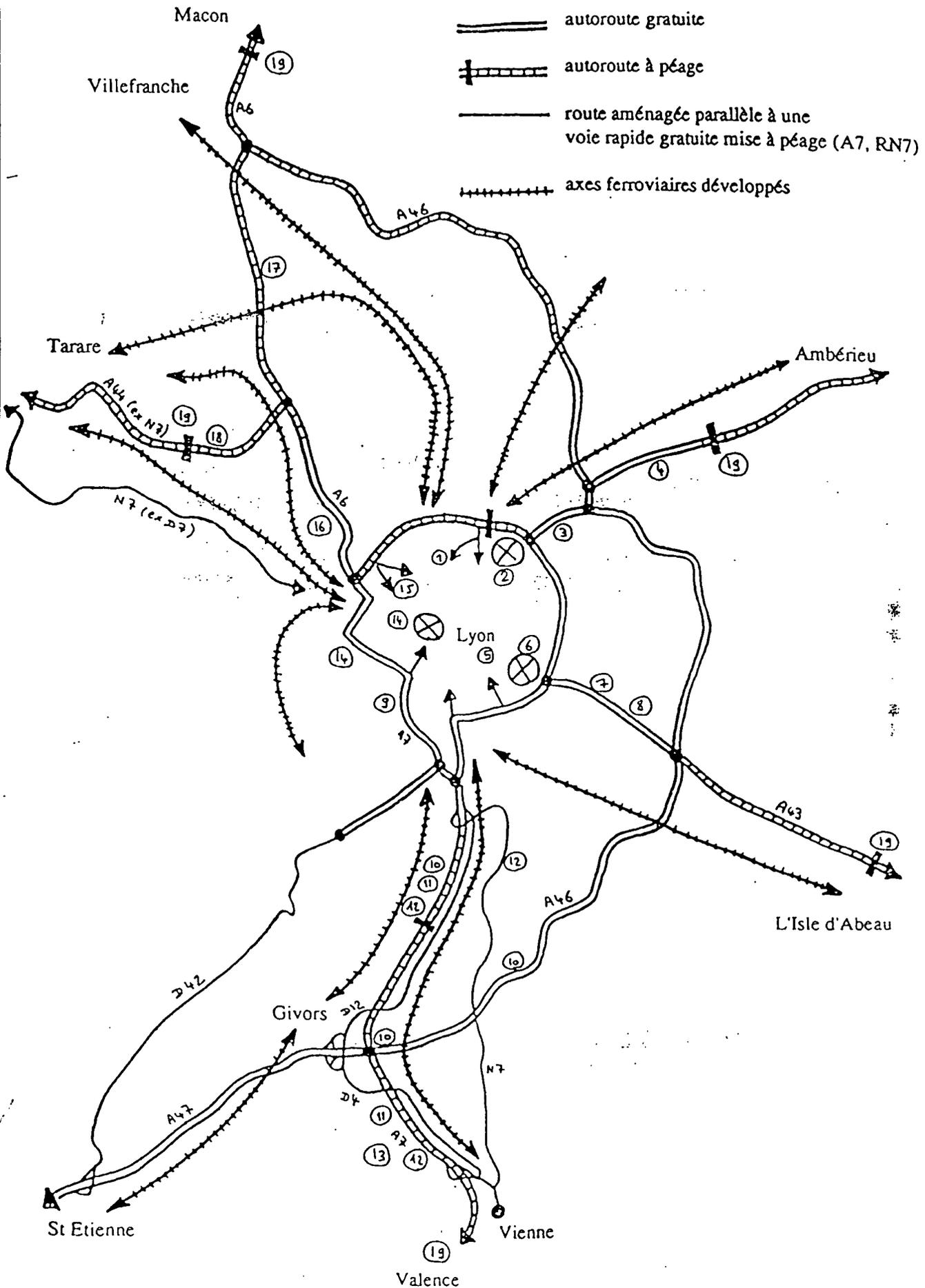
17 : limitation des vitesses à 110 km/h sur l'A6 de Limonest vers Anse, avec abandon de toute perspective d'élargissement à 2*3 voies ;

18 : possibilité de transformer les aménagements de la RN7 vers L'Arbresle comme plateforme pour l'autoroute à péage Lyon-Balagny, ce qui revient à transformer des sections de voie express radiale gratuite en autoroute à péage (avec gains en qualité de service et en sécurité).

Toutes entrées

19 : possibilité d'augmentation et de modulation des péages sur les barrières de péage de A6, A42, A43, A7, (et future A44) avec suppléments aux heures de pointe du soir et du matin.

Synthèse des mesures de dissuasion de la circulation sur les entrées autoroutières de Lyon



MESURES DE VOIRIES ET TRAFICS REPORTES SUR LE RAIL : ESTIMATIONS PAR GRANDES DESTINATIONS :

Pour estimer le nombre de voyageurs passant de la route au rail et les valeurs du temps, nous utilisons les résultats d'un modèle développé par le LET ⁷⁰ dans le cadre d'une étude sur l'axe Lyon St Etienne pour la Région Rhône Alpes :

- la valeur du temps utilisée pour les VP sera donc de 110F/h = 1,83F/mn ;
- gain de part modale par minute de trajet VP supplémentaire : +0,75%/mn

Entrée Nord-Est

TRAFICS A L'ENTREE DE LA COURLY (ordres de grandeur 1990) :

Rail : 2 000 000 voy/an, part modale de 16,5%

Route : 10 000 000 voy/an soit 8 333 000 véh/an, taux d'occupation moyen de 1,2 pour les déplacements péri-urbains

PERTE DE TEMPS PAR VOYAGEUR

-transformation de la voie express sur berge en boulevard de type urbain limité à 50 km/h (cette mesure est en cours de réalisation dans le cadre de la réalisation de la cité internationale, et pour détourner les trafics Est-Ouest vers le futur contournement Nord de Lyon) :

+3 mn/véh.

-abandon du projet de mise à trois voies de l'A42 à l'entrée de Lyon ; sévère limitation des vitesses à 80 km/h sur la section libre de péage de l'A42, avec réduction de la largeur des voies intérieures :

+2 mn/véh

-détournement des trafics A42/RN383 de Vaux en Velin vers Lyon soit par un itinéraire à péage, soit par un itinéraire de type urbain limité à 50 km/h (ce détournement sera effectif à l'ouverture du périphérique nord en 1997) :

+3 F/véh # 1,63 mn/véh.

Soit au total : $3 + 2 + 1,63 = 6,63$ # +7 mn

ESTIMATION DES REPORTS VP->TC

Variation de la part modale : $0,75 * 6,63 = + 5\%$

Gain de trafic : $12\ 000\ 000 * 5\% = + 600\ 000$ voy

Part modale finale : 21,5%

⁷⁰ BOUET F., DUMON P., LET, "Modélisation du trafic intercity en Rhône Alpes", mémoire de DEA, 1991, 147p.

Entrée Est

TRAFICS A L'ENTREE DE LA COURLY (ordres de grandeur 1990) :

Rail : 1 200 000 voy/an, part modale de 11%

Route : 10 000 000 voy/an soit 8 333 000 véh/an, taux d'occupation moyen de 1,2 pour les déplacements péri-urbains

PERTE DE TEMPS PAR VOYAGEUR

-traitement de l'avenue Berthelot en Boulevard Urbain *limité à 50 km/h*, avec couloirs bus dans les deux sens, réduction des voies de circulation ; fermeture de la section Périphérique-Mermoz de l'A43 (véritable aspirateur de trafic radial), et détournement des flux de A43 vers le centre par le Périphérique :

+4mn/véh

-Sur A43 entre le Périphérique et la rocade Est, abandon du statut autoroutier pour un statut voie express, limitation sévère des vitesses à 80 km/h , avec réduction de la largeur des voies intérieures (mesure effective sur le périphérique) ; abandon de toute perspective d'élargissement à 2*4 voies :

+2mn/véh

Soit au total : 6mn/véh

ESTIMATION DES REPORTS VP->TC

Variation de la part modale : $6 * 0,75 = +4,5\%$

Variation de trafic : $4,5\% * 11\ 200\ 000 \# +500\ 000\ voy$

Part modale finale : 16,5%

Entrée Sud

TRAFICS A L'ENTREE DE LA COURLY (ordres de grandeur 1990) :

Rail : 5 000 000 voy/an, part modale de 16%

Route : 25 000 000 voy/an soit 2 083 000 véh/an, taux d'occupation moyen de 1,2 pour les déplacements péri-urbains

PERTE DE TEMPS PAR VOYAGEUR

-orientation du trafic vers la Rocade Est (A46) élargie à 2*3 voies, et réduction de la capacité de l'A7 de 2*3 à 2*2 voies entre Givors et Feyzin ; limitation des vitesses à 80 km/h sur l'A7 entre Lyon et Vienne, et sur l'A47 ; abandon de toute perspective d'élargissement de l'A7 à 2*4 voies entre Givors et Vienne-Nord :

+6mn/véh

-mise en place d'un péage sur la sortie Vienne-Nord et sur l'A7 au niveau de Solaise, accompagné d'aménagements de sécurité (rond points, déviations) sur les axes parallèles (RN7, CD4, CD12, CD42) :

10F/véh = 5,5mn/véh

Soit au total : 11,5mn/véh

ESTIMATION DES REPORTS VP->TC

Variation de la part modale : $11,5 * 0,75 = +8,6\%$

Variation de trafic : $8,6\% * 30\ 000\ 000 = +2\ 580\ 000$ voy

Part modale finale : 24,6%

Entrées Nord-Ouest

TRAFICS A L'ENTREE DE LA COURLY (ordres de grandeur 1990) :

Rail : 3 050 000 voy/an, part modale de 13,7%

Route : 19 213 000 voy/an soit 16 000 000 véh/an, au taux d'occupation moyen de 1,2 pour les déplacements péri-urbains

PERTE DE TEMPS PAR VOYAGEUR

-utilisation de l'A6 et du tunnel de Fourvière comme voie de contournement Ouest, avec fermeture des sorties du tunnel vers les quais de Saône, l'axe Nord-Sud et l'avenue Berthelot (obligation pour les trafics vers le centre de faire une boucle jusqu'à l'échangeur du Pont Pasteur) ; réduction des voies de circulation sur les quais de Saône, avec *limitation des vitesses à 50 km/h*, et protection matérialisée des voies bus :

+4mn/véh

-limitation des vitesses à 80 km/h avec réduction de la largeur des voies intérieures sur l'A6 de Vaise à Limonest ;

+2mn pour 50% du trafic soit + 1mn/véh

-limitation des vitesses à 110 km/h sur l'A6 de Limonest vers Anse, avec abandon de toute perspective d'élargissement à 2*3 voies :

+1mn pour 20% du trafic soit +0,2mn/véh

-possibilité de transformer les aménagements de la RN7 comme plate-forme pour l'autoroute à péage Lyon-Balagny, ce qui revient à transformer des sections de voie express radiale gratuite en autoroute à péage (avec gains en qualité de service et en sécurité) :

+5F pour 25% du trafic soit +1F/véh

Soit au total : +7,2 mn/véh

ESTIMATION DES REPORTS VP->TC

Variation de la part modale : $0,75 * 7,2 = +5,4\%$

Variation de trafic : $5,4\% * 22\ 263\ 000 = +1\ 206\ 000$ voy

Part modale finale : 19,1%

Bilan des mesures de dissuasion de la circulation :

TRAFIC FER INITIAL : 10 722 000 voy/an, soit 16,4% du total

TRAFIC REPORTE : +4 886 000 voy/an, soit + 7,5% du total et +50% du trafic initial

TRAFIC FER FINAL : 15 608 voy/an, soit 24% du total

PRESENTAION DE L'ALTERNATIVE POUR LA COLLECTIVITE

INVESTIR DANS LE RAIL SANS DISSUASION DE LA CIRCULATION RADIALE : LOGIQUE PAR MODE

En investissant environ 1 Mds de F dans les relations ferroviaires de la vie quotidienne, la collectivité peut espérer une augmentation de trafic de 13% au minimum. Prenons 16% en étant optimiste, soit environ +1 600 000 voyageurs.

Le modèle développé au LET montre que les trafics gagnés du fait d'une amélioration de la qualité de l'offre fer sont plus des trafics induits que des trafics reportés de la route. Selon ce modèle, les voyageurs reportés représentent moins du quart des nouveaux voyageurs, soit environ + 400 000.

Par ailleurs, un autre modèle du LET, Quin-Quin ⁷¹ montre et développe les effets pervers des investissements en TC lourds, qui ne s'accompagnent pas de politiques restrictives de la circulation. Si l'on s'inspire des résultats de Quin-Quin, on peut envisager qu'investir 1 Mds de F dans le rail sans restriction de la circulation puisse avoir les conséquences suivantes :

A court terme :

- un accroissement modéré de la mobilité fer;
- un report modal faible ;
- une stabilisation de la part modale fer ;
- une amélioration faible des conditions de circulation ;
- une amélioration du résultat d'exploitation fer.

Mais à moyen terme :

- un accroissement de la mobilité VP ;
- une nouvelle détérioration de la part modale TC et Fer ;
- une déstabilisation et une croissance à terme des déficits d'exploitation TC et Fer.

En fait, il existe donc de forts indices pour penser qu'une politique qui resterait définie de façon modale sans intégration d'une logique de système de transport ne peut être qu'une politique de court terme qui ne fait que reporter à plus tard des choix douloureux. Une telle politique serait en définitive une politique d'accroissement global de la mobilité qui irait à l'encontre d'une véritable volonté d'intégrer les effets externes.

Du point de vue de l'exploitant ferroviaire, de tels investissements ne peuvent être intéressants que dans la mesure où les collectivités acceptent de couvrir les déficits d'exploitation.

⁷¹. TABOURIN E., LET, "Le modèle Quin-Quin", Doctorat d'Université, 1989.

INVESTIR DANS LE RAIL EN DISSUADANT LA CIRCULATION : VERS UNE LOGIQUE
PARTENARIALE DE CONTRAT AVEC LA SNCF

Nous avons vu les limites d'une approche par mode du point de vue de la collectivité, limites en termes de rendements, mais aussi en termes d'efficacité à long terme. Quant un investissement de 1 Mds de F permet de gagner 400 000 voyageurs à la route, les mesures de dissuasion de la circulation que nous avons présentées pourraient en faire gagner 4 000 000, soit 10 fois plus. Autrement dit, la mise en place *du dixième* des mesures que nous avons présentées aurait le même effet sur le partage modal qu'un investissement de 1 Md dans le fer !

Parmi ces mesures, certaines sont peut être quelque peu ambitieuses, mais notre propos n'est surtout pas de porter un jugement sur leur pertinence. Il est plutôt de bien montrer que, si la collectivité souhaite internaliser les effets externes en orientant les déplacements pendulaires vers le fer, elle dispose de tout une panoplie d'actions possibles : ces actions, qu'elles soient locales où globales, se situent plus dans le domaine de la gestion de la circulation automobile, que dans le domaine ferroviaire où on peut estimer qu'elles ont une efficacité dix fois moindre.

Le modèle de prévision de la demande du LET auquel nous nous sommes référés tend effectivement bien à montrer que le report modal est beaucoup plus sensible à une hausse des temps de trajet VP qu'à une baisse des temps des trajet TC.

Pour la SNCF, les conclusions à en tirer sont claires : le créneau des relations péri-urbaines est sûrement porteur, puisqu'il répond à une demande croissante des collectivités (notamment sur la région lyonnaise). Mais l'entreprise nationale ne pourra accroître son activité péri-urbaine de façon financièrement rentable que si elle développe ses compétences dans le domaine de la définition des plans globaux de transports et notamment les mesures de gestion de la circulation.

En effet, dans une évolution vers une logique de système intégré, seule une SNCF ayant une vision et une approche globale du marché des transports peut sereinement s'asseoir à la table des collectivités pour négocier des investissements. Ceux-ci pourront être ambitieux, dans la mesure où, dans le cadre de la définition d'un plan de déplacement, la collectivité s'engage, de façon contractuelle, à limiter la mobilité automobile sur certains types de déplacements ou le chemin de fer peut être performant. Nous précisons cette démarche dans ce qui suit.

***4.2.R) Exemple d'une stratégie de transport intégrée pour les transports pendulaires
Lyon-Périurbain : résumé***

Notre étude nous amène à titre d'illustration à considérer le cas de l'offre ferroviaire péri-urbaine du Grand Lyon. Un diagnostic des limites actuelles de cette offre nous amène dans un premier temps à présenter un réseau de "tramway RER" qui s'interpénétrerait dans les réseaux de transport urbain, et dont les potentialités en termes d'alternative à l'automobile seraient considérables. Par la suite, nous proposons une estimation des reports modaux en fonction de diverses mesures concrètes de dissuasion des trafics sur les principaux axes radiaux de l'agglomération. Cela nous amène à conclure que la mise en place *du dixième* des mesures évoquées aurait le même effet sur le partage modal qu'un investissement de 1 Md dans le fer !

4.3. Vers la négociation de contrats de déplacements intégrés : une nouvelle stratégie commerciale de la SNCF ?

Selon Philippe GAMON ⁷², "les chercheurs et les économistes n'ont pas beaucoup investi le domaine des politiques régionales ou départementales des transports collectifs", et "il existe un écart considérable entre les études idéales de transport et les situations observées (...), lié à une connaissance insuffisante de la demande, de l'offre, et des relations qu'elles entretiennent". Nous allons développer l'idée selon laquelle c'est bien à la SNCF qu'il revient d'investir ce champ des politiques des transports collectifs de proximité.

4.3.a) L'état des lieux des relations entre la SNCF et les collectivités locales

Si les premières conventions entre les collectivités et la SNCF datent de plus de dix ans, moins de la moitié des régions ont mis en place de véritables programmes de développement ferroviaire ambitieux. En moyenne, la part des budgets régionaux affectés au rail est de 1%. Cela s'explique par des relations entre la SNCF et les collectivités locales en général tendues, et notamment dans la région lyonnaise. D'un côté, la SNCF, écrasée sous le poids de sa dette, réclame une participation financière toujours plus importante pour le maintien des services voyageurs ne couvrant pas leur équilibre financier. De l'autre, les collectivités locales accusent souvent la SNCF d'inefficacité, et mettent en doute sa bonne foi dans les évaluations financières des résultats des différents services voyageurs. Sur nombre de services, la menace à la fermeture est permanente : ne s'agit-il pas d'un chantage déguisé ?

De par sa situation financière, la SNCF adopte finalement une attitude défensive, se repliant sur les créneaux rentables (TGV) quand la croissance des préoccupations pour l'environnement semble favorable au développement des services régionaux péri-urbains. Par exemple pour le cas de Lyon, la SNCF se fait prier pour répondre aux demandes pressantes des collectivités locales en matière de cadencement. On peut ainsi lire, dans le rapport de synthèse du conseil général du Rhône sur le schéma ferroviaire de la région lyonnaise : "il est clair que des réserves de capacités existent, y compris sur les lignes présentées actuellement par la SNCF comme saturées"(...). Certes, le concept des TER ("Transport Express Régionaux") représente une avancée importante, qui se traduit par la modernisation des matériels roulants, et un renforcement de l'efficacité des services. Cependant, cette avancée est bien insuffisante face à la montée inexorable de la multi-motorisation des ménages.

En fait, dans la définition des plans de déplacement en transport collectif, la SNCF laisse passivement l'initiative aux collectivités locales. Partant d'un principe de neutralité selon lequel la définition des politiques ferroviaires est du ressort du politique, elle oublie qu'elle seule possède la technicité, le savoir faire en matière d'offre ferroviaire régionale : alors même qu'il faudrait promouvoir de façon offensive et vendre un produit ferroviaire "clef en main" aux collectivités locales, quitte à clairement en annoncer le prix, la SNCF se contente trop souvent d'attendre la demande des collectivités. Cette passivité entraîne ainsi des collectivités locales qui ont la volonté de développer l'offre ferroviaire, de tenter maladroitement de développer une technique dont elle n'ont pas la maîtrise (exemple du projet d'achat par le département du Rhône de rames à deux niveaux pour les lignes de l'Ouest lyonnais...).

⁷² GAMON P., LET, "La promotion des transports collectifs de niveau régional : une évaluation de la politique française de décentralisation", Table ronde 82, CEMT, Paris, 1990.

Par ailleurs, la coopération entre les directions régionales de la SNCF et les entreprises locales de transports collectifs est rare, et lorsqu'elle existe, ce n'est qu'à la suite d'une initiative des collectivités locales. Sur Lyon, exemple que nous considérons particulièrement dans cette étude, on peut ainsi remarquer combien la gare principale de La Part-Dieu, qui sera peut être un jour la plus grande gare de correspondance TGV en France, est mal desservies par les Transports en Communs Lyonnais (pas de liaisons en site propre directes vers la Presqu'île et vers les grands pôles universitaires...) : la mauvaise connexion entre les services ferroviaires et urbains révèle combien le dialogue entre la SNCF et les TCL reste embryonnaire. C'est à la SNCF de promouvoir ce dialogue et d'amorcer des négociations en vue de relier ses gares aux grands pôles économiques et universitaires par des services directs et en site propre.

Nous insistons sur les dessertes entre gares et pôles universitaires, car si l'usage du transport collectif a un caractère culturel fort, il est stratégiquement vital pour la SNCF (et plus généralement pour toutes les entreprises de transport collectif), de se fidéliser une clientèle étudiante qui prene quotidiennement le train et les TC. C'est un virage à 180° qu'il est vital pour la SNCF d'opérer dans sa politique commerciale auprès des jeunes afin que ceux ci prennent le train par choix, voire dans certains cas par plaisir, et non plus seulement de façon captive et en attendant *mieux* : une voiture. Faire face à la tendance à la multi-motorisation des ménages représente un des défis majeurs qu'auront à relever les entreprises de transports collectifs.

4.3.b) Des contrats de déplacements intégrés pour une stratégie de promotion commerciale d'une offre sociale

Nous avons montré comment une internalisation des préférences sociales pour l'environnement urbain ne peut s'effectuer que par un raisonnement du marché des transports urbains en terme de système. Il est évident que la constitution d'un réseau tel que nous venons de le présenter ne peut être viable si elle ne s'accompagne d'améliorations tout aussi conséquentes sur les voiries routières. (Rappelons que nous nous plaçons dans le cadre d'une préférence pour les transports collectifs croissante. Il est possible que nous fassions erreur : dans ce cas ou la préférence pour la liberté individuelle pour circuler en VP l'emporterait, l'internalisation de cette préférence reviendrait à déréglementer et privatiser les transports publics.)

Mais revenons à notre logique de complémentarité : celle logique d'internalisation qui nous paraît inévitable n'est pas sans conséquences pour une grande entreprise de transport collectif comme la SNCF. *Il est même dans l'intérêt vital de cette dernière d'en initier les principes* (si cet intérêt s'envisage comme un impératif d'équilibre des comptes). En effet, face à une tendance structurelle relativement lourde de corrélation entre croissance économique et croissance de la motorisation des ménages, et de la mobilité automobile, la SNCF doit mettre les responsables politiques en face de leurs responsabilités :

-soit ils choisissent d'accompagner cette tendance, et alors les obligations d'équilibre des comptes conduisent l'entreprise nationale à quitter le marché des transports urbains ;

-soit ils choisissent de se doter de réseaux ferroviaires péri-urbains pouvant offrir une véritable *alternative* à l'automobile, et alors les obligations d'équilibre des comptes (ou du moins de moindre dérive des subventions des collectivités locales) donnent nécessairement à la SNCF une *légitimité* dans la négociation de mesures tarifaires et réglementaires sur les voiries en concurrence avec les axes ferroviaires.

Dans ce deuxième cas de figure, celle-ci doit s'impliquer dans la définition des plans globaux de déplacement, voir faire des propositions précédant les préférences des décideurs

politiques. En effet, face à des collectivités qui affichent clairement leur choix en faveur des TC, mais qui sont cependant nécessairement coincées entre deux préférences sociales contradictoires, seule l'entreprise ferroviaire est en mesure d'engager de véritables négociations contractuelles avec ces collectivités locales, en mettant en balance les potentialités d'alternative à l'automobile qu'elle peut proposer avec les engagements que cela implique en matière de politique routière.

L'offensive de la SNCF en matière de développement des services ferroviaires péri-urbains peut ainsi se décliner en plusieurs étapes :

1/ Pour une aire de marché particulière (par exemple : les déplacements pendulaires de la région lyonnaise), évaluer les coûts sociaux du fer et de la route pour différents niveaux de trafics, coûts valorisant à la fois les coûts privés (VP), les coûts d'exploitation (VP et rail), les temps de transport et les effets externes sur la base d'hypothèses de valorisation telles que celles présentées dans la première partie de cette étude ;

2/ Estimer suivant les coûts précédemment calculés la part modale revenant au transport ferroviaire qui assurerait le maximum de surplus à la collectivité (correspondant "théoriquement" au point d'égalisation des coûts marginaux du rail et de la route) ; établir un projet d'offre ferroviaire dimensionné en fonction de la part modale "optimale" évaluée, et assurant un certain nombre d'améliorations pouvant intéresser les collectivités locales (gains de temps, de fréquence, cadencement, interpénétration avec les réseaux urbains...) ; ce projet représente le "produit" à vendre ; évaluer le déficit prévisible de son résultat d'exploitation ;

4/ Dans la lignée des modèles prix-temps destinés aux prévisions de trafic TGV, développer des modèles de prévision de la demande adaptés aux relations péri-urbaines ; établir une série de mesures de dissuasion de la circulation qui permettraient de ramener la part modale de la route de son niveau actuel à son niveau "optimal", en hypothèse de tarification du service ferroviaire à l'équilibre budgétaire (déficit du résultat d'exploitation ramené à 0) ; ces mesures peuvent combiner des limitations physiques des trafics routiers (réduction du nombre de voies) et des augmentations des temps de parcours (limitations de vitesses, détours pour accéder dans les centres...) ;

5/ "reprendre l'initiative", c'est à dire à la phase de promotion du produit "amélioration de l'offre ferroviaire", et développer une logique de contrats sur des plans de déplacements intégrés avec les différentes collectivités locales ; le produit "amélioration de l'offre ferroviaire" peut être négocié suivant différentes hypothèses dont nous situons les plus extrêmes :

-au prix fort, supérieur ou égal au déficit du résultat d'exploitation, en option de base ;

-au prix faible, voir nul, en cas d'engagement contractuel de la collectivité à mettre en place les mesures de restriction de la circulation que la SNCF estime nécessaires et suffisantes ;

-à des prix intermédiaires pour différents niveaux d'engagements contractuels de la collectivité en matière de restriction de la circulation.

Une telle démarche serait particulièrement intéressante à plusieurs niveaux :

-elle conduirait la SNCF à passer d'une position défensive, passive et sur le déclin, à une position offensive d'avant garde et de promotion des atouts du chemin de fer ;

-généralisée à l'ensemble d'un département ou d'une région, elle permettrait de laisser la responsabilité de l'organisation des plans de transport à une entreprise SNCF qui connaît son métier, plutôt qu'à des collectivités locales volontaristes, mais ne maîtrisant pas forcément la complexité de la technique ferroviaire ;

-elle n'est pas du tout incompatible, bien au contraire, avec les efforts de rationalisation de la gestion de la SNCF, puisqu'elle obligerait entre autre l'entreprise à décentraliser sa matière grise "en province".

-elle obligerait les décideurs politiques à mieux révéler leur préférences en matière de politiques des transports, en montrant notamment que ne pas vouloir choisir entre le rail et la route a un coût, soit sur l'environnement, soit sur les budgets transports en termes de subventions ;

4.3.R) Vers la négociation de contrats de déplacements intégrés : une nouvelle stratégie commerciale de la SNCF ? résumé

Lors de la définition des plans de déplacement régionaux, la SNCF laisse trop souvent passivement l'initiative aux collectivités locales. Certes, la définition des politiques ferroviaires est du ressort du politique, mais seule l'entreprise ferroviaire possède une technicité et un savoir faire suffisant pour bien connaître les potentialités d'améliorations des performances de son réseau. Replaçons nous donc dans une logique d'internalisation qui se traduirait par une gestion globale du système de transport suivant un principe de complémentarité : Non seulement une telle internalisation représente une opportunité pour la SNCF, mais *il est même dans l'intérêt vital de cette dernière d'en initier les principes*. Cela nous amène à évoquer une stratégie d'action où c'est la SNCF qui chercherait à promouvoir de façon offensive et vendre un produit ferroviaire "clef en main" aux collectivités locales, quitte à clairement en annoncer le prix : couverture des déficits ou bien acceptation de restrictions de circulation routière. Remarquons que cette stratégie n'est pas si éloignée de celle qui a été adoptée avec succès par la région SNCF Ile de France. Les réseaux ferroviaires de province sont-ils si lointains pour être ainsi abandonnés à la bonne volonté des collectivités locales ?

CONCLUSION

Cette étude a pour objectif de décrire et d'estimer les coûts externes en milieu urbain. Il nous a paru important, dans une première étape, de décrire l'espace urbain. Nous nous sommes appuyés sur les normes de délimitation de l'espace urbain qui ont été adoptées par l'OEST : Les villes de plus de 5 000 habitants constituent donc le cadre de cette étude.

Les effets des transports sur l'environnement sont aussi divers que nombreux. Il n'est pas anodin de constater que la voiture particulière suscite plus d'effets que chacun des autres modes. Dans cette étude, nous avons donc cibler notre approche sur les effets du bruit, de la pollution, de l'insécurité et de la congestion de la circulation routière.

Le coût externe "pertinent" du bruit correspond aux dépenses annuelles effectives de lutte contre le bruit routier. IL est estimé à une valeur minimale de 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 de 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 routier de l'ordre de 3,5 milliards de francs par an.

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'ils 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.

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.

Concernant le coût externe de la congestion, nos estimations ont amené à prendre en compte un coût externe "pertinent" de l'ordre de 8 milliards de Frs en se fondant sur une estimation de trafic de 120 milliards de véhicules.km et d'un taux de remplissage de 1,3 voyageurs par véhicules (soit 0,07 frs par véh.km). Ce résultat correspond au surcoût principal imposé par les usagers VP au TC. Une logique plus maximaliste, avec une préférence marquée pour l'environnement, nous conduirait à internaliser des coûts externes "potentiels" de l'ordre de 21 milliards de Frs (soit 0,18 Frs par véh.km), qui représentent les dépenses prévues de développement des TC. 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.

En définitive, les coûts externes "pertinents" du bruit, de la pollution, de l'insécurité, et de la congestion dus à la circulation automobile en France peuvent être estimés au total à un minimum de 31 milliards de frs. 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 "potentiels" de l'ordre de 90 milliards de Frs. Nous voyons que la fourchette d'évaluation est très large : ces valeurs de coûts dépendront finalement de l'évolution à venir de la préférence collective pour l'environnement.

Mais le problème de l'internalisation consiste-t-il seulement en une définition et une monétarisation d'effets qui peuvent alors être intégrés dans le marché des transports ? L'approche théorique de COASE montre en effet que le problème des externalités peut être interprété comme un conflit d'intérêts contradictoires, qui conduit non pas à des coûts mais à des compromis sociaux. L'internalisation s'envisage alors comme le règlement de conflits de préférences. Dans le domaine des transports urbains, on peut considérer que la préférence pour l'environnement est internalisée à travers une orientation des choix de projets vers les TC, mais que le conflit de cette préférence avec la préférence pour la VP n'est pas réglé de façon responsable : cela occasionne ainsi des coûts pour la collectivité non soutenable à terme. La logique de système intégré que nous évoquons dans la partie n°2 vise à une internalisation de ces coûts.

Cette logique s'appuie tout d'abord sur la problématique des rendements croissants. Dans un marché constitué par deux offres de transport, collectif et individuel, si l'on admet l'existence de rendements croissants dans les transports collectifs, cela conduit pour l'offre de transport collectif à un écart entre prix et coût marginal. Cet écart se traduit dans les faits soit par une subvention publique soit par une perte sociale due à l'éviction progressive du transport public.

Si l'on se place dans une situation où la collectivité a internalisé sa préférence pour l'environnement à travers des choix d'investissement orientés vers les transports collectifs, le poids des rendements croissants de ces derniers devient alors déterminants. Notre modèle qui se place dans ce cadre de référence, montre que "l'internalisation des effets externes dans les prix du transport" telle qu'elle est envisagée généralement est inadaptée au marché des transports urbains. L'existence d'une préférence collective pour l'environnement et les transports collectifs, se révèle ainsi incompatible avec des principes de "concurrence inter-modale", qui conduisent structurellement les TC vers des déficits et des stratégies de productivité qui les écartent *de facto* du marché. Une internalisation qui viserait un désengagement financier de la collectivité est pourtant possible : elle consiste à raisonner le système de transport d'une agglomération en termes de complémentarité, ce qui implique nécessairement une gestion globale assurant l'équilibre financier du système par des transferts plus ou moins explicites de la VP vers les TC. Cela nous amène à l'analyse du péage urbain et des mesures réglementaires de restriction du trafic.

Le principe d'un péage urbain tarifé au coût marginal consiste d'une part à faire ressentir à l'utilisateur VP les nuisances qu'il occasionne dans un espace rare, et d'autre part à dégager des surplus qui peuvent être affectés aux transports publics. Les limites auxquelles se heurte ce principe de tarification a priori très séduisant sont nombreuses :

-une première limite est le risque de faire payer l'utilisateur deux fois (temps perdu plus péage), si le péage ne supprime pas la congestion ;

-une seconde limite est sociale, dans la mesure où le péage urbain pénalise les classes moyennes (au bénéfice des classes les plus favorisées certes, mais aussi des classes les plus défavorisées, captives des TC et qui peuvent profiter de leur amélioration) ;

-pour un projet d'infrastructure urbaine à péage (tunnel du PRADO...), on constate vite que la congestion n'est pas supprimée, mais reportée aux extrémités de l'ouvrage ;

-le risque n'est pas négligeable, que des transferts trop visibles des recettes du péage vers les TC soient mis en péril par des réactions d'opposition violentes de la part des automobilistes (et ces recettes vont finalement à l'extention du réseau routier...);

-enfin, pour un projet de réseau d'infrastructures à péage (MUSE...), le risque est de voir se créer une institution qui se rend autonome du pouvoir politique et dont la rationalité propre est d'étendre son réseau d'infrastructures, plus que de subventionner les TC. Si l'on se plaçait dans la logique de complémentarité présentée dans cette étude, seule la concession d'un ouvrage à péage (tunnel, parking) à l'autorité responsable de l'ensemble du système de transport pourrait garantir les transferts du péage vers les TC, et éviter de telles dérives.

En définitive, le principe du péage urbain est une solution qui peut être appliquée avec précautions à quelques ouvrages spécifiques, mais du fait de ses limites, il ne peut constituer un moyen global d'internalisation.

Cependant, pour ce qui concerne les projets d'autoroutes de dégagement aux entrées des villes (BUS, A45 à Lyon, A15 à Paris, A35 à Strasbourg...), la loi sur les concessions autoroutières interdisant le péage ne semble plus adaptée à la situation actuelle : il nous paraît évident que poursuivre la réalisation de pénétrantes urbaines gratuites est contraire à une logique d'internalisation, puisque cela ne fait qu'aggraver l'érosion des parts modales et la crise de financement des transports collectifs.

Regardons à présent ce qu'il en est pour les mesures réglementaires : Il semble politiquement plus facile d'interdire la circulation que de la tarifer. d'où la multiplication des expériences de restriction de la circulation dans les centres villes. Par rapport au péage urbain, l'internalisation par les mesures réglementaires présentées ne peut consister en un transfert monétaire direct. Cependant, ces mesures, en pénalisant certains usagers VP, ceux qui occasionnent le plus de nuisances, ou ceux ayant l'alternative d'une offre TC performante, vont tout de même permettre un transfert indirect plus ou moins caché de ces usagers vers le reste de la collectivité. Ce type de mesures plutôt rigides, s'écarte *a priori* des principes de tarification au coût marginal ; cependant, il est intéressant d'observer *a posteriori* comment des limitations de capacités d'une pénétrante urbaine peuvent coller bien mieux que ne l'aurait fait un péage à ces principes de tarification : aux heures de pointe l'effet de dissuasion est maximum, et aux heures creuses cet effet est nul ! Notons que les mesures de restriction adoptées avec un certain succès par de nombreuses agglomérations, qui d'une certaine manière sont des atteintes à la liberté individuelle, impliquent nécessairement en contre partie un réseau de transport public capable de répondre à une demande supérieure et représentant une alternative satisfaisante.

Les principes du péage urbain et des réglementations étant posés, quels sont les structures qui pourraient assurer la mise en place d'un internalisation par gestion globale du système de transport ? Le PDU, initié par l'article 28 de la LOTI, doit définir les principes généraux de l'organisation de la circulation et du stationnement dans le périmètre des transports urbains. Soumis à enquête publique, il vise à planifier à moyen terme une organisation rationnelle des différents modes de transport. Cependant, cet outil n'a pas été utilisé jusqu'au bout de sa logique : au nom du libre choix du mode de transport, les politiques de déplacement des collectivités se contentent généralement d'accompagner le développement de l'offre TC par de simples sensibilisations des individus aux préoccupations environnementales. Il est intéressant d'observer que dans deux pays voisins, la Suisse et l'Italie, le développement de transports alternatifs à

l'automobile est lié à des politiques volontaristes de contraintes de la VP. L'internalisation n'est en France que balbutiante...

Notre étude nous amène à titre d'illustration à considérer le cas de l'offre ferroviaire péri-urbaine du Grand Lyon. Un diagnostic des limites actuelles de cette offre nous amène dans un premier temps à présenter un réseau de "tramway RER" qui s'interpénétrerait dans les réseaux de transports urbain, et dont les potentialités en termes d'alternative à l'automobile seraient considérables. Par la suite, nous proposons une estimation des reports modaux en fonction de diverses mesures concrètes de dissuasion des trafics sur les principaux axes radiaux de l'agglomération. Cela nous amène à conclure que la mise en place *du dixième* des mesures évoquées aurait le même effet sur le partage modal qu'un investissement de 1 Md dans le fer !

Un écart considérable entre la situation ferroviaire lyonnaise et la situation dans d'autres villes européennes nous amène alors à nous poser une question : si les décideurs politiques hésitent entre des préférences sociales contradictoires, n'est-ce pas à la SNCF d'agir dans le sens d'une internalisation ? En effet, lors de la définition des plans de déplacement régionaux, la SNCF laisse trop souvent passivement l'initiative aux collectivités locales. Certes, la définition des politiques ferroviaires est du ressort du politique, mais seule l'entreprise ferroviaire possède une technicité et un savoir-faire suffisant pour bien connaître les potentialités d'améliorations des performances de son réseau. Mais replaçons nous dans une logique d'internalisation qui se traduirait par une gestion globale du système de transport suivant un principe de complémentarité : Non seulement une telle internalisation représente une opportunité pour la SNCF, mais *il est même dans l'intérêt vital de cette dernière d'en initier les principes*. Cela nous amène à évoquer une stratégie d'action où c'est la SNCF qui chercherait à promouvoir de façon offensive et vendre un produit ferroviaire "clef en main" aux collectivités locales, quitte à clairement en annoncer le prix : couverture des déficits ou bien acceptation de restrictions de circulation routière. Remarquons que cette stratégie n'est pas si éloignée de celle qui a été adoptée avec succès par la région SNCF Ile de France. Les réseaux ferroviaires de province sont-ils si lointains, pour être ainsi abandonnés à la bonne volonté des collectivités locales ?

ANNEXE BIBLIOGRAPHIQUE

BRUIT

- P. BAR, G. GUY, DEHAUSSE, 1979. "Réduction du bruit de la circulation urbaine".
- CETUR, 1984. "Recensement des points noirs dus au bruit", annexe 4.
- DTT, service des chemins de fer, 1984. "Bruit ferroviaire. Rapport sur les connaissances disponibles et propositions de recherches".
- J. LAMBERT, IRT, CERNE, 1981. "Analyse coût-avantage des politiques à long terme de lutte contre le bruit des transports terrestres".
- J. LAMBERT, GERPA, 1990. "Evaluation économique des politiques à long terme de lutte contre le bruit". INRETS.
- M. MAURIN, 1984. "Enquête nationale sur les nuisances dues aux transports en France".
Collection Recherche Environnement n°22.-IRT-CERNE -.
- Ministère des Transport, Ministère de l'Urbanisme et du Logement, Secrétariat d'Etat à l'Environnement et à la qualité de la vie, CETUR, 1984. "Recensement des points noirs dus au bruit des transports terrestres".
- OCDE, 1989. "Rapport de l'OCDE sur l'état de l'environnement. Bruit".
- OCDE, 1990. "Politiques de lutte contre le bruit pour les années 1990. Projet de rapport final".
- M. VALLET, 1987. "L'évolution des exigences en matière de bruit routier". TEC n°93.

POLLUTION ATMOSPHERIQUE

- L. HANSON, 1991. "Air pollution fees and taxes in Sweden". Transport Research Board's Annual Meeting, 13-17/01/1991, Washington DC.
- R JOUMARD, J. LAMBERT, 1991. "Evolution des émissions de polluants par les transports en France de 1970 à 2010. INRETS".
- C. LAMURE, INRETS, 1992. "Routes, pollution de l'atmosphère et forme d'énergie futures".
Revue Générale des Routes et Aéroports, n°692.
- Y. MARTIN, 1990. "Rapport du groupe interministeriel sur l'effet de serre".

INSECURITE

GIRAUDET, Pierre, 1989, "La sécurité routière". Livre blanc présenté au Premier Ministre. Paris : La Documentation Française, Coll. des rapports officiels. 160 p., pp 77-112

Service central de la statistique et des études économiques du Luxembourg, 1980. "Le coût économique des accidents de la route". Bulletin du STATEC, n°6.

COUT DES TRANSPORTS

CEMT, 1985. "Evolution prévisible du coût des différents modes de transport de marchandises". Table ronde 79.

S. ESCANDE, OEST, 1987. "CEE : Quelles charges fiscales pour le transport routier de marchandises ? Point sur les études réalisées dans la perspective de 1992".

GRUPP H.G., 1986, "Die sozialen Kosten des Verkehrs. Gruntrib zu ihrer Berechnung", Verkehr und Technik, p. 9.

Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de la mer, Direction des transports terrestres, 1990, actualisation 1991. "Conditions d'exploitation et prix de revient dans le transport routier de marchandises à longue distance".

ESPACE UBAIN et PERI-URBAIN :

ARABEYRE A-M., PETIOT R-C., 1992, "Etude du flux de véhicules aux abords des écoles primaires et maternelles lyonnaises", Mémoire de Maîtrise d'Economie: Université Lumière Lyon2, 61 p.+ annexes.

BOUET F., DUMON P., LET, 1991, "Modélisation du trafic intercity en Rhône Alpes", mémoire de DEA, 147p.

CETUR, CETE de Lyon, CERDAM-GENEST, mai 1991, "Le stationnement privé au lieu de travail facteur d'évolution de la mobilité et de structure urbaine", 147 p.+ annexes.

CIUFFINI F.M., DI EUGENIO A., 1992, "Etude pour la ville sans voiture", Communication lors de la 6^{ème} Conférence Mondiale sur la Recherche dans les Transports: Lyon, du 29 juin au 3 juillet 1992. 12 p.

DAMPIERE J, février 1992, "Centre-ville: faut-il faire payer les automobilistes?", *Transport Public*, pp. 30 à-35.

DELAYER M., 1986, "Les variables de commande du système de transports urbains: première approche générale des différentes actions", Mémoire de DEA d'Economie des Transports: Université Lumière Lyon II-ENTPE, 155 p.+ annexes.

GAMON P., LET, 1990, "La promotion des transports collectifs de niveau régional: une évaluation de la politique française de décentralisation", Table ronde 82, CEMT, Paris.

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

TABOURIN E., LET, 1986, "Le modèle Quin-Quin", Doctorat d'Université.

DOCUMENTS GENERAUX

AFME, CNRS, CEE, 1989, Ministère de la Recherche et de la Technologie, RETIE, "Colloque énergie et Environnement".

P. AUZANNET, RATP, 1990. "L'efficacité économique et sociale des transports de voyageurs". Revue générale des chemins de fer".

P. Auzannet et A. Bellaloum, mars 1993, "Le coût des déplacements pour la collectivité en Ile de France", RATP

AUZANNET P., BAYE E., DAMPIERRE J., décembre 92, "Le système de transport à Singapour", Union des transports publics, CETUR, 53p.

J.M. BEAUVAIS, 1977. "Le cout social d'un système de transport urbain".

Bilan annuel de la Sécurité routière. statistiques et commentaires. année 1991. Paris, 1993: La Documentation Française, 183 p.

A. BONNAFOUS, 1989. "Allocation des coûts externes". Conférence de l'ESTI, Bruxelles. La politique des transports : l'harmonisation des conditions de concurrence.

Y. BONNETAIN, JP. ROUMEGOU, 1980. "Le poids lourd. Conception et fonctionnement", Note d'information de l'IRT.

CEMT, 1989. "Environnement et infrastructures de transport". Table ronde 79.

CEMT, 1990. "La politique des transports et l'environnement". Session ministérielle de la CEMT, avec la coopération de l'OCDE.

CEMT, 1991. "Le transport de marchandises et l'environnement".

CGPC, 1981. "Rapport du groupe de travail chargé d'évaluer le coût pour la collectivité nationale des transports routiers de personnes et de marchandises".

- CGPC, 1991. Groupe de travail Transport et environnement. "Proposition pour la cohérence des administrations et pour un système d'indicateurs coordonnés".
- EGGELSTON et ALII, "CORINAIR working group on emission factors for calculating 1985 emissions from road traffic", CEC report, DG XI, EUR 12260 EN, Bruxelles.
- LET, 1992, "Evaluation des effets externes du secteur des transports", recherche réalisée pour le compte de la SNCF, juin 92.
- L. HANSSON et J. MARKHAM, fév. 1992, "Internalization of external effects in transportation".
- V. HIMANEN, K. MAKELA, K. ALPPIVUORI, P. AALTONEN, J. LOUHELAINEN, Road and Traffic Laboratory, Technical Research Centre of Finland, Research Notes. "The monetary valuation of road traffic's environmental hazards".
- IRT, 1979. "Les effets des investissements de transport terrestre sur l'environnement et sur le développement économique".
- W. JARVIE, The ninth ARRB conference, Brisbane, 1978. "The impact of trucks in suburbs" in session 30 - 24/08/78.
- A. KANAFANI, 1983. "The social costs of road transport".
- J. LAMBERT, 1990, "Transport et environnement. Aspects économiques". cours d'économie publique. Lyon II.
- LAMBERT J., "Nuisances et coût social de l'automobile. essai de quantification", RTS n°11, 1986.
- MARSHALL A., "Principles of Economics", Londres, Macmillan, 1906, 5^e éd. ; trad. française, 1971: "Principes d'économie politique", deux tomes, Gordon et Breach, publications Gramma.
- S.A. MORRISON, 1986, "A survey of road pricing", Transportation, Vol 20 A n° 2n pp 87-97,
- OCDE, 1988. "Transport et environnement". Paris.
- OCDE, K. BUTTON, 1990. "Les défaillances du marché et de l'intervention des pouvoirs publics dans la gestion des transports".
- OCDE, D.W. PEARCE, A. MARKANDYA, J.P. BARDE, 1989. "L'évaluation monétaire des avantages des politiques de l'environnement".
- OCDE, E. QUINET, 1989. "Le coût social des transports terrestres".
- PAPON F., 1991, "Les Routes de Première Classe : un péage urbain choisi par l'utilisateur", Colloque "La Régulation des Déplacements Urbains par leur Prix", 4èmes Entretiens du Centre Jacques Cartier: Lyon LET, du 4 au 6 décembre 1991, 19 p.
- PEREZ M., 1992, "Coûts externes du transport marchandises", LET, pp. 22-24.
- PLANCO, 1990, "Coûts externes du trafic : rail, route, voie navigable", Essen.

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

W. ROTHENGATTER, 1988, 11 symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, Bruxelles, "Ressources pour les transports de demain, sous-thème 4 : La qualité de la vie et les couts sociaux. b/ Nuisances".

N. RUELLAND, OEST, 1989. "Le coût des transports par route pour la collectivité, 1985-1986".

Syndicat des Transports Parisiens, Région Ile-de-France, DRE de l'Ile-de-France, RATP, SNCF, 1991. "Compte transport de voyageurs pour la région Ile-de-France, 1989".

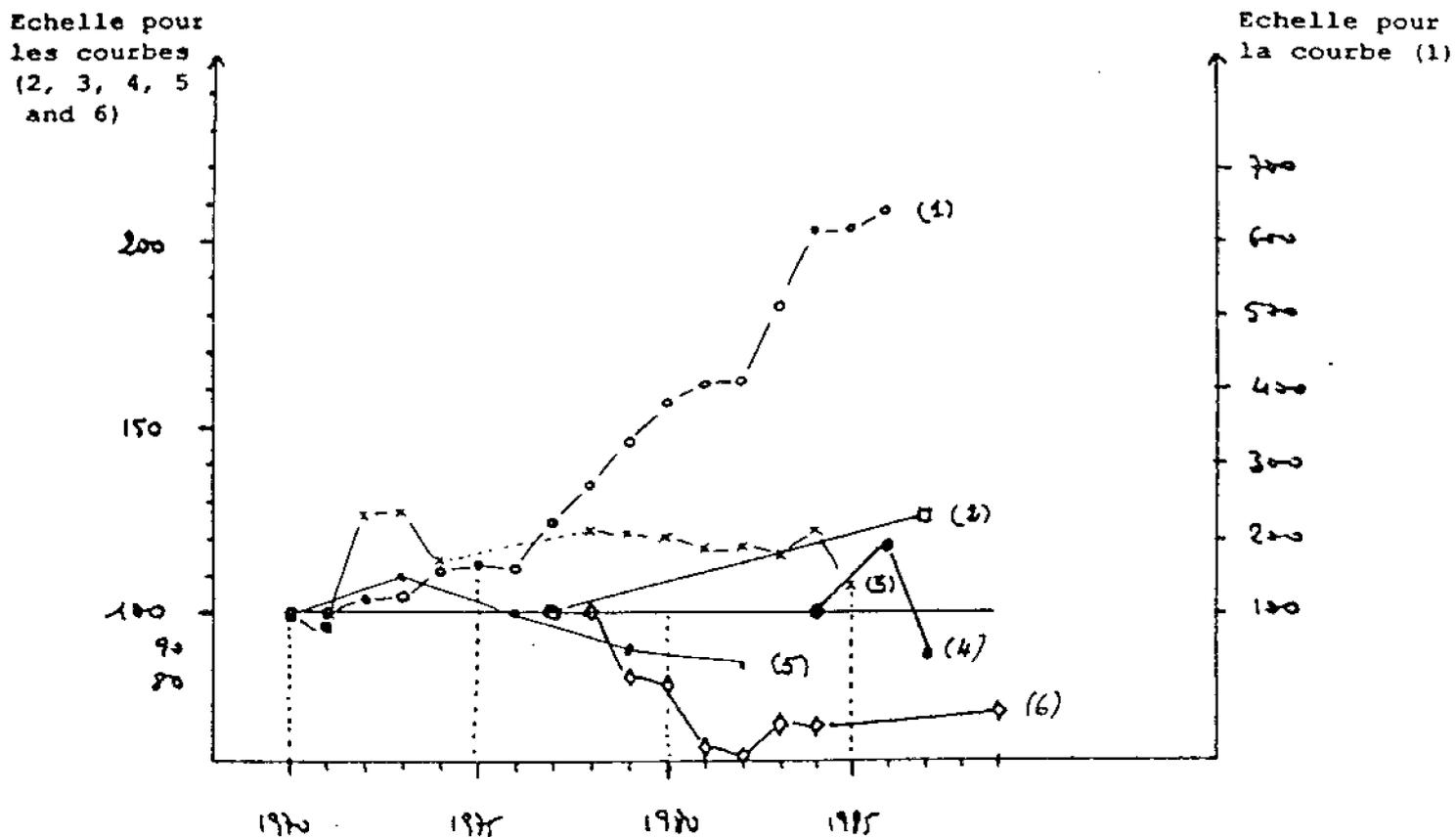
M. TEFRA, 1991. "Evaluation des coûts externes créés par les transports routier et ferroviaire de marchandises".

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

ANNEXES

1
2
3

Figure 3
Evolution de la gêne due aux bruits : enquêtes d'opinion et plaintes enregistrées, pays
sélectionnés, 1970-1987



NOTES:

- 1- Angleterre: Nombre de plaintes pour 1M d'habitants concernant les sources de bruit et P.de Galles hors transports.
- 2- Pays-Bas: Enquête d'opinion: % de la population s'estimant gênée par le bruit du trafic routier.
- 3- Japon: Total des plaintes enregistrées auprès des collectivités locales.
- 4- Allemagne: Enquête d'opinion sur la gêne à domicile due au bruit.
- 5- Autriche: Personnes gênées fortement par le bruit du trafic routier.
- 6- France: Enquête d'opinion: % de logements ou les habitants se déclarent fortement ou très fortement gênés par les bruit.

Source: OCDE, rapports nationaux

Autres évaluations des quantités émises

Emissions unitaires VP, 1990, en g/km
INRETS

	urbain	extra-urbain	routés	autoroutes	ensemble
		routés + autoroutes			
CO	40,8	12,3	12,8	9	22,8
CO2	255	166	163	163	183
HC	11,9	2,3	2,3	1,6	6,9
NOx	1,73	1,88	1,9	2,5	1,8
P	0,062	0,043	0,04	0,053	0,056

Emissions unitaires VU, 1990, en g/km
INRETS

	urbain	extra-urbain	routés	autoroutes	ensemble
		routés + autoroutes			
CO	30,2	8,4	7,8	8,8	14,6
CO2	373	646	600	611	487
HC	8,6	1,9	2,3	1,5	4
NOx	2,6	10,2	11,4	9,8	7,6
P	0,33	0,66	0,76	0,65	0,66

trafic 1990 en mds de veh.km
BROSSIER

	urbain (% aut urb)	routés nationales départementales et autres	autoroutes	total
Circ totale	148,6	242	45,3	435,8
VP	118,8	168,7	32,4	340,9
VU	28,7	63,3	12,9	94,9
VUL	23,3	36,6	6,3	66,2
PL 3,5-10t	0,6	1,63	0,28	2,81
PL >10t	4,8	16,06	6,3	26,16

détermination des émissions de SO2 (Himinen)
émissions unitaires en g/km

	urbain	extraurbain
voiture essence	0,03	0,02
voiture diesel	0,3	0,2
PL diesel	2,5	1,5

trafic en milliard de veh.km

	urbain	extraurbain
VP essence	101,8	141,5
VP diesel	18,0	79,8
VUL essence	11,7	20,2
VUL diesel	11,7	22,7
PL >3,5 t diesel	4,2	19,9

Emissions VP en masse, 1990, en milliard de grammes

	urbain	ext-urbain	routés	autoroutes	ensemble
CO	4864	2720	2359	292	7883
CO2	30849	34492	30758	6281	65041
HC	1426	509	434	62	1934
NOx	207	418	369	76	623
SO2	21,3	18,7	7	7	40,1
P	7,4	9,6	7,6	1,7	16,9
total	37075	38164	33917	6701	76236

Emissions VU en masse, 1990, en milliard de grammes

	urbain	ext-urbain	routés	autoroutes	ensemble
CO	867	424	400	75	1290
CO2	10706	36145	31980	6692	46550
HC	244	128	123	19	370
NOx	78	678	608	128	750
SO2	22,8	34,8	7	7	67,6
P	9,5	48,0	40,5	8,4	64,5
total	11923	37460	33160	6621	49372

Emissions VP+VU en masse, 1990, en milliard de grammes

	urbain	ext-urbain	routés	autoroutes	ensemble
CO	5731	3143	2759	366	8874
CO2	41204	70637	62738	11873	111891
HC	1670	634	557	71	2304
NOx	282	1091	966	201	1373
SO2	44	64	7	7	88
P	17	66	48	10	71
total	48997	78613	67067	12622	124610

émissions de SO2 en masse (milliard de grammes)

	urbain	extraurbain	total
VP essence	3,1	2,8	5,9
VP diesel	18,3	18,9	34,2
VUL essence	0,36	0,40	0,76
VUL diesel	12,0	4,6	16,6
PL >3,5 t diesel	10,8	29,9	40,4
TOTAL	44,1	63,6	97,7

clae de répartition
émissions VP en % selon le type de voirie

	urbain	extra-urbain	routés	autoroutes
CO	0,64	0,36	0,31	0,04
CO2	0,47	0,53	0,47	0,08
HC	0,74	0,26	0,22	0,03
NOx	0,33	0,67	0,56	0,12
SO2	0,53	0,47	?	?
P	0,44	0,56	0,45	0,10
total	0,49	0,51	0,45	0,06

clae de répartition
émissions VU en % selon le type de voirie

	urbain	extra-urbain	routés	autoroutes
CO	0,67	0,33	0,31	0,06
CO2	0,23	0,77	0,66	0,14
HC	0,66	0,34	0,33	0,06
NOx	0,10	0,90	0,81	0,17
SO2	0,40	0,60	?	?
P	0,17	0,83	0,74	0,16
total	0,24	0,76	0,67	0,14

clae de répartition
émissions VP+VU en % selon le type de voirie

	urbain	extra-urbain	routés	autoroutes
CO	0,65	0,35	0,31	0,04
CO2	0,37	0,63	0,56	0,11
HC	0,72	0,28	0,24	0,03
NOx	0,21	0,79	0,70	0,16
SO2	0,45	0,55	?	?
P	0,24	0,76	0,67	0,14
total	0,39	0,61	0,64	0,10

Clae de répartition SO2

	urbain	extraurbain
VP essence	0,62	0,48
VP diesel	0,63	0,47
VUL essence	0,46	0,64
VUL diesel	0,72	0,28
PL >3,5 t diesel	0,26	0,74
TOTAL	0,46	0,55

Cle de répartition, émissions unitaires INRETS et Hi manen, trafic INRETS.

Autres évaluations des quantités émises

Emissions unitaires VP, 1990, en g/km INRETS

	urbain	extra-urbain route + autoroute	routes	autoroutes	ensemble
CO	40,8	12,3	12,5	9	22,8
CO2	255	156	183	183	193
HC	11,9	2,3	2,3	1,8	5,9
NOx	1,73	1,88	1,9	2,3	1,8
P	0,062	0,043	0,04	0,063	0,066

Emissions unitaires VU, 1990, en g/km INRETS

	urbain	extra-urbain route + autoroute	routes	autoroutes	ensemble
CO	30,2	6,4	7,5	5,8	14,5
CO2	373	548	600	511	487
HC	6,5	1,9	2,3	1,5	4
NOx	2,8	10,2	11,4	9,8	7,8
P	0,33	0,68	0,78	0,65	0,58

trafic 1990 en mds de veh.km INRETS

	urbain (yc aut urb)	routes nationales départementales et autres	autoroutes	total
Circ totale	133,8	165	68,2	367
VP	111,4	149,6	39,8	301
VU	22,4	16,2	28,4	68
VUL	20,8	24		44,8
PL >3,5 t	1,8	19,6		21,4

détermination des émissions de SO2 (Hi manen)

émissions unitaires en g/km

	urbain	extraurbain
voiture essence	0,03	0,02
voiture diesel	0,3	0,2
PL diesel	2,5	1,5

trafic en milliard de veh.km

	urbain	extraurbain
VP essence	94,7	121,3
VP diesel	18,7	68,3
VUL essence	10,3	11,3
VUL diesel	10,3	12,7
PL >3,5 t diesel	1,8	19,6

émissions de SO2 en masse (milliard de grammes)

	urbain	extraurbain	total
VP essence	2,8	2,4	5,3
VP diesel	17,0	13,7	30,7
VUL essence	0,3	0,2	0,5
VUL diesel	10,8	2,5	13,1
PL >3,5 t diesel	4,5	29,4	33,9
TOTAL	35,3	48,2	83,5

Emissions VP en masse, 1990, en milliard de grammes

	urbain	ext-urbain	routes	autoroutes	ensemble
CO	4523	2332	1873	358	6855
CO2	28407	29578	24417	8487	57985
HC	1328	438	345	64	1782
NOx	193	356	285	92	549
SO2	20	16	7	7	38
P	7	8	8	2	15
total	34478	32728	28926	7003	67201

Emissions VU en masse, 1990, en milliard de grammes

	urbain	ext-urbain	routes	autoroutes	ensemble
CO	878	279	114	185	958
CO2	8355	23808	9120	14512	32181
HC	190	83	35	43	273
NOx	58	445	173	278	503
SO2	15	32	7	7	48
P	7	30	12	18	37
total	9303	24674	9454	15017	33977

Emissions VP+VU en masse, 1990, en milliard de grammes

	urbain	ext-urbain	routes	autoroutes	ensemble
CO	6190	2811	1987	523	7810
CO2	36762	83303	33637	21000	90148
HC	1818	619	380	108	2033
NOx	251	801	458	370	1052
SO2	35	48	7	7	84
P	14	38	18	21	62
total	43778	57400	36379	22019	101179

cle de répartition

émissions VP en % selon le type de voirie

	urbain	extra-urbain	route	autoroute
CO	0,66	0,34	0,27	0,05
CO2	0,49	0,51	0,42	0,11
HC	0,75	0,25	0,20	0,04
NOx	0,35	0,65	0,52	0,17
SO2	0,55	0,45	?	?
P	0,48	0,54	0,40	0,14
total	0,51	0,49	0,40	0,10

cle de répartition

émissions VU en % selon le type de voirie

	urbain	extra-urbain	route	autoroute
CO	0,71	0,29	0,12	0,17
CO2	0,28	0,74	0,28	0,45
HC	0,70	0,30	0,13	0,16
NOx	0,12	0,88	0,34	0,55
SO2	0,32	0,68	?	?
P	0,20	0,80	0,31	0,50
total	0,27	0,73	0,28	0,44

cle de répartition

émissions VP+VU en % selon le type de voirie

	urbain	extra-urbain	route	autoroute
CO	0,67	0,33	0,25	0,07
CO2	0,41	0,69	0,37	0,23
HC	0,74	0,26	0,19	0,05
NOx	0,24	0,76	0,44	0,35
SO2	0,42	0,58	?	?
P	0,27	0,73	0,34	0,39
total	0,43	0,57	0,36	0,22

Cle de répartition SO2

	urbain	extraurbain
VP essence	0,54	0,46
VP diesel	0,55	0,45
VUL essence	0,58	0,42
VUL diesel	0,81	0,19
PL >3,5 t diesel	0,13	0,87
TOTAL	0,42	0,58

Évaluation monétaire, normes européennes, émissions unitaires PROGNOS, trafic comptes transport 90.

Évaluation monétaire

Emissions unitaires PROGNOS

	CO2	NOx	CnHx	SO2	CO	P	Trafic Comptes transport		Emissions totales		(en milliards de g)				
							en t.km	en voy.km	CO2	NOx	CnHx	SO2	CO	P	TOTAL
VU (en g/t.km)	207	3,6	0,3	0,23	2,4	0,27	144,9		29994	522	43	33	348	39	30980
VP (en g/voy.km)	180	2,1	0,3	0,28	1,1		585,6		105408	1230	176	164	5870	0	112847
								VP+VU	135402	1751	219	197	6217		143788

NORME
(Fs/g)

CO2	NOx	CnHx	SO2	CO
0,00021	0,0138	0,0138	0,0138	0,00105

		CO2	NOx	CnHx	SO2	CO	TOTAL
Valeurs d'émissions (milliardsF)	VU	8,3	7,2	0,8	0,5	0,4	14,9
	VP	22,1	17,0	2,4	2,3	8,2	50,0
	VP+VU	28,4	24,2	3,0	2,7	6,5	64,9

part urbain
VP+VU

0,65	0,21	0,72	0,45	0,65
------	------	------	------	------

valeur
d'émission
VP+VU

18,5	5,1	2,2	1,2	4,2
------	-----	-----	-----	-----

part de l'urbain
clé de répartition INRETS

0,24	0,49	0,39
------	------	------

évaluation monétaire
pollution urbaine

3,6	24,5	25,3
-----	------	------

Les poids-lourds

émissions unitaires CORINAIR en g/km

		émissions unitaires CORINAIR en g/km			trafic en		émissions en masse en milliards de grammes			
		CO	HC	NOx	P	mode de veh. km	CO	HC	NOx	P
essence >3,5t	urbain	70	7	4,5	0	0,28	19,60	1,96	1,26	0,00
	route	55	5,5	7,5	0	0,2	11,00	1,10	1,50	0,00
	autoroute	50	3,5	7,5	0	0,04	2,00	0,14	0,30	0,00
	total						32,60	3,20	3,06	0,00
diesel 3,5-16t	urbain	6	2,6	11,6	0,9	1,6	9,00	3,90	17,70	1,35
	route	2,9	0,8	14,4	0,9	4,04	11,72	3,23	58,18	3,84
	autoroute	2,9	0,8	14,4	0,9	0,66	1,91	0,53	9,50	0,59
	total						22,63	7,66	85,38	5,56
diesel >16t	urbain	7,3	4,8	18,2	1,6	2,7	19,71	16,66	49,14	4,32
	route	3,7	3	24	1,6	10,6	39,22	31,80	254,40	16,96
	autoroute	3,1	2,4	19,8	1,3	4,6	14,26	11,04	91,08	6,98
	total						73,19	68,60	394,62	27,26
diesel bus et cars	urbain	6,6	5,3	16,5	1,4	0,9	5,94	4,77	14,85	1,26
	route	2,6	2,2	18,2	1,2	1,01	2,83	2,22	18,38	1,21
	autoroute	2,1	1,7	13,9	0,9	0,84	1,76	1,43	11,68	0,76
	total						10,63	8,42	44,91	3,23
	total général						138,95	77,78	627,97	36,07

Cles de répartition PL

	urbain	extraurb	route	autoroute
CO	0,39	0,61	0,47	0,14
HC	0,34	0,66	0,49	0,17
NOx	0,16	0,64	0,63	0,21
P	0,19	0,81	0,60	0,20
SO2	0,26	0,74	?	?

Evaluation monétaire, normes suédoises, émission unitaire INRETS et Himanen, trafic BROSSIER

Evaluations monétaires en milliards de francs

	NORME (Fs/g)	urbain VP	urbain VU	urbain VP+VU	extraurbain VP	extraurbain VU	extraurbain VP+VU	Total VP	Total VU	TOTAL VP+VU
CO	0,00125	6,1	1,1	7,2	3,4	0,5	3,9	9,5	1,6	11,1
CO2	0,00025	7,6	2,7	10,3	8,6	9,0	17,7	16,3	11,7	28,0
HC	0,0194	27,7	4,7	32,4	9,9	2,4	12,3	37,5	7,2	44,7
NOx	0,0388	8,0	2,9	10,9	16,1	26,2	42,3	24,2	29,1	53,3
SO2	0,0291	0,6	0,7	1,3	0,5	1,0	1,6	1,2	1,7	2,8
Total		50,0	12,1	62,1	38,6	39,2	77,8	88,6	51,3	139,9

Evaluations monétaires en milliards de francs

	NORME (Fs/g)	urbain VP	urbain VU	urbain VP+VU	extraurbain VP	extraurbain VU	extraurbain VP+VU	Total VP	Total VU	TOTAL VP+VU
CO	0,00105	5,1	0,9	6,0	2,9	0,4	3,3	8,0	1,4	9,3
CO2	0,00021	6,4	2,2	8,7	7,2	7,6	14,8	13,7	9,8	23,5
HC	0,0138	19,7	3,4	23,0	7,0	1,7	8,8	26,7	5,1	31,8
NOx	0,0138	2,9	1,0	3,9	5,7	9,3	15,1	8,6	10,3	18,9
SO2	0,0138	0,3	0,3	0,6	0,3	0,5	0,7	0,6	0,8	1,3
Total		34,4	7,9	42,2	23,1	19,6	42,7	57,5	27,4	84,9

Evaluation monétaire, normes suédoises, émission unitaire INRETS et Himanen, trafic INRETS

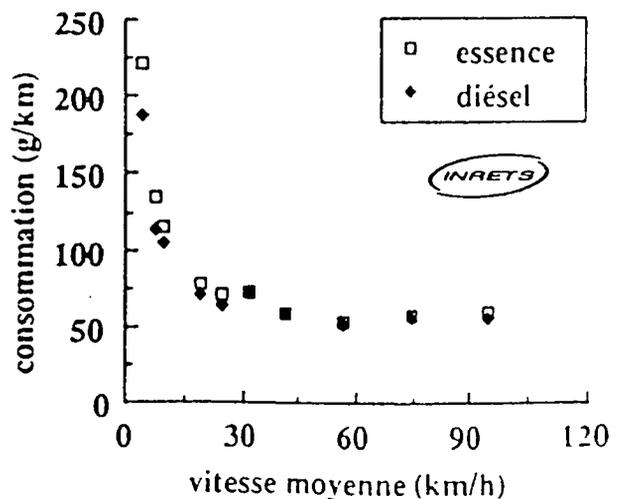
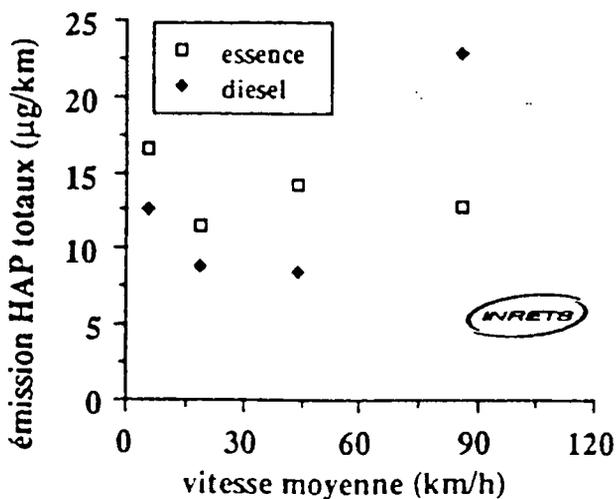
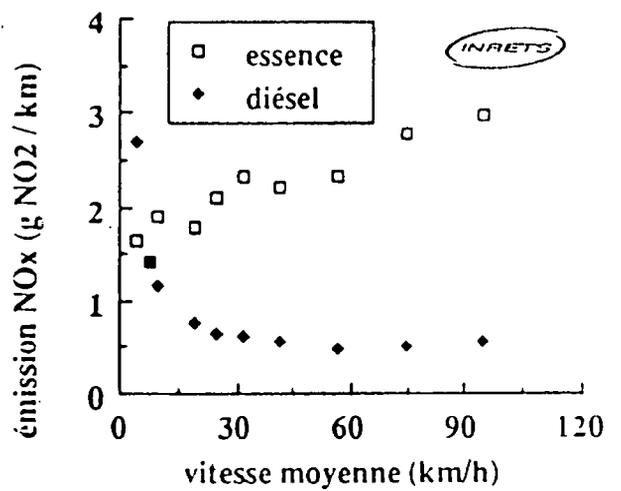
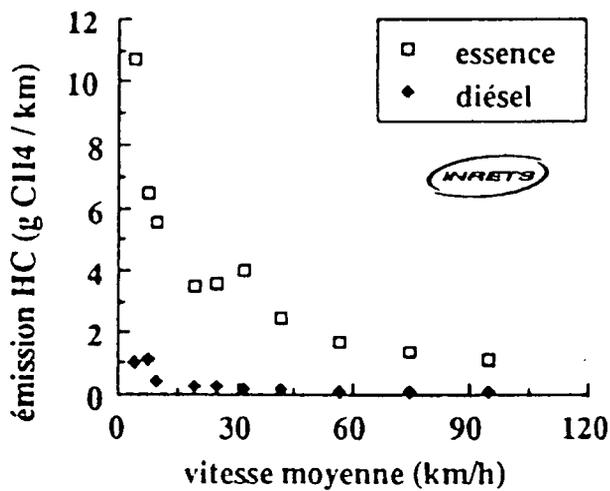
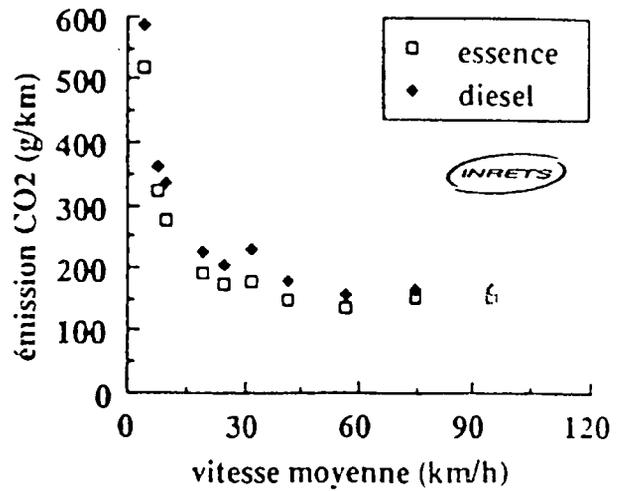
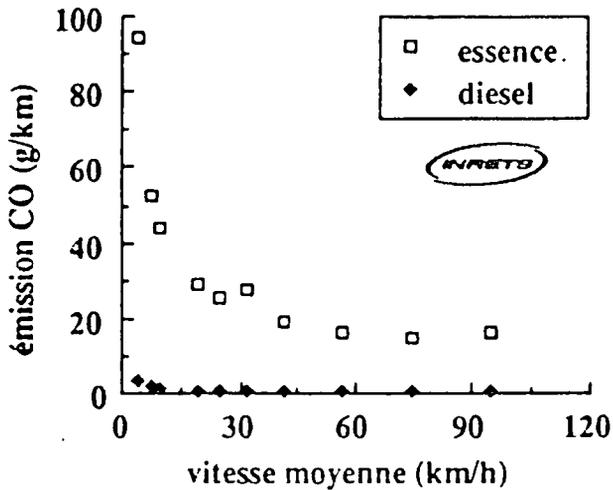
Evaluations monétaires en milliards de francs

	NORME (Fs/g)	urbain VP	urbain VU	urbain VP+VU	extraurbain VP	extraurbain VU	extraurbain VP+VU	Total VP	Total VU	TOTAL VP+VU
CO	0,00125	5,7	0,8	6,5	2,9	0,3	3,3	8,6	1,2	9,8
CO2	0,00025	7,1	2,1	9,2	7,4	6,0	13,3	14,5	8,0	22,5
HC	0,0194	25,7	3,7	29,4	8,5	1,6	10,1	34,2	5,3	39,5
NOx	0,0388	7,5	2,3	9,7	13,8	17,3	31,1	21,3	19,5	40,8
SO2	0,0291	0,6	0,4	1,0	0,5	0,9	1,4	1,0	1,4	2,4
Total		46,5	9,3	55,9	33,1	26,1	59,2	79,6	35,4	115,0

Evaluations monétaires en milliards de francs

	NORME (Fs/g)	urbain VP	urbain VU	urbain VP+VU	extraurbain VP	extraurbain VU	extraurbain VP+VU	Total VP	Total VU	TOTAL VP+VU
CO	0,00105	4,7	0,7	5,5	2,4	0,3	2,7	7,2	1,0	8,2
CO2	0,00021	6,0	1,8	7,7	6,2	5,0	11,2	12,2	6,8	18,9
HC	0,0138	18,3	2,6	20,9	6,0	1,1	7,2	24,3	3,8	28,1
NOx	0,0138	2,7	0,8	3,5	4,9	6,1	11,1	7,6	6,9	14,5
SO2	0,0138	0,3	0,2	0,5	0,2	0,4	0,7	0,5	0,7	1,2
Total		31,9	6,1	38,1	19,8	13,0	32,8	51,8	19,1	70,9

Emissions unitaires des véhicules à essence et des véhicules diesels en fonction de la vitesse moyenne du cycle de conduite sur cycles Inrets chauds, véhicules non réglés représentatifs du parc français de fin 1988 selon une campagne de mesure Inrets (Journard et coll., 1990).



Trafic urbain et extra-urbain des véhicules utilitaires (en million de veh.km)

Tonnage	ess/diesel	trafic urbain	trafic urbain en % du trafic total	trafic extra- urbain	trafic extra- urbain en % du trafic total
< 2,5 t	essence diesel	10400	15 %	10400	15 %
		7500	11 %	7500	11 %
2,5 - 4 t	essence diesel	670	1 %	1000	1,5 %
		3700	5,5 %	5500	8,2 %
4 - 6 t	essence diesel	110	0,16 %	170	0,25 %
		200	0,3 %	300	0,44 %
6 - 9 t	essence diesel	10	0,01 %	50	0,07 %
		210	0,3 %	800	1,2 %
9 - 12 t	essence diesel	-	-	-	-
		370	0,55 %	1500	2,2 %
12 - 15 t		150	0,22 %	1300	1,9 %
15 - 20 t		370	0,55 %	3400	5 %
> 20 t		70	0,1 %	1300	1,9 %
tracteurs		430	0,64 %	10200	15 %
Total		24000	36 %	43400	64 %

INTRODUCTION	1
L'explosion de la mobilité en Europe dans le cadre mondial	1
De l'explosion de la mobilité au problème des externalités.....	1
Une démarche originale.....	3
I. Première partie : L'EVALUATION DES EFFETS EXTERNES EN MILIEU URBAIN	4
1. Quelle définition de l'urbain : typologie des problématiques des relations transport et environnement dans l'espace :.....	4
1 a) Espace inter-urbain	4
1 b) Espace urbain et péri-urbain.....	5
1 c) L'interface urbain/péri-urbain.....	5
1 d) Les normes adoptées pour les évaluations monétaires	5
1 R)Quelle définition de l'urbain : résumé.....	6
2. Présentation qualitative des effets externes des transports en milieu urbain	7
2.1.Aperçu général des atteintes à l'environnement :.....	7
2.1.R) Aperçu général des atteintes à l'environnement : remarque.....	7
2.2.Le bruit en milieu urbain	9
2.2.a) aperçu technique	9
2.2.b) L'enquête INRETS 1986-87.....	10
2.2.c) perspectives.....	11
2.2.d) Remarques sur le bruit ferroviaire :.....	12
2.2.R) Le bruit en milieu urbain : résumé.....	12
2.3.La pollution atmosphérique	13
2.3.a) La prépondérance des nuisances en milieu urbain.....	13
2.3.b) Des relations de causalité difficiles à établir.....	13
2.3.c) Une présentation des effets par type de polluant.....	14
2.3.R) La pollution atmosphérique : résumé.....	18
2.4.Les effets externes de l'insécurité routière en urbain	19

2.4.a) Une définition des externalités liées à l'insécurité routière difficile	19
2.4.b) Des coûts non internalisés par les compagnies d'assurance	20
2.4.c) L'insécurité des autres modes de transport	21
2.4.R) L'insécurité routière : résumé	21
2.5. La congestion et l'usage de l'espace	22
2.5.R) La congestion : résumé	22
3 Le concept d'effet externe et les limites de la monétarisation	23
3.1. Rappels et généralités sur le concept d'effet externe	23
3.1.a) Rappels théoriques	23
3.1.b) Différentes approches des coûts externes	29
3.1.R) Rappels et généralités sur le concept d'effet externe : résumé	31
3.2. Les limites de l'évaluation monétaire des effets externes	32
3.2.a) Les limites des évaluations de dommages	32
3.2.b) Les limites des évaluations d'objectifs d'évitement	33
3.2.c) Les malentendus sur la monétarisation de l'environnement	33
3.2.d) L'approche suédoise	35
3.2.e) L'approche développée dans l'étude : Des externalités "pertinentes" et "potentielles"	37
3.2.R) Les limites des évaluations monétaires des effets externes : résumé	38
4. Proposition de valorisation monétaire des effets externes du transport en milieu urbain	39
4.1. Les trafics en milieu urbain	39
4.1.R) Les trafic en milieu urbain : remarque	40
4.2. Le coût du bruit	41
4.2.a) Part des différents trafics urbains dans l'origine du bruit :	41
4.2.b) Evaluation minimale des dépenses et pertes occasionnées par le bruit :	42
4.2.c) Evaluation du coût du bruit en fonction d'un objectif de réduction (développement soutenable) :	45

4.2.d) Conclusions :	49
4.2.R) Le coût du bruit : résumé.....	51
4.3.Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain.....	52
4.3.a) Part des espaces urbains dans l'origine et les dommages de la pollution.....	54
4.3.b) Estimation d'un coût de pollution minimal pertinent	65
4.3.c) Evaluations monétaires suivant une logique de développement soutenable.....	65
4.3.d) Conclusion.....	68
4.3.R) Le coût de la pollution atmosphérique en milieu urbain : résumé	68
4.4.Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains.....	69
4.4.a) A propos du "coût du mort".....	69
4.4.b) Les coûts externes de la circulation routière en urbain : méthode de calcul.....	70
4.4.c) Les coûts externes de l'insécurité routière urbaine : Résultats "pertinents" et "potentiels"	72
4.4.d) Conclusions.....	74
4.4.R) Le coût de l'insécurité due aux trafics urbains : résumé	76
4.5.Le coût de la congestion : approche en terme de temps et approche en terme d'espace.....	77
4.5.a) Congestion et espace-temps.....	77
4.5.b) Les tentatives de valorisation.....	85
4.5.R) Le coût de la congestion : approche en terme de temps et approche en terme d'espace : résumé	93
4.6.Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière en milieu urbain.....	94
4.6.R) Tableau récapitulatif des coûts externes de la circulation routière en milieu urbain : remarques.....	95

II. Seconde partie : L'INTERNALISATION DES EFFETS EXTERNES DANS LE MARCHÉ DES TRANSPORTS URBAINS : DES MESURES TARIFAIRES ET REGLEMENTAIRES AUX STRATEGIES DE DEPLACEMENT INTEGREES 95

1. De l'internalisation classique à la gestion de préférences collectives contradictoires	95
1 a) Coûts sociaux ou compromis sociaux ?	95
1 b) Les choix de projets dans les transports : des exemples de compromis sociaux.....	97
1 R) De l'internalisation classique à la gestion de préférences collectives contradictoires : résumé	98
2. Un modèle analytique pour comprendre la problématique du marché des transports urbains.....	98
2.1. Rappels sur la problématique des activités à rendements croissants.....	100
2.1.R) Rappels sur la problématique des activités à rendement croissant : résumé	102
2.2. Assumer la préférence collective pour le transport collectif : une nouvelle interprétation de l'internalisation à l'aide d'un modèle simple.....	102
2.2.a) Limites de l'approche par mode.....	102
2.2.b) Un modèle analytique	104
2.2.c) Logique de système et transferts de surplus	106
2.2.d) Vers une approche intégrée	112
2.2.R) Assumer la préférence collective pour le transport collectif : une nouvelle interprétation de l'internalisation à l'aide d'un modèle simple : résumé	113
3. Péage urbain et réglementation.....	113
3.1. Principes, limites et applications du péage urbain	113
3.1.a) Les principes de l'internalisation par le péage urbain	113
3.1.b) Limites.....	114
3.1.c) Applications.....	116
3.1.R) Principe, limites et applications du péage urbain : résumé	118

3.2. Les mesures réglementaires de restriction du trafic	119
3.2.a) principe des mesures réglementaires	119
3.2.b) Agir lors de l'utilisation du véhicule en milieu urbain... ..	120
3.2.c) Assurer l'efficacité des mesures réglementaires	136
3.2.R) Les mesures réglementaires de restriction du trafic : résumé	137
4. L'internalisation en pratique : Plans de déplacements urbains et stratégie de transport intégrée	138
4.1. Les plans de déplacements urbains (PDU), un pas vers une approche intégrée	138
4.1.a) reprendre en compte l'urbanisme	138
4.1.b) Coordonner les différents acteurs	139
4.1.c) Les PDU en France	140
4.1.d) Au nom de la rareté de l'espace et de la préservation de l'environnement: les plans de déplacement Suisses	141
4.1.e) Au nom de la qualité de la vie en ville, de la protection de l'environnement et de la préservation du patrimoine historique, "l'Italie sauve ses villes"	143
4.1.R) Les plans de déplacements urbains (PDU), un pas vers une approche intégrée : résumé	145
4.2. Exemple d'une stratégie de transport intégrée pour les transports pendulaires Lyon-Périurbain	145
4.2.a) Etat des lieux du marché des déplacements pendulaires sur l'agglomération lyonnaise	146
4.2.b) Un exemple de stratégie de déplacement intégrée sur les déplacements pendulaires Lyon-Périurbain	150
4.2.R) Exemple d'une stratégie de transport intégrée pour les transports pendulaires Lyon-Périurbain : résumé	158
4.3. Vers la négociation de contrats de déplacements intégrés : une nouvelle stratégie commerciale de la SNCF ?	159
4.3.a) L'état des lieux des relations entre la SNCF et les collectivités locales	159
4.3.b) Des contrats de déplacement intégrés pour une stratégie de promotion commerciale d'une offre sociale	160
4.3.R) Vers la négociation de contrats de déplacements intégrés : une nouvelle stratégie commerciale de la SNCF ? résumé	162

CONCLUSION	163
BIBLIOGRAPHIE	167
ANNEXES	172