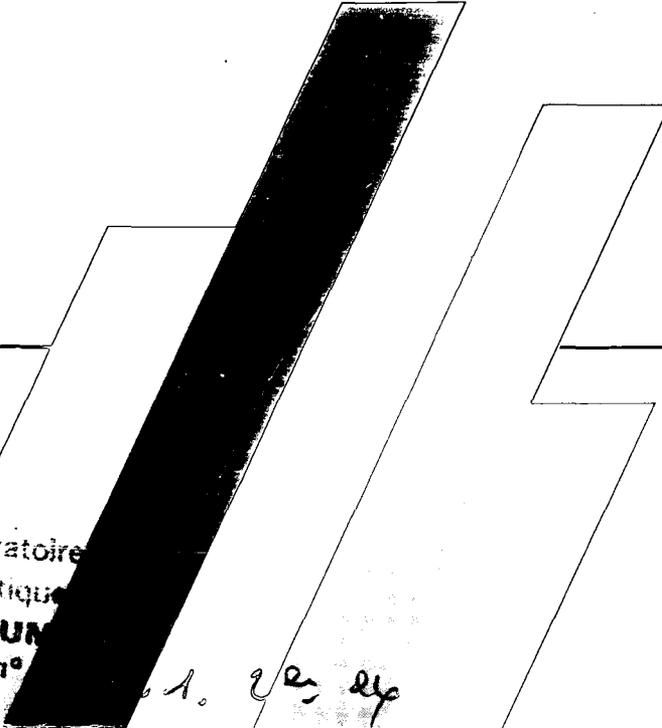


Notes & études documentaires

Les politiques de transport urbain

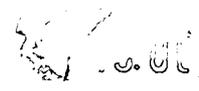
Pierre MERLIN

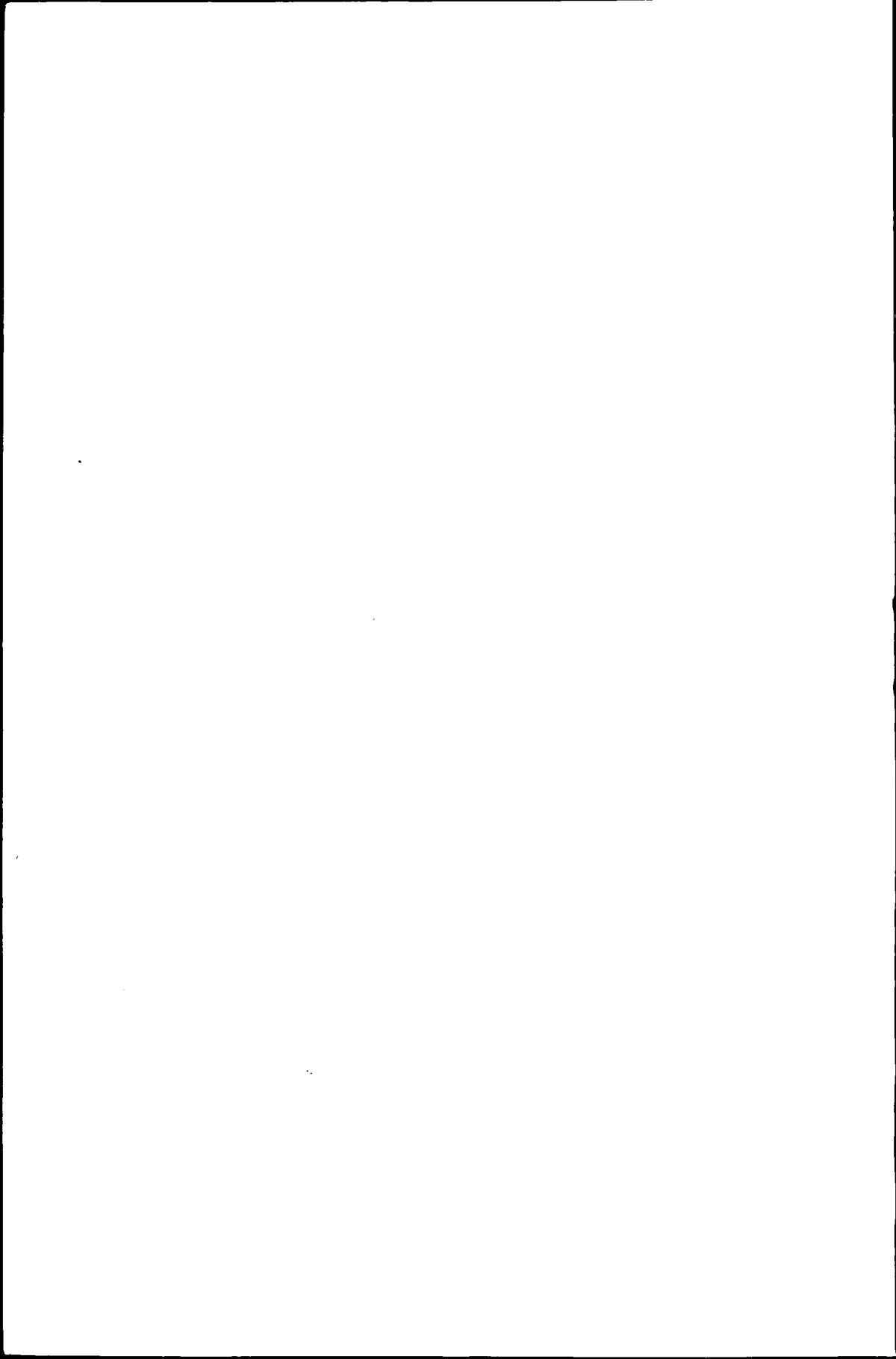


Observatoire
statistique
DOCUM
Réf. n°

1. 2e, 2e

N° 4797
1985 - 22





Les politiques de transport urbain

Pierre MERLIN

professeur à l'Université de Paris VIII
et à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées

Bibliothèque de l'Université de Paris VIII
et de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées

no. n° 4821
2^e - 84

DANS LA MÊME COLLECTION

- *Grenoble et son agglomération*
par Jacques Joly
n° 4769, 1984
- *Toulouse et son agglomération*
par Jean Coppolani, Guy Jalabert et Jean-Paul Lévy
n° 4762, 1984
- *Les transports en France : situation au début des années 80
et politique nouvelle*
par Emile Quinet
n° 4684-4685-4686, 1982
- *L'aménagement de la région parisienne et les villes nouvelles*
par Pierre Merlin
n° 4677-4678, 1982
- *Les transports à Paris et en Ile-de-France*
par Pierre Merlin
n° 4659-4660, 1982
- *Strasbourg et sa communauté urbaine*
par Henri Nonn
n° 4657-4658, 1982
- *Les autoroutes et leur financement*
par Alain Fayard
n° 4597-4598, 1980
- *L'industrie automobile en France*
par Pierre Fontaine
n° 4583-4584, 1980

La collection « NOTES ET ÉTUDES DOCUMENTAIRES »

est dirigée par

Isabelle CRUCIFIX

avec la collaboration de

Jean-Marc BÉTEMPS

Christine FABRE

Monique PAGÈS

Renée RAMAU

secrétariat de rédaction

Christian ARBELOT

Catherine BINET

François GUÉRARD

secrétariat

Jeannine LUCIEN

Evelyne SAINTEN

© La Documentation française, Paris, 1985.

Sommaire

	Pages
Introduction	5
I. - LES OBJECTIFS	9
1. Les enjeux d'une politique de transport	11
Les caractéristiques d'un mode de transport	11
Les enjeux dans les pays développés	12
Les enjeux dans les pays en développement	15
2. La demande de transport	21
Les niveaux de la mobilité	21
Les facteurs de choix de l'usager des transports	25
L'accessibilité	29
La motorisation : de grandes inégalités	32
Motorisation et mobilité	36
Le rôle social de l'automobile	37
3. Le coût des transports	39
Le coût de l'automobile	39
Les coûts des transports en commun	43
Comparaison économique automobile/transports en commun	53
Conclusion : l'automobile coûte très cher à la collectivité	59
4. Les transports et l'environnement urbain	61
Consommation d'espace et congestion	61
Les nuisances causées par les transports et leur coût social	67
La sécurité et le coût social des accidents	69
Les formes de l'urbanisation	71
Conclusion : les réseaux de transport façonnent le cadre urbain	76

	Pages
5. Les transports et l'innovation	77
Le mythe des technologies nouvelles	77
Les améliorations fondamentales	81
Conclusion : la véritable innovation ne passe pas par des technologies nouvelles	86
 II. - LA PLANIFICATION	 87
1. Les informations sur l'offre et sur la demande	89
Les informations sur la demande actuelle	90
Les informations sur l'offre actuelle	94
2. La planification des transports urbains dans les pays développés	97
La méthode « classique » de prévision de la demande	97
La critique de la méthode classique	114
Nouvelles approches méthodologiques	117
3. Les méthodes de planification dans les pays en développement	123
A la recherche d'une méthodologie adaptée	123
Les systèmes de transport	131
La gestion du système de transport	137
 Conclusion	 141
 Bibliographie	 142

*Les opinions exprimées dans cette étude
n'engagent que leur auteur*

Introduction

Il n'y a pas de ville sans mobilité. Mobilité externe pour s'échapper quelques heures ou quelques jours, en fin de semaine, ou quelques semaines, en fin d'année. Mobilité interne surtout, pour tirer profit des multiples possibilités qu'offre la ville à ses habitants. Car une ville, c'est avant tout le regroupement, sur un territoire limité, d'un grand nombre de personnes qui ont besoin de cette proximité physique pour exercer des activités collectives : le travail d'abord mais, aussi, les loisirs. Le Corbusier et les urbanistes fonctionnalistes des Congrès Internationaux d'Architecture Moderne distinguaient quatre fonctions essentielles à l'homme : habiter, travailler, circuler, se cultiver le corps et l'esprit. Ils proposaient de diviser l'espace selon ces quatre fonctions de base. C'était sans doute confondre les objectifs (se cultiver le corps et l'esprit), les besoins (habiter) et les moyens (travailler et, sur un autre plan, circuler).

Même si la mobilité n'est pas une fin en soi, elle constitue une condition nécessaire du développement harmonieux de la ville. Ceux qui, dans l'euphorie de la troisième révolution industrielle, celle de l'informatique et de la télétransmission des données, ont cru que la vidéophonie (transmission à distance et simultanée de la parole et de l'image) allait affranchir l'homme de cette contrainte, apparaissent bien naïfs. Les « experts » de la fin des années soixante prédisaient que, dans les années quatre-vingt, le patron dicterait son courrier à distance à sa secrétaire, que les ménagères feraient leurs emplettes sur catalogue télévisé, que les hommes d'affaires se donneraient rendez-vous, à l'heure du déjeuner, derrière leur vidéophone, avec un plateau-repas (diététique ?), chacun restant à son domicile, plutôt que de sacrifier à cette contrainte surannée du repas d'affaires. Ces progrès (?) demeurent d'un usage exceptionnel bien que tous les moyens techniques soient parfaitement rodés. Peut-être nos spécialistes avaient-ils oublié que la maîtresse de maison peut aussi éprouver quelque plaisir à faire du lèche-vitrines et que l'homme d'affaires pourra encore apprécier un bon repas.

Rien, en effet, ne remplacera le contact direct. Le téléphone, hier, les télétransmissions, demain, multiplient les possibilités d'échanges d'informations, donc les occasions de contact. Ils favorisent, en fait, une mobilité accrue plus qu'ils n'évitent les déplacements.

Mais nos villes n'ont-elles pas été conçues pour une mobilité le plus souvent restreinte avant l'apparition de l'automobile ? La ville ne se détruit-elle pas elle-même par excès de concentration, par consommation imprévoyante d'un espace rare, donc convoité et par conséquent cher ? Les moyens de transport ne contribuent-ils pas, eux aussi, à cette asphyxie par leur appétit d'espace ? Ne peut-on les rendre responsables de bien des nuisances : congestion, bruit,

pollution, insécurité ? A-t-on encore le temps de se déplacer dans une ville devenue métropole et où les sollicitations se multiplient ? Le coût des réseaux de transport est-il encore supportable pour la collectivité ?

Une planification est donc indispensable. Une planification qui ne concerne pas les seuls transports, mais qui se situe au cœur de la planification urbaine. L'importance de cette planification est justifiée par la durée de vie des infrastructures de transport. Un autobus vit une décennie, une rame de métro une génération, mais la rue, l'autoroute, la ligne de métro ou de chemin de fer sont appelées à durer des siècles, beaucoup plus longtemps que la plupart des logements, des usines ou des immeubles de bureau. La durée des études préalables (jusqu'à dix ans), celle du processus de prise de décision (parfois plus d'une décennie) traduisent la prudence justifiée des responsables face à des investissements aussi coûteux et aussi lourds de conséquences.

C'est donc d'une véritable politique de transport qu'il convient de parler. Une politique qui associe plusieurs dimensions :

- le temps : à la fois le temps historique, celui de l'histoire et de l'évolution des villes, le temps économique, celui de l'amortissement des investissements, et le temps quotidien, celui que les usagers passent (perdent ?) dans les transports ;

- l'espace : structure des réseaux, relation centre-périphérie, urbanisation induite par les transports ;

- l'argent : le coût des investissements, le prix dépensé par l'usager, la charge pour la collectivité ;

- la qualité : qualité du service rendu à l'usager, c'est-à-dire la sécurité et le confort sous ses divers aspects (confort physique, esthétique, régularité, etc.), mais aussi à la collectivité, par la limitation des nuisances (pollution de l'air, bruit, congestion, insécurité pour les tiers, nuisances esthétiques, etc.).

Longtemps, pourtant, les politiques de transport ont été occultées. Lorsque, sous l'Ancien Régime, le souverain se réservait le droit de décider à qui il accorderait le « privilège » de « rouler carrosse », c'est-à-dire de ne pas marcher à pied (ou à cheval), c'était un acte éminemment politique, mais aussi déjà une politique de transport. De même, lorsque Louis XIV, après avoir autorisé les « carrosses à cinq sols » de Pascal, en réduisit l'accès aux « gens de qualité » (nobles et bourgeois), tuant ainsi dans l'œuf une expérience (très novatrice pour l'époque) de transports en commun.

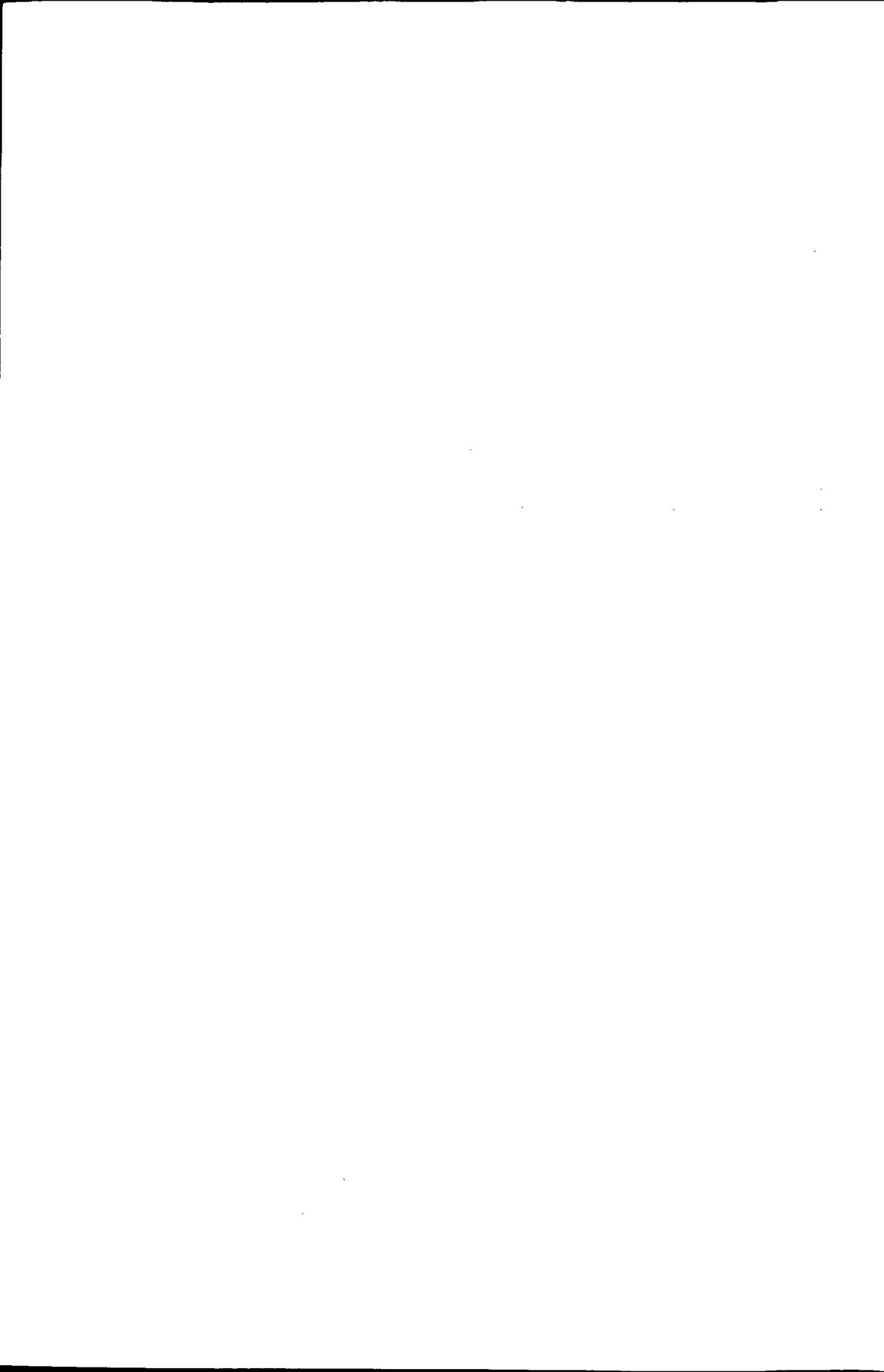
Plus près de nous, les percées « haussmanniennes » ont permis de moderniser Paris, de créer le réseau de voirie qui sert encore aujourd'hui (bien qu'il n'ait pas été conçu pour l'automobile), mais ont aussi chassé vers la périphérie les plus pauvres qui, jusque-là, résidaient dans les étages élevés des quartiers centraux, au moment même où le développement des transports en commun permettait de séparer lieu de résidence et lieu de travail. Une génération plus tard, la décision prise, après des décennies de conflit entre la Ville de Paris et l'Etat, de réaliser un réseau de métro indépendant des lignes de chemin de fer a assuré l'homogénéité du tissu urbain de Paris (et la densification des quartiers annexés en 1860), mais a provoqué, aussi, une opposition Paris/banlieue qui fait des banlieusards des citoyens défavorisés.

Aux Etats-Unis, la politique des autoroutes urbaines lancée à la fin des années cinquante, sous la pression des *lobbies* des travaux publics et de l'industrie automobile, a entraîné le déclin des centres villes, leur transformation en ghettos pour les minorités ethniques et les défavorisés tandis que les quartiers résidentiels s'éloignaient toujours plus en banlieue.

Il est donc capital d'explicitier *les enjeux d'une politique de transport*. Décider de moderniser un réseau d'autobus, de construire une autoroute ou une ligne de métro, choisir l'emplacement des échangeurs ou des stations, fixer les tarifs ne concerne pas seulement le technicien ou l'économiste. Ce sont des choix qui engagent le développement de l'agglomération, les transferts financiers, le mode de vie quotidien des habitants, la qualité de la vie dans la ville.

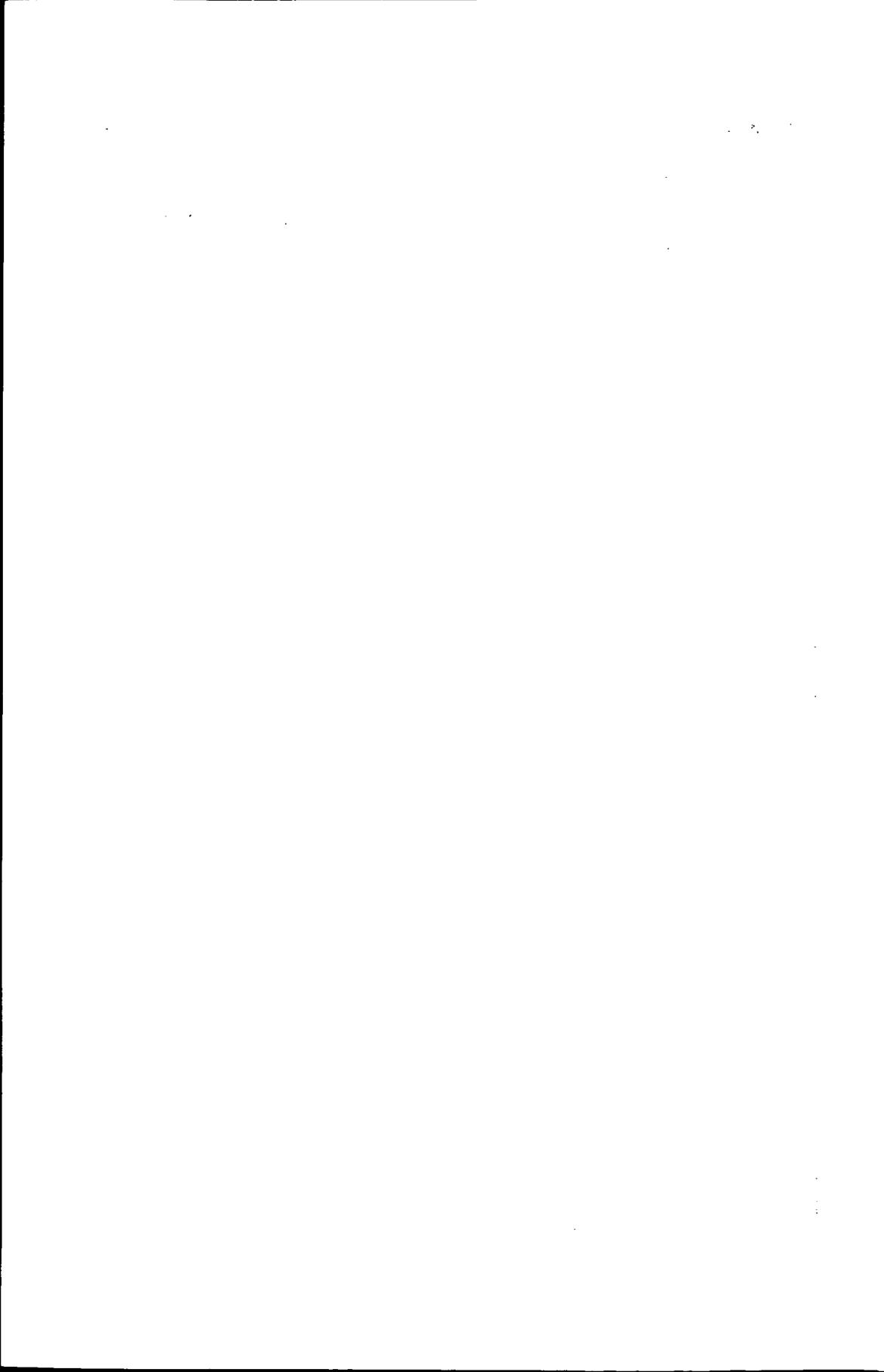
On cherchera à préciser ces enjeux. Ils concernent le style de vie quotidien, l'économie de la collectivité et des ménages, l'environnement urbain et les options technologiques. On présentera ensuite les grandes lignes des méthodes de planification des réseaux de transport, en distinguant, car les problèmes y sont différents, le cas des pays développés et celui des pays en développement (1).

(1) Cet ouvrage n'est cependant pas un livre méthodologique. Pour plus de détails sur ce plan, on se reportera utilement à nos livres spécialisés : Pierre Merlin, *La planification des transports urbains*, Masson, Paris, 1984, 220 pages ; et, du même auteur, *Bibliographie internationale, rétrospective (1950-1983)* et partiellement commentée sur la planification des transports urbains, Institut de recherche des Transports et Presses universitaires de Vincennes, Paris, 1984, 208 p.



Première partie

Les objectifs



Première partie / chapitre 1

Les enjeux d'une politique de transport

Une politique de transport doit combiner les quatre dimensions fondamentales suivantes : le temps, l'espace, l'économie et la qualité. A partir de ces dimensions, le planificateur peut établir une liste de caractéristiques qu'il prendra en compte dans son action. Il est nécessaire de passer en revue ces caractéristiques avant de déterminer les enjeux d'une politique de transport dans le cas des pays développés et dans celui des pays en développement.

Les caractéristiques d'un mode de transport

Au travers de ces caractéristiques, se retrouvent les quatre dimensions fondamentales citées précédemment :

- la vitesse (de la circulation automobile, des autobus...);
- la capacité rapportée à l'espace utilisé;
- l'économie (coût de construction des infrastructures, coût de fonctionnement, consommation d'énergie);
- le confort, qui peut être apprécié de diverses façons :
 - l'espace disponible par voyageur (debout ou assis),
 - la nécessité ou non de changer de moyens de transport en cours de trajet,
 - l'existence et l'importance des trajets à pied terminaux,
 - la fréquence,
 - l'intimité,
 - le confort physique (forme et qualité des sièges),
 - l'agrément esthétique (aménagement des véhicules, des stations, des paysages traversés);

- o l'impact sur l'environnement :
 - physique (effets de coupure, rôle des infrastructures et des superstructures dans le paysage),
 - naturel (pollution de l'air, bruit) ;
- o la sécurité :
 - pour les personnes transportées,
 - pour les tiers.

Observons que, des deux grandes familles de transport urbain :

- o les transports en commun ont l'avantage quant à la capacité, à l'économie (1), à la sécurité et quant à l'impact sur l'environnement (2) (les transports en site propre l'ont, en outre, pour la vitesse dans la zone centrale) ;
- o l'automobile a un net avantage sur le plan du confort, sous ses différents aspects et, de façon générale, apparaît comme beaucoup plus souple d'emploi (disponibilité, intimité, trajet direct et, en principe, de « porte à porte ») et est, dans presque tous les cas (sauf parfois dans le centre par rapport aux transports ferrés), plus rapide (3).

L'énoncé de ces caractéristiques montre bien que les avantages des transports en commun concernent surtout la collectivité, alors que ceux de l'automobile bénéficient surtout aux particuliers qui l'utilisent. Comment concilier l'intérêt de la collectivité et celui des individus qui la composent ? Dans cette optique, on notera l'intérêt particulier d'innovations qui s'attachent à réunir les avantages des transports individuels (et, en particulier, de l'automobile) et ceux des transports en commun (et, spécialement, de ceux d'entre eux qui offrent la plus forte capacité, les transports ferroviaires [4]).

Les enjeux dans les pays développés

De l'examen rapide des atouts et des inconvénients majeurs des principaux moyens de transport, il ressort que les principaux choix d'une politique de transport vont porter sur deux alternatives majeures :

- Faut-il privilégier l'efficacité (capacité, économie en argent et en espace) ou la qualité (vitesse, confort, sécurité, sauvegarde de l'environnement) ?
- Une politique de transport doit-elle être définie en fonction de l'intérêt collectif ou en fonction des intérêts des particuliers qui composent la collectivité ? Et l'intérêt collectif peut-il être considéré comme la somme des intérêts particuliers ?

(1) Voir première partie, chapitre 3.

(2) Voir première partie, chapitre 4.

(3) Voir première partie, chapitre 2.

(4) Voir première partie, chapitre 5.

Le point de vue des particuliers

Pour le particulier qui a besoin de se déplacer, la première question est de savoir s'il pourra, ou non, effectuer ce déplacement. De façon plus générale, se posera la question de savoir si sa localisation dans la ville, par rapport aux moyens de transport, et sa situation socio-économique lui permettent de se déplacer aisément et aussi souvent qu'il le désire. Deux concepts majeurs apparaissent ainsi : l'accessibilité et la mobilité.

Dès lors qu'un déplacement est possible, celui qui veut le faire aura encore à choisir sa destination, le moment où l'effectuer, le moyen de transport qu'il utilisera, voire l'itinéraire qu'il suivra. Dans ces choix, successifs ou simultanés, effectués pour un seul déplacement ou en fonction de l'ensemble de son programme quotidien d'activités (5), il devra en plus prendre en compte, sous une forme ou sous une autre :

- la dépense de transport (coût monétaire pour l'utilisateur) ;
- le temps de trajet prévisible (donc la vitesse du moyen de transport envisagé) ;
- les conditions de confort dans lesquelles il peut espérer effectuer ce déplacement : attente prévisible, correspondances éventuelles, probabilité de trouver une place assise ou un emplacement de stationnement, éventuelle marche à pied terminale, sécurité, etc.

Certains des éléments précédents sont plus ou moins aisés à mesurer ou, au moins, à évaluer (la dépense monétaire, le temps de trajet), d'autres sont qualitatifs et subjectifs (le confort, dans la plupart de ses dimensions, la sécurité). Et même pour ceux qui sont mesurables, comment les comparer ? Comment, par exemple, confronter une dépense supplémentaire et le gain de temps qu'elle rend possible ? Il est pourtant clair que, lorsqu'on effectue un déplacement, on opère un arbitrage, au moins de façon subjective, entre argent, temps et confort. Il faudra donc mettre au point une méthode qui permette d'établir les relations d'équivalence qui, pour l'utilisateur, relie ces grandeurs différentes et tenter de définir un *coût généralisé de déplacement* pour un individu (6).

Le point de vue de la collectivité

Le choix entre efficacité et qualité, tel qu'il vient d'être posé du point de vue du particulier qui doit effectuer un déplacement ou réaliser son programme d'activités de la journée, laisse délibérément de côté certains des caractères du système de transport dont la liste a été établie précédemment : le coût des

(5) La « méthode classique de planification » suppose des choix successifs effectués pour chaque déplacement, hypothèse très pratique mais qui simplifie la réalité. Des travaux récents ont mis l'accent sur les choix simultanés et surtout sur les programmes quotidiens d'activités d'un individu, voire d'un ménage. Voir deuxième partie, chapitre 2.

(6) Voir première partie, chapitre 2.

investissements, la capacité des réseaux de transport, la consommation d'énergie, la sécurité des tiers, les nuisances causées par le moyen de transport retenu, l'effet des infrastructures de transport sur les formes de l'urbanisation, la consommation d'espace par les réseaux de transport, etc.

L'intérêt collectif ne saurait, en aucun cas, être réduit à la somme des intérêts particuliers. Par conséquent, il reviendra à la puissance publique (l'Etat ou la collectivité territoriale concernée) de prendre en compte ces dimensions qui ne sont pas envisagées par les particuliers. Ce sera même là l'objet premier d'une politique de transport urbain. Mais, pour que les choix publics ne soient pas arbitraires, il faudra définir des critères de décision et, là aussi, essayer de définir des coûts globaux pour la collectivité, incluant le maximum de dimensions. C'est l'objet du concept de *coût social* d'un moyen de transport (ou d'un déplacement) (7), qui suppose, bien sûr, qu'on ait au préalable déterminé les coûts strictement monétaires (investissement, fonctionnement, etc.) (8). Ce n'est qu'à la lumière de ces enjeux individuels et collectifs que pourront être définis les objectifs d'éventuelles innovations techniques (9).

Priorité aux intérêts des individus ou à ceux de la collectivité ?

Ne pas négliger les intérêts de la collectivité ne signifie pas nécessairement omettre ceux des particuliers. Des gains de temps, des tarifs bon marché, des améliorations de confort sont, aussi, des objectifs que la collectivité doit prendre en compte au travers du processus de planification. Il faudra donc que les méthodes de planification, et, plus précisément, les critères de décision intègrent les deux types d'objectifs (10).

Il a déjà été constaté, cependant, que les avantages des transports en commun concernaient surtout la collectivité, tandis que ceux des transports individuels intéressaient beaucoup plus les particuliers. Les choix de politique de transport urbain apparaissent, dès lors, comme des choix politiques au sens fort du terme. Certes, la plupart des politiques de transport urbain ont été définies sans recourir à des procédures scientifiques de prise de décision ; le concept du coût généralisé et son emploi datent de vingt ans à peine, la notion de coût social pour la collectivité est toute récente et sa détermination est entachée de nombreuses incertitudes. Pour autant, les responsables d'hier prenaient des décisions qui n'en étaient pas moins politiques (11).

Il est, sur ce plan, intéressant de constater que, dans les régimes qui accordent la primauté aux valeurs individuelles, et qui se réclament de la doctrine libérale, sont privilégiés les transports individuels et, surtout, le plus symbolique d'entre eux, l'automobile, alors que les transports en commun sont

(7) Voir première partie, chapitre 4.

(8) Voir première partie, chapitre 3.

(9) Voir première partie, chapitre 5.

(10) Voir deuxième partie, chapitres 2 et 3.

(11) Voir l'introduction.

négligés. À l'inverse, dans les pays communistes, au moins jusqu'à une date récente, les pouvoirs publics ont pratiqué une politique extrêmement restrictive à l'égard de l'automobile, tout en assurant à la population des transports en commun efficaces et très bon marché. Enfin, là où la social-démocratie a été longtemps au pouvoir, elle a organisé des transports en commun efficaces, sans mener de politique dissuasive vis-à-vis de la possession de l'automobile.

Il est courant, en France, en tout cas depuis le début des années soixante-dix, de donner la priorité aux transports collectifs, sans pour cela qu'une politique adaptée à cet objectif ait été mise en œuvre pendant toute cette période. La discussion précédente illustre l'importance de ce débat. Un des objectifs majeurs de la première partie de cet ouvrage va être de dégager les véritables justifications d'une telle priorité mais, aussi, d'en montrer les limites.

Deux facteurs importants n'ont pas encore ou guère été évoqués :

- la dimension des villes (ou agglomérations) : il est clair que chaque solution doit tenir compte de la taille de la ville (un métro, très économique dans une très grande agglomération, entraînera des coûts d'infrastructure prohibitifs dans une ville moyenne ; les inconvénients de l'automobile en matière de consommation d'espace et de coût d'infrastructure, par exemple, seront moins importants dans une ville petite ou moyenne) ;

- le niveau de développement du pays : le poids des différents objectifs varie selon le niveau de revenu national et individuel (un métro, justifié dans une ville européenne de 2 ou 3 millions d'habitants, ne le sera peut-être pas, par rapport à d'autres priorités, dans une ville de même taille d'un pays en développement). Il apparaît intéressant, pour cela, d'analyser quels peuvent être les enjeux d'une politique de transport urbain dans les pays en développement.

Les enjeux dans les pays en développement

Le contexte économique et démographique, très différent de celui des pays développés, impose des enjeux très différents, eux aussi, en ce qui concerne la politique de transport urbain. Sans décrire, ici, ce contexte en détail, il est bon de rappeler les principales contraintes que connaissent les pays en développement.

La croissance démographique

La population des pays en développement croît à un rythme rapide. Beaucoup d'entre eux ont connu ce que les spécialistes appellent la première révolution démographique — la baisse de la mortalité — mais n'ont pas encore été affectés par la seconde révolution démographique — la chute de la fécondité. Aussi le rythme annuel de leur croissance est-il passé de 0,5 % environ au

XIX^e siècle à 1 % pendant la première moitié du XX^e siècle et à 2,5 % dans la décennie 1960-1970. Il serait redescendu à 2 % vers 1980, mais uniquement grâce à la chute de la natalité annoncée en Chine (dont l'ampleur est d'ailleurs mise en doute par les experts étrangers). Chine exclue, le rythme annuel de croissance de la population des PVD reste de 2,5 %.

Les experts des Nations Unies prévoient que ce taux moyen pourrait décroître jusqu'à 2 % vers l'an 2000 (il resterait supérieur à ce chiffre en Afrique, mais lui serait inférieur en Asie).

Quant à la population urbaine, son rythme de croissance actuel dépasse 4 % pour les villes de plus de 20 000 habitants (souvent plus en Afrique, où la croissance démographique demeure plus rapide et où l'urbanisation est moins avancée). La croissance des métropoles est encore plus rapide, le processus de concentration opérant avant tout en faveur de la ville « primatale » dans les pays — de loin les plus nombreux — où une ville (presque toujours la capitale) attire l'essentiel de la croissance. Le taux de croissance démographique de 7 % par an annoncé par la Banque mondiale en 1974 (12), correspond à un doublement de la population tous les dix ans. Ce taux est même parfois dépassé, comme dans le cas d'Abidjan, qui connaît un accroissement de population de 10 % par an depuis trente ans, ce qui correspond à un doublement tous les sept ans.

Un contexte économique défavorable

Dans les années à venir, la demande de transport urbain est appelée à croître encore plus vite dans les pays en développement. Il est à prévoir un doublement de cette demande en dix ans. La Banque mondiale estime que 5 % environ du PNB des PVD est affecté aux investissements (achat de véhicules compris) dans le secteur des transports (13). Bien qu'on ne connaisse pas avec précision la part des transports urbains dans ces investissements, une autre étude de la Banque mondiale estime que au moins 20 % des investissements publics dans les villes concernent la voirie et les équipements de transport (14).

Un niveau trop élevé d'investissements publics dans ce secteur ne serait d'ailleurs pas sans conséquences en raison des dépenses d'entretien qu'il engendrerait et qui risqueraient de n'être pas couvertes. A ces investissements publics, il faut ajouter les investissements privés d'achats de véhicules, qui représentent, le plus souvent, un total supérieur. Dans certaines villes, comme Bogota, les investissements publics et privés dans les transports représentent environ un tiers du total des investissements (publics et privés) d'équipement urbain (y compris le logement), et concernent, pour plus de la moitié, l'achat de véhicules. Leurs ressources en devises étant limitées, les pays en développement ont intérêt à développer, dans les transports urbains comme ailleurs, des politiques peu coûteuses en matériel importé.

(12) Cf. World Bank, *Urban Transport*, sector policy paper, mars 1975, 104 p.

(13) Cf. Banque mondiale, *Les transports*, étude sectorielle, janvier 1974, 64 p.

(14) Cf. World Bank, *op. cit.*

Par ailleurs, certaines considérations importantes doivent être rappelées parce que trop souvent négligées :

— l'urbanisation rapide dans les pays en développement s'accompagne d'une demande importante de logements. Il n'est pas évident que les investissements dans les transports urbains soient prioritaires par rapport à ce genre de besoins ;

— cette urbanisation rapide entraîne un important sous-emploi urbain. Podoski (15) estime que la population active des villes africaines dépasse rarement 20 % de la population totale contre 40 à 50 % dans les pays développés. En fait, la notion d'activité est elle-même imprécise, une partie importante de la population exerçant des activités marginales et informelles. La Banque mondiale souligne, sans doute à juste titre, que, même si la productivité de beaucoup d'emplois urbains est très faible, elle reste supérieure à celle de la main-d'œuvre rurale marginale. La création d'emplois, même à faible productivité, est devenue une des priorités des pays en développement ;

— les transports représentent le quart de la consommation d'énergie (pour 30 % sous forme de pétrole) des pays développés. Sans connaître cette proportion pour les pays du Tiers Monde, on peut craindre qu'un développement des transports fondé sur l'automobile conduise à des proportions au moins égales, ce qui ne manquerait pas de poser des problèmes majeurs aux pays sans ressources pétrolières.

Les enjeux sociaux

Plus encore que dans les pays développés, les différences de revenu et tout ce qui en résulte (quartiers d'habitation spécifiques, motorisation variable, etc.) constituent un clivage déterminant : « L'automobiliste, le piéton et l'usager des autobus représentent les nouvelles classes du monde moderne, et le conflit d'intérêt principal se situe entre ceux qui possèdent une voiture et ceux qui en sont dépourvus » (16).

C'est donc avant tout un problème d'égalité face aux transports, de *droit aux transports*, qui est posé (17). Le développement de la motorisation ne semble pas constituer une réponse possible. Outre que, dans la majeure partie des pays concernés, elle ne sera le fait, pendant longtemps encore, que d'une minorité, elle pose des problèmes d'utilisation de l'espace encore plus aigus que dans les pays développés. En effet, la structure spatiale des villes est héritée d'une période pré-automobile et entraîne souvent des densités de population élevées. C'est pourquoi la proportion de l'espace urbain affecté à la voirie est souvent plus faible que dans les pays développés :

14 % au Bangladesh, et même 5 % à Calcutta, contre quelque 25 % dans

(15) Cf. Podoski, *Planification et exploitation des transports publics dans les villes africaines*, Abidjan, 1^{er} symposium africain des transports publics, du 12 au 15 novembre 1978, 29 p.

(16) Wilfred Owen, *Transports et établissements humains*, Conférence des Nations unies sur les établissements humains, Vancouver, avril 1975, 22 p.

(17) Voir première partie, chapitre 2.

les villes d'Amérique du Nord et d'Europe occidentale selon la Banque mondiale (18). La coexistence de trafics à vitesses très différentes (piétons, animaux, cyclistes, autobus, automobiles) rend plus difficile l'utilisation efficace de ce réseau. Il en est de même de l'absence ou du non-respect des signalisations, des réglementations, des espaces réservés aux piétons ou aux cycles.

En termes beaucoup plus aigus que dans les pays développés, se pose donc le problème du partage de l'espace urbain entre l'automobile et les autres moyens de transport.

Les enjeux économiques

Acquérir des devises pour financer leurs importations est un problème capital dans les pays en développement. Une politique fondée sur l'emploi de l'automobile risque, en conséquence, d'être très coûteuse en devises pour la majorité des PVD qui ne sont ni constructeurs d'automobiles ni producteurs de pétrole. Mais des investissements lourds, dans le domaine des transports en commun, peuvent également entraîner la dégradation de la balance commerciale. Darbera (19) souligne que les bureaux d'étude ont souvent tendance à recommander l'adoption de systèmes de transport construits par les entreprises originaires de leur propre pays : au Caire, les consultants russes ont proposé un métro à grande profondeur analogue à ceux de Moscou, de Prague et de Budapest ; les consultants français ont proposé, quant à eux, un métro construit à ciel ouvert (comme sur certaines lignes de Paris, Lyon, Marseille, Montréal ou Mexico). Mogridge a observé qu'à Nairobi, le métro et l'autobus paraissent avoir les mêmes qualités sur le plan du service rendu et du coût. Mais la solution du métro nécessitait des importations de matériaux et de personnel qualifié, alors qu'il était plus facile d'assembler sur place des autobus et de former des conducteurs, des receveurs et des mécaniciens. Il recommande donc cette seconde solution même si elle est moins « gratifiante » politiquement pour les décideurs (20).

Même indépendamment des considérations liées à l'équilibre de la balance commerciale, les solutions retenues doivent viser à être les moins coûteuses possibles en capital car les ressources publiques, même en monnaie locale, sont limitées. De même, elles doivent viser à employer le moins possible de main-d'œuvre qualifiée, recherchée par d'autres secteurs aussi prioritaires. Inversement, le système retenu devra chercher à utiliser au maximum les capitaux déjà immobilisés (emprises ferroviaires, voirie construite) et la main-d'œuvre déjà formée (par exemple, les conducteurs d'autobus ou de transports semi-

(18) Cf. Banque mondiale, *op. cit.* Dans le centre de Los Angeles, cette proportion atteint même 69 %, parcs de stationnement compris.

(19) Richard Darbera, *La planification des transports urbains des pays en voie de développement : problèmes méthodologiques et institutionnels*, Créteil, Institut d'urbanisme de Paris, décembre 1978, 96 p.

(20) Cf. M.C. Mogridge, *The Evaluation of Alternative Urban Transportation Policies in Developing Countries in Transport Planning in Developing Countries*, Warwick University, Summer annual meeting, July 1975, pp. 31-44.

collectifs). Egalement, il sera très important d'étudier l'échéance des financements, les charges financières entraînées par l'adoption d'un nouveau système et de privilégier ceux qui peuvent être mis en place par étapes successives.

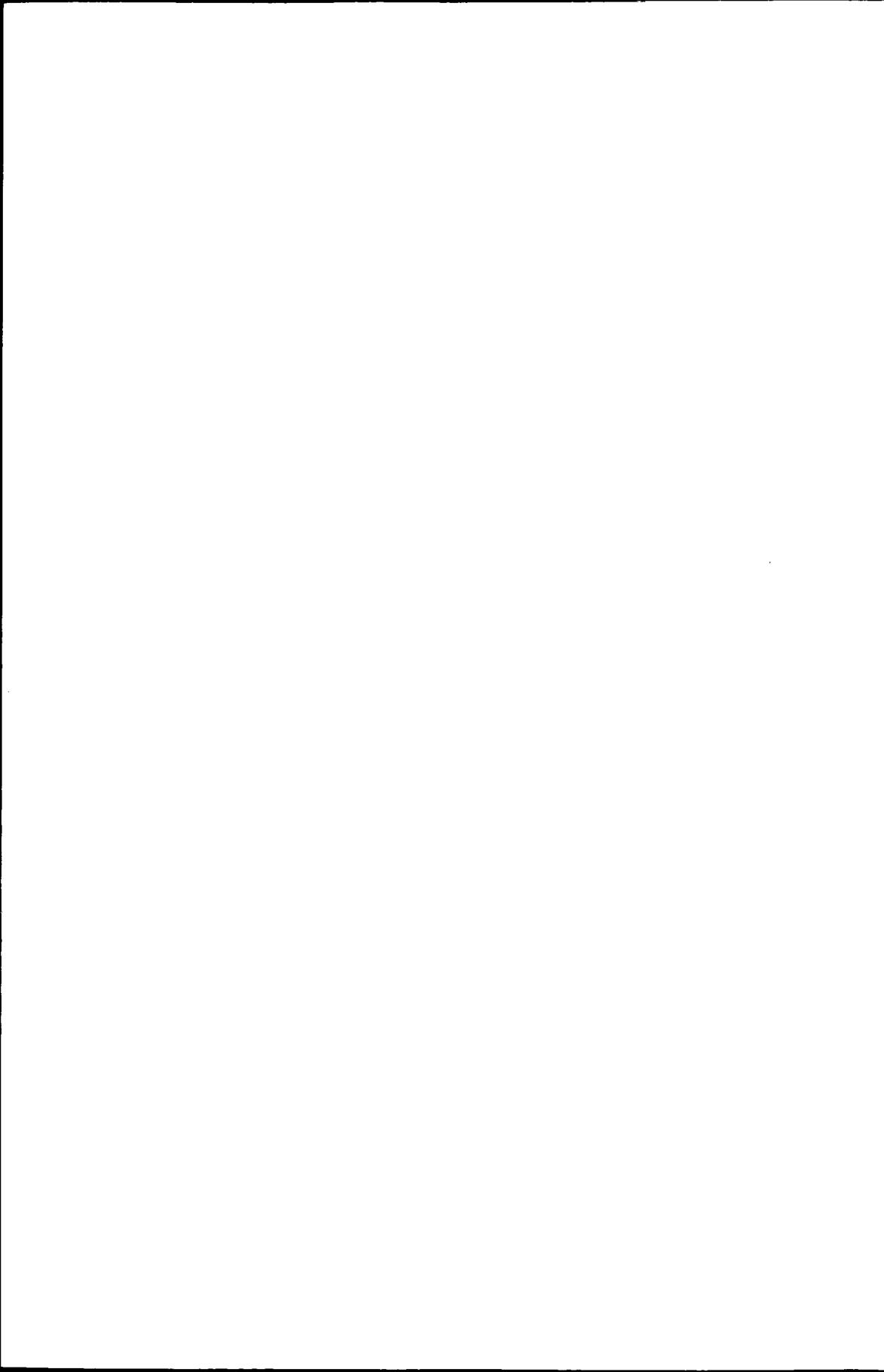
Les contraintes énergétiques incitent également à privilégier les transports en commun. En effet, ceux-ci consomment de cinq à dix fois moins d'énergie, dans les villes des pays en développement, que l'automobile particulière (21).

Comme dans les pays développés, un dernier enjeu important est l'impact des infrastructures de transport sur l'urbanisation (22).

Les enjeux sont donc complexes, les objectifs difficiles à dégager. Face à des solutions alternatives, il convient de chercher la plus profitable. La maîtrise du temps est très importante. Les responsables politiques souhaitent, le plus souvent, des réalisations à court terme, spectaculaires. Ils se soucient rarement des coûts de fonctionnement entraînés par les investissements qu'ils engagent. La Banque mondiale tend, à juste titre, à imposer un suivi des études, de la réalisation et du fonctionnement. Ainsi, à Tunis, elle a conditionné le financement de l'achat de 280 autobus à la création d'un district de la ville de Tunis, c'est-à-dire d'un organisme regroupant et coordonnant Tunis et les communes de sa proche banlieue.

(21) Voir première partie, chapitre 3.

(22) Voir première partie, chapitre 4.



Première partie / chapitre 2

La demande de transport

Les réseaux de transport (l'offre) n'ont pour objet que de satisfaire des besoins (la demande). Ceux-ci sont très variables selon les villes et les individus : ils dépendent des niveaux de mobilité d'une population et des facteurs de choix des individus (dépense, temps, confort).

Mais, pour qu'il y ait mobilité, encore faut-il qu'il y ait possibilité de se déplacer, d'où le concept d'accessibilité. La motorisation, quant à elle, favorise l'accessibilité et accroît la mobilité.

Les niveaux de la mobilité

La mobilité est généralement mesurée par le nombre de déplacements effectués, au cours d'une journée de semaine, soit :

- par l'ensemble des membres d'un ménage ;
- par un adulte ;
- par une personne de plus de six ans.

Les premières études de transport ont retenu le premier de ces indicateurs, dont l'usage s'est ensuite prolongé. C'est celui qui sera utilisé ici.

Les études de transport menées dans les années soixante dans les villes américaines puis européennes ont montré que, le plus souvent, ce nombre variait entre 4 et 8 (1), en fonction du revenu. Il se décomposait en :

- un élément presque fixe, les déplacements de migrations alternantes, voisin de 2 (soit un aller et retour en moyenne par ménage), ce qui traduit le fait que le nombre moyen d'actifs par ménage (1,3 environ en Ile-de-France) est presque l'inverse de la proportion des actifs qui utilisent un moyen de transport pour aller travailler (0,75 en Ile-de-France) ; cet élément peut dépasser 2 dans les villes où le retour à déjeuner au domicile est encore largement pratiqué (villes de province en France) ;

(1) Mais 3,5 seulement en Région parisienne en 1965 (chiffre sans doute sous-estimé par l'enquête) environ 5 en 1985. Il dépasse parfois 8, voire 10, dans certaines villes des Etats-Unis.

o un élément très variable : les déplacements pour les autres motifs, qui dépendent beaucoup de la structure de la ville, des comportements, mais surtout du niveau de vie (revenu, motorisation, temps libre). Ils comprennent les déplacements pour achats, loisirs, voire affaires, et même les déplacements scolaires (choix d'écoles plus éloignées du domicile).

Cette analyse est confirmée par les travaux de Zahavi, qui a montré que, lorsque la mobilité doit être limitée, une hiérarchie s'établit entre les déplacements selon leur nature (2) : d'abord les déplacements forcés (migrations alternantes et déplacements professionnels), puis ceux pour affaires personnelles et achats, ensuite, ceux réclamés par les loisirs et enfin, ceux effectués pour accompagner une autre personne.

Il est donc clair que, lorsque le niveau de vie augmente, la mobilité non obligée augmente encore plus vite et constitue l'élément essentiel de la croissance de la demande.

L'étude plus détaillée des facteurs de variation de la mobilité, qui peut être menée, par exemple, sur le cas de la Région parisienne (3) montre que :

— le lieu de résidence dans l'agglomération est un premier facteur : la mobilité croît lorsqu'on s'éloigne en banlieue, en raison de l'éloignement plus grand des lieux de travail, d'achat, de loisirs, etc. ; à distance égale du centre, elle est plus élevée dans les quartiers les plus aisés ;

— la mobilité motorisée (c'est-à-dire avec emploi d'un moyen de transport) est plus élevée pour les hommes que pour les femmes (l'écart est de 40 % pour les actifs et de 20 % pour les inactifs), mais la mobilité à pied des femmes est supérieure de moitié à celle des hommes, l'une compensant presque exactement l'autre ;

— le fait d'exercer une activité professionnelle double la mobilité motorisée, mais diminue la mobilité à pied ;

— la mobilité par personne est maximale dans les ménages de taille moyenne (3 à 4 personnes) ;

— les adultes jeunes (16 à 45 ans) sont les plus mobiles ;

— la mobilité varie beaucoup selon le statut socioprofessionnel, ce qui est lié au revenu (cf. ci-dessous), mais, à statut comparable, elle est sensiblement plus forte pour les salariés que pour les non-salariés ;

— la mobilité croît très fortement avec le niveau de revenu, d'abord presque proportionnellement à celui-ci, puis en tendant vers un niveau de saturation pour les revenus élevés ;

— la motorisation du ménage, évidemment liée au revenu, augmente fortement la mobilité : celle-ci double pour les ménages motorisés par rapport à ceux qui ne le sont pas et augmente encore d'un quart pour les ménages disposant de deux automobiles.

(2) Cf. Yacov Zahavi, *Travel Characteristics in Cities of Developing and Developed Countries*, Washington, World Bank, mars 1976, 95 pages.

(3) Cf. Pierre Merlin, « Les transports à Paris et en Ile-de-France », *Notes et Etudes documentaires*, n° 4659-4660, La Documentation française, Paris, 1982, 282 pages.

Un aspect important de la demande de déplacement est sa concentration dans le temps. Les déplacements domicile-travail (migrations alternantes) sont soumis à des contraintes horaires souvent rigides qui expliquent les pointes quotidiennes (il existe aussi des pointes hebdomadaires et des pointes annuelles). Ces pointes quotidiennes sont surtout importantes dans les transports en commun, qui sont principalement utilisés pour les migrations alternantes, et sur les axes radiaux en raison du nombre d'emplois dans le centre. Il en résulte deux conséquences fondamentales :

- D'une part, c'est en fonction de la demande aux heures de pointe qu'il convient de planifier les réseaux de transport (cela paraît presque évident, mais cependant de nombreux spécialistes ont fondé tous leurs raisonnements sur l'analyse de la demande totale de la journée) (4).

- D'autre part — et c'est important — les exploitants des services de transports en commun sont confrontés à une situation particulièrement défavorable quant à l'équilibre de leurs comptes de fonctionnement car

- ayant un caractère de service public, ils doivent fonctionner sur l'essentiel de la journée (19 heures pour le métro à Paris) ;

- mais ayant pour rôle majeur d'« écrêter les pointes », leur capacité n'est pleinement utilisée que 4 heures par jour environ ; sur les lignes SNCF de la banlieue de Paris, 54 % du trafic au départ de Paris a lieu entre 17 h 30 et 19 h 30 et autant à l'arrivée entre 7 et 9 heures.

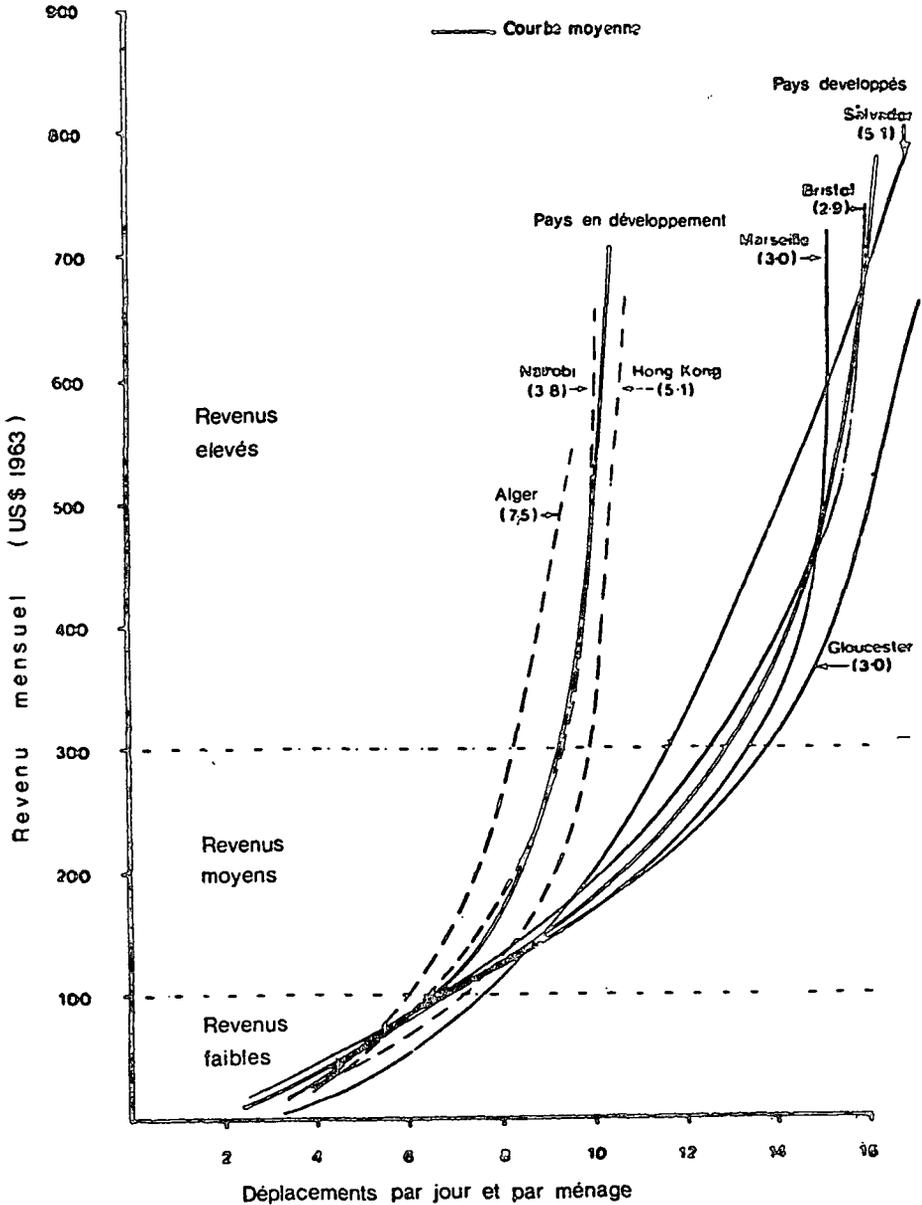
Dans les pays en voie de développement, la mobilité par personne est plus faible, surtout si on ne prend en compte que les déplacements motorisés. Cependant, en raison de la taille élevée des ménages, leur nombre de déplacements est voisin, voire supérieur, à celui observé dans les villes des pays développés. Les facteurs de variation sont les mêmes : revenu en premier lieu, catégorie socioprofessionnelle, motorisation, âge, taille du ménage, etc., mais l'offre de transport et la structure de l'agglomération jouent un rôle plus important que dans les pays développés. La variation de la mobilité selon le revenu suit une courbe de même forme, mais décalée par rapport à celle des villes des pays développés (figure 1). On a réuni, dans le tableau 1, les données disponibles pour quelques villes : elles montrent l'effet du revenu et de la motorisation, mais aussi l'importance des déplacements non motorisés (à pied ou à bicyclette).

Par définition, les enquêtes sur la mobilité des ménages (5) ne permettent de connaître que la demande qui a été réalisée. Celle-ci ne correspond qu'à une partie de la demande totale. Il y manque, en effet, les déplacements que les personnes interrogées auraient souhaité effectuer, mais qu'elles n'ont pu faire, soit par manque de temps, soit par manque d'argent pour payer le prix du transport, ou encore parce qu'elles n'avaient pas de moyen de transport à leur disposition. Cette demande non exprimée est appelée par les spécialistes la « demande latente ». L'objectif du planificateur ne peut se limiter à répondre à la demande exprimée. Il doit aussi répondre à la demande latente, ce qui suppose qu'il soit capable de l'évaluer.

(4) Cf. Christian Gérondeau, *Les transports urbains*, PUF, collection « Que sais-je ? », Paris, 1969, 128 pages.

(5) Voir deuxième partie, chapitre 1.

Figure 1. — Mobilité par ménage et par jour selon le revenu dans quelques villes (les chiffres entre parenthèses indiquent la taille moyenne des ménages)



Source : Cf. M.G. Mogridge, « Transportation planning in Nairobi », *Traffic Engineering and Control*, vol. 16, n° 1, janvier 1975, p. 40-46.

N.B. : Bien que située dans un pays en voie de développement, la ville de Salvador (Brésil) présente les mêmes caractéristiques de mobilité que les villes des pays développés.

Tableau 1. — Mobilité, revenu et motorisation dans quelques villes de pays en développement

Villes	Date	Population zone d'étude	Taille moyenne des ménages	% des ménages motorisés	Nombre moyen des déplacements/ménage/jour (3)	Nombre moyen des déplacements/personne/jour (3)	Revenu moyen/ménage \$ US 1973 par mois	% des déplacements non motorisés (3)
Koweït	1969	725 000	6,5	67	11,0	1,7	399	17
Alger	1972	1 675 000	7,5	16	6,2	0,83	182	53
Nairobi	1970	353 000	3,8	24	6,9	1,81	160	47
Salvador	1975	1 234 000	5,1	22	8,8	1,73	206	31
Kinshasa	1975	1 650 000	(1)	(1)	(1)	1,24	(1)	65
La Paz	1976	655 000	5,6	11	9,47	1,69	67 (2)	36 (4)
Port-Louis	1976	450 000	(1)	31	(1)	0,80	135 (2)	40
Brazzaville	1978	385 000	(1)	4	(1)	0,85	95 (2)	17
Curitiba	1978	950 000	(1)	20	(1)	1,75	(1)	20

(1) Renseignement non disponible.

(2) En dollars 1976 (La Paz et Port-Louis), 1978 (Brazzaville).

(3) Chiffres à interpréter avec précaution, compte tenu des définitions variables des déplacements à pied pris en compte. Pour Kinshasa, Port-Louis et Brazzaville, seuls les déplacements de plus de 500 mètres ont été pris en compte.

(4) Déplacements à pied seulement pour La Paz.

Sources nationales.

Les facteurs de choix de l'utilisateur des transports

Il s'agit de la dépense monétaire, du temps passé et du confort.

La dépense monétaire

Un déplacement empruntant les transports en commun coûte à l'utilisateur, en 1985, 1,90 franc dans une ville de taille moyenne (moins de 700 000 habitants) ; 2,50 francs environ dans une grande agglomération (Lille, Marseille, Lyon) ; 2,24 francs sur le réseau RATP (à Paris). Ces coûts étant très inférieurs au coût de fonctionnement (de moitié en moyenne sur les réseaux urbains des villes de province, de près des deux tiers sur le réseau de la RATP), la différence est payée par les entreprises (participation transport) et par la collectivité.

Le coût d'un déplacement en automobile pour un usager est beaucoup plus difficile à évaluer. Il est cependant possible de définir un prix moyen du kilomètre — 3,20 francs en Région parisienne, 2,70 francs dans les villes de

province en 1985 — qui prend en compte l'ensemble des coûts (y compris l'amortissement du prix du véhicule) ou un prix marginal (prix du kilomètre supplémentaire, soit 1,10 franc par kilomètre, un peu plus en Région parisienne) ou encore le coût directement ressenti par l'utilisateur réduit en fait au coût des carburants (soit 0,60 franc environ par kilomètre) (6). La longueur moyenne d'un déplacement urbain en automobile étant, environ, de 5,5 kilomètres en Région parisienne et de la moitié dans les villes de province, le taux moyen d'occupation d'un véhicule en heure de pointe étant de 1,32 personne en Région parisienne et de 1,25 personne dans les villes de province, on peut estimer le coût marginal, pour l'utilisateur, d'un déplacement en automobile à 4,60 francs en région parisienne et à 2,40 francs dans les villes de province et le coût moyen respectivement à 13,40 francs et 5,90 francs (7). On voit que la différence entre le coût marginal de l'automobile et le prix des transports en commun est relativement faible dans les villes moyennes (20 % de plus environ), mais qu'elle est très élevée en Région parisienne (plus du double). Il n'est, dès lors, pas surprenant que l'automobile soit le moyen de transport habituel des personnes dans les villes moyennes, alors que les transports en commun jouent un rôle beaucoup plus grand dans les métropoles.

Dans les pays développés, les dépenses de transport augmentent avec le revenu, et ceci tant pour les transports en commun que pour l'automobile. Une enquête britannique a montré que la part du revenu consacrée aux transports, limitée à 5 % pour les petits revenus, atteignait 10 % pour les revenus moyens et plafonnait autour de 13 % pour les revenus élevés. La part de cette dépense consacrée aux transports en commun décroît de 60 % pour les faibles revenus à 12 % pour les revenus élevés.

Dans les villes des pays en développement, la part du revenu consacrée aux transports est plus faible (4 à 5 % du revenu), sauf pour les ménages motorisés. A Kinshasa par exemple, la dépense moyenne de transport d'un cadre est égale à dix fois celle d'un ouvrier, à vingt fois celle d'un chômeur.

Le temps de trajet

Le temps est une donnée rare pour le citoyen. Pourtant, en dépit du vieil adage « le temps, c'est de l'argent », ce n'est que depuis deux décennies au plus que les gains (ou pertes) de temps des usagers lors des déplacements sont pris en compte dans la planification des réseaux de transport. Ce temps de transport représente pourtant un élément fondamental du budget-temps quotidien, surtout pour les personnes qui travaillent, comme l'ont montré les enquêtes sur les budgets-temps, entreprises pour la première fois vers 1965 (8).

Dans une très grande agglomération, comme celle de Paris, le temps de transport réduit sensiblement le temps de loisir : on peut estimer pour une

(6) Voir première partie, chapitre 3.

(7) Voir première partie, chapitre 3.

(8) Cf. Jacques Durand, Pierre Merlin, Guy Pourcher, « Le budget-temps », 17 pages, dans *Etudes et essais, Centre de recherche d'urbanisme*, Paris, 1965, pag. div.

personne active, qui ne travaille pas à son domicile, à 1 h 20 mn le temps passé, en Région parisienne pour aller à son travail et en revenir (malgré l'abandon, presque complet, de l'ancienne habitude du déjeuner à domicile). Ce temps est presque égal au temps de loisir qui reste à cette personne en fin de journée : 2 heures.

Les migrations alternantes, dans une agglomération, tiennent à une cause principale, la répartition géographique différente des emplois et des résidences, mais aussi à plusieurs causes secondes — mais non secondaires — qu'on oublie trop souvent bien qu'un calcul théorique ait montré que ces causes secondaires expliquaient les deux tiers des longueurs des déplacements, car, si la carte des emplois correspondait rigoureusement à celle des résidences, ces migrations ne seraient réduites que d'un tiers. Ces causes secondes tiennent à :

— la spécialisation, d'ailleurs croissante, des emplois : une personne active ne peut occuper un emploi proche de son domicile s'il ne correspond pas à sa qualification ;

— la non-transparence du marché de l'emploi : chacun n'a pas connaissance, à tout moment, de tous les emplois disponibles correspondant à sa qualification, pour pouvoir en choisir un plus proche de son domicile ;

— la « viscosité » du marché du travail : même en ayant connaissance d'un emploi proche de son lieu d'habitation, beaucoup préfèrent conserver leur emploi actuel et les avantages, réels ou supposés, qu'ils ont acquis ;

— la mobilité résidentielle et professionnelle permet parfois de rapprocher lieux de travail et résidence, mais peut aussi contribuer à les éloigner (les cas classiques sont celui du jeune ménage contraint de quitter le centre pour un logement plus vaste à la périphérie de l'agglomération, ou celui de l'usine qui transfère ses activités de proche en lointaine banlieue) ;

— la présence, dans de nombreux ménages (un sur deux en France), de plusieurs personnes actives rend plus complexe encore l'adéquation résidence-lieu de travail.

Malgré ces multiples difficultés, les citadins ont toujours cherché à réduire la durée de leurs migrations alternantes.

Il est donc clair que le temps a une « valeur » pour l'usager. Cette considération peut paraître triviale, mais ce n'est que dans les années soixante, à la suite d'analyses du type de celle qui précède, qu'il y a eu prise de conscience du problème, que des méthodes ont été mises au point pour évaluer cette *valeur du temps* désormais prise en compte au même titre que la dépense monétaire dans les travaux de planification (9). Elle est évaluée généralement en France aux deux tiers du revenu horaire moyen, soit 32 francs en 1985.

(9) Cf. Pierre Merlin, *Les transports parisiens*, Masson, Paris, 1967, 495 pages.

Le confort

Si importants que soient la dépense monétaire et le facteur temps dans la stratégie de déplacement des citadins, ils ne suffisent pas pour comprendre le comportement de l'usager. Dès qu'un certain niveau économique est atteint, offrant une liberté minimale de choix, le citadin est sensible aux conditions qualitatives de ses déplacements. Ce sont ces conditions qu'on a coutume de dénommer « confort ». On peut en recenser de multiples composantes. Une première série concerne les conditions dans lesquelles se déroulent les déplacements en transports en commun :

— *les changements de moyens de transport* au cours d'un même trajet se révèlent souvent pénibles ; cela apparaît clairement au travers du comportement des usagers qui cherchent à réduire le nombre de correspondances au cours de leur trajet quotidien ;

— *l'attente* d'un autobus, la *fréquence* d'un train sont également des éléments décisifs de la qualité d'une liaison ; le migrant quotidien ne peut risquer un retard à son travail ; au retour, il appréciera peu que l'attente d'un autobus lui fasse « manquer » son train. Ici l'inconfort a une double dimension : physique (il est pénible d'attendre, souvent debout, parfois exposé aux intempéries) et psychologique (l'incertitude est désagréable et peut être démultipliée par les conséquences d'un retard) ;

— *la recherche d'une place de stationnement* joue, pour les automobilistes, un rôle comparable ; elle comporte une composante physique (temps perdu), une composante psychologique (incertitude sur la durée de ce temps perdu, sur l'existence et la qualité de la solution trouvée au terme de cette recherche), voire une composante économique (paiement du droit de stationner dans certains cas) ;

— *la marche à pied* peut être dans certains cas, agréable : on a montré, dans le cas de Paris, que les migrants quotidiens n'hésitaient pas à effectuer un assez long trajet à pied lorsque celui-ci épousait un parcours agréable : traversée d'un jardin public, parcours le long des quais de la Seine ou d'une voie attrayante (Champs-Élysées, boulevard Saint-Michel, etc.) (10) ; mais, dans la plupart des cas, elle représente une contrainte pour l'usager des transports en commun, comme pour l'automobiliste qui doit stationner loin de sa destination ;

— *la disponibilité* de l'automobile (comme des véhicules à deux roues) constitue, à l'inverse, un de ses atouts indéniables : outre des parcours à pied terminaux le plus souvent réduits (sauf, parfois, dans le centre des villes), le problème de l'attente ou de la fréquence ne se pose pas ;

— *la surcharge* des transports en commun se rapproche d'une conception plus restrictive du confort ; compte tenu de la durée des trajets quotidiens (35 minutes dans un seul sens en Région parisienne et 20 minutes dans les villes de province, en moyenne générale, mais respectivement 50 minutes et près de 30 minutes pour les usagers des transports en commun), l'importance que certains usagers accordent à la possibilité de voyager assis apparaît naturelle ;

— *le confort physique et esthétique* est lié à la qualité et à la dimension

(10) Cf. Pierre Merlin, 1967, *op. cit.*

des sièges, à la décoration intérieure des véhicules et des stations, à l'agrément des paysages parcourus ;

— l'*intimité* est un caractère propre aux transports individuels ; outre un confort physique et esthétique satisfaisant pour l'automobile (mais médiocre pour les véhicules à deux roues), celle-ci offre un avantage considérable : la possibilité de ne voyager qu'avec des personnes de son choix. Pour beaucoup, c'est là un élément décisif, que l'insécurité qui gagne les transports en commun, aux Etats-Unis comme en Europe, ne peut que conforter ;

— la *sécurité* s'entend dans plusieurs sens :

— sécurité du moyen de transport : le risque d'accident est très inférieur dans les transports en commun, comparé à celui des transports individuels (11),

— sécurité vis-à-vis des autres usagers : le risque d'agression peut exister notamment dans le métro ;

— la *régularité* est l'atout des transports ferroviaires : les transports routiers (autobus, automobile) sont sujets aux aléas des conditions de circulation.

Le confort est donc une notion complexe mais qui influe beaucoup sur les comportements des usagers, qu'il s'agisse de décider un déplacement supplémentaire, d'en fixer la destination, de choisir son moyen de transport ou son itinéraire. Il faudra donc en tenir compte dans la planification au même titre que le temps du trajet.

Vers un coût global : le coût généralisé

Comment prendre en compte simultanément, et avec des bases communes d'évaluation, la dépense monétaire liée à un déplacement, le temps passé, les conditions de transport endurées ? C'est là un problème méthodologique qui n'a été abordé qu'au cours des années soixante et qui a trouvé une solution au travers du concept de « coût généralisé du déplacement » (12) qui a bouleversé les méthodes de planification des transports urbains.

L'accessibilité

Mesurer la durée d'un déplacement, en améliorer le confort, chercher à réduire son « coût généralisé » n'ont de sens que si ce déplacement peut être réalisé. C'est poser le problème de l'accessibilité.

(11) Voir première partie, chapitre 4.

(12) Notion définie et précisée dans la deuxième partie, chapitre 2.

L'accessibilité : une priorité absolue

La finalité des transports urbains est d'offrir aux citoyens l'accessibilité à tous les secteurs de la ville. Dans les pays développés, l'essor des moyens de transport individuels et la ramification des réseaux de transport public semblent rendre ce rappel superfétatoire. Ce n'est pas tout à fait exact si l'on songe aux personnes âgées ou impotentes, aux enfants dans une petite ville sans transports en commun, aux personnes habitant aux franges de l'agglomération et travaillant en ville, à celles qui ont des horaires de travail inhabituels, etc.

C'est encore moins vrai dans le cas des villes des pays en développement où, souvent, des quartiers entiers, développés de façon spontanée à la périphérie, ne sont pas desservis. L'accès à la ville et au lieu de travail exige alors pour ceux qui ne sont pas les heureux propriétaires d'une bicyclette, des heures de marche à pied. L'accessibilité devient alors une priorité absolue. Même dans les quartiers desservis, le prix du billet d'autobus, pourtant au moins cinq fois plus faible que dans les pays développés, est inabordable pour des couches entières de la population : les chômeurs, ceux qui n'ont pas d'emploi fixe, les familles des petits salariés.

Les « captifs » des transports en commun

Les transports en commun ne sont pas seulement une nécessité, dans les villes grandes et moyennes, parce qu'ils sont plus économiques en investissements et en espace consommé. Ils le sont aussi parce qu'ils sont les seuls à assurer une possibilité d'accessibilité à tous. Même dans un milieu urbain où la motorisation est supposée généralisée (agglomérations de Los Angeles ou de Detroit, par exemple), une importante fraction de la population ne peut utiliser l'automobile : près de 25 % des ménages (souvent composés d'une seule personne, il est vrai) ne sont pas, dans ces métropoles où tout est organisé en fonction de l'usage de l'automobile, motorisés. Si on ajoute la population des enfants, des personnes trop âgées ou handicapées dans l'incapacité de conduire, on atteint près de 50 % de la population qui ne peut conduire un véhicule, sans compter ceux qui n'ont pas la disposition quotidienne du véhicule familial (60 % en comptant ceux-ci dans les villes américaines les plus motorisées). En Région parisienne, où le taux de motorisation atteint 300 véhicules pour 1 000 habitants, il y a près d'un tiers des ménages non motorisés (un quart de la population) et 25 % d'exclus par l'âge ou un handicap. Dans les villes où le niveau économique est moins élevé, ces exclus de l'automobile représentent une proportion encore plus forte.

La moitié au moins de la population en âge de se déplacer, dans les cas les plus favorables, est donc dépendante des transports en commun : dans le jargon des spécialistes des transports, ce sont les « captifs » des transports en commun. Outre les répercussions que peut avoir cette constatation sur la méthodologie de la prévision du choix du moyen de transport, il se pose immé-

diatement un problème politique : quels que soient les avantages procurés par l'automobile, la planification des transports urbains ne peut reposer sur un seul moyen de transport qui exclut au moins la moitié des usagers potentiels. Même si ces exclus sont le plus souvent les moins bien placés pour se faire entendre, au sein de leur famille — enfants, personnes âgées, handicapés, voire épouses du « maître » du véhicule familial — comme au sein de la société, leur assurer l'accessibilité et le droit au transport apparaît comme un enjeu primordial.

Dans les pays en développement où les taux de motorisation atteignent rarement un véhicule pour 10 habitants même dans les grandes villes, ce sont parfois beaucoup plus de 90 % de la population qui se retrouvent « captifs » des transports en commun, sans toujours pouvoir y avoir accès et en acquitter le prix.

L'importance des déplacements non motorisés

Ces exclus des transports en commun n'ont d'autre choix, pour se déplacer, que la marche à pied (ou la bicyclette, s'ils en disposent d'une, ce qui apparaît souvent comme un privilège dans nombre de PVD). Même dans les pays développés, beaucoup de déplacements, en général de faible longueur (moins d'un kilomètre le plus souvent), sont effectués à pied, surtout par les femmes ou les personnes sans profession et particulièrement en Région parisienne, on en a recensé 3,34 par ménage, en 1976, pour 4,69 déplacements motorisés. La bicyclette peut aussi, dans les petites villes ou lorsque c'est une tradition (Pays-Bas, Danemark), représenter une part notable de la mobilité.

Les déplacements à pied dépassent souvent 50 % de la mobilité dans les villes des pays en développement : 64 % à Kinshasa, 65 % à Bamako, 70 % à Dar es-Salam, et même 89 % à Kigali. Surtout, il ne s'agit pas, comme en Europe, de déplacements de proximité, mais souvent de trajets très longs : à Nairobi, 30 % des déplacements de 3 kilomètres sont effectués à pied, 10 % de ceux de 5 kilomètres, et certains vont quotidiennement à pied jusqu'à 8 kilomètres ! Il faut ajouter que ces déplacements à pied (ou à bicyclette) ne sont en rien facilités par les pouvoirs publics : pas de pistes spéciales, trottoirs inexistantes ou encombrés, mélange avec la circulation automobile. A Lagos (3 millions d'habitants), 30 % des personnes pénétrant dans l'île centrale le font à pied ou à bicyclette.

Vers un « droit au transport »

Assurer l'accessibilité à tous est donc le premier objectif de toute politique de transport urbain. Cela n'a pourtant pas toujours été le cas, il s'en faut de beaucoup, et l'accessibilité n'est pas partout la même ; pour la mesurer il existe des indicateurs d'accessibilité (13).

(13) Voir deuxième partie, chapitre 3.

Dans les pays en développement, mais aussi dans les pays développés, en raison de l'importance numérique des « captifs », les transports urbains sont devenus un enjeu politique. En France, vers 1970, les usagers (14), popularisant le slogan : « L'Etat ne nous transporte pas, il nous roule », ont entrepris des manifestations de rue qui ont même fait craindre aux plus hauts responsables politiques du pays que l'insuffisance des réseaux de transports en commun ne soit le détonateur d'une nouvelle explosion sociale, comparable à celle de 1968 (15). Cette première pression sur les pouvoirs publics sera relayée, en 1973-1974, par les mouvements de défense de l'environnement (16) qui exigeront une politique plus restrictive à l'égard de l'automobile et plus favorable aux transports publics, ce qui commencera à se traduire dans la répartition des crédits publics au cours du VII^e Plan (1976-1980). Une évolution comparable, visant les grands projets (routiers et ferrés) et la planification elle-même, a eu lieu aux Etats-Unis (17). Le droit aux transports a été affirmé en France en 1982 dans la loi d'orientation pour les transports intérieurs ; il reste à rendre ce droit effectif.

La motorisation : de grandes inégalités

La mobilité est facilitée et accrue par la motorisation. Celle-ci, très inégale entre les pays, à l'intérieur de ceux-ci et entre les couches sociales, se développe cependant rapidement. Il y a, dans le monde, en 1985, plus de 350 millions de voitures de tourisme et quelque 100 millions de véhicules utilitaires. Mais 90 % des automobiles et 80 % des véhicules utilitaires se trouvent dans les pays développés. Alors qu'aux Etats-Unis, le taux de motorisation (véhicules de tourisme) approche 600‰, il n'atteint que 15‰ pour l'ensemble de l'Afrique, beaucoup moins encore dans certains pays.

Cependant, le rythme d'augmentation du taux de motorisation tend à décroître. Il en résulte :

— que le taux de motorisation varie dans le temps selon une courbe en S (logistique) ;

— que cette évolution semble être la même, avec un important décalage dans le temps, pour les pays développés et pour les pays en voie de développement ;

(14) Fédération des Comités d'usagers des transports en commun de la Région parisienne, *Livre noir des transports parisiens*, Paris, FCUTCRP, s.d., 48 pages.

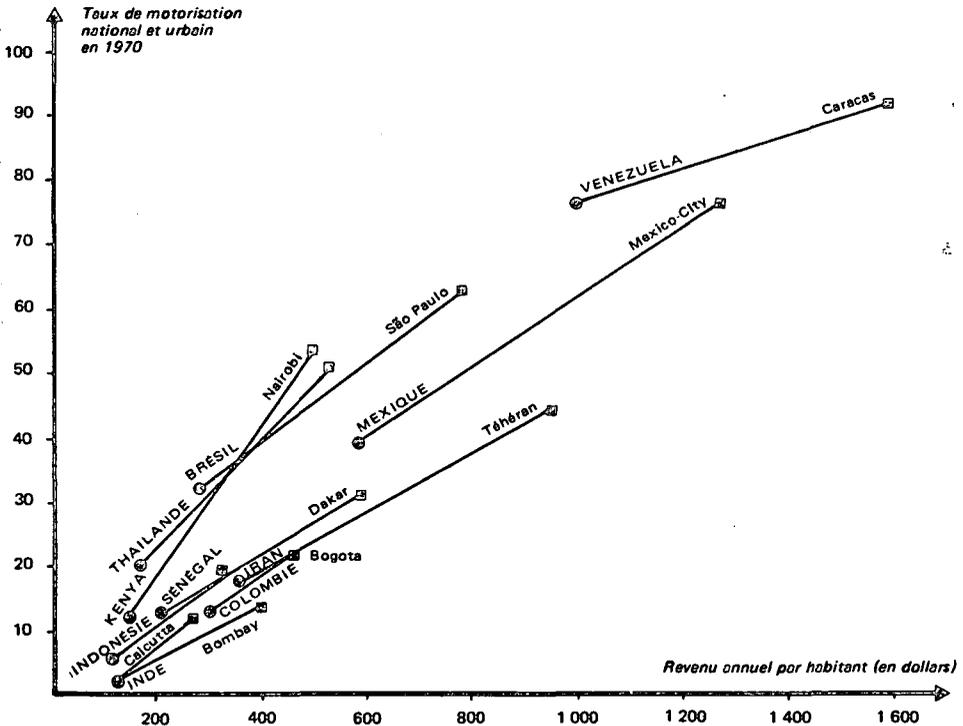
(15) C'est ainsi que, lors du conseil interministériel du 15 octobre 1970, les principaux défenseurs de la poursuite du RER furent, essentiellement pour des raisons d'ordre public, le Président Pompidou et le ministre de l'Intérieur, M. Marcellin.

(16) Cf. Eddy Cherki et Dominique Mehl, *Les nouveaux embarras de Paris : de la révolte des usagers des transports aux mouvements de défense de l'environnement*, Maspéro, Paris, 1979, 24 pages. Voir aussi Shalom Reichman, *Les transports, servitude ou liberté ?* PUF, Paris, 1983, 197 pages.

(17) Cf. H.M. Steiner, *Conflict in Urban Transportation : The People against the planners*, Lexington (Mass.), Heath (Lexington books), 1978, 142 pages ; A.L. Altschuler et divers, *Current Issues in Transportation Policy*, Lexington (Mass.), Heath (Lexington books), 1980, 222 pages.

— que des résultats comparables sont obtenus par l'analyse des taux de motorisation au niveau national ou au niveau des grandes agglomérations (voir figure 2).

Figure 2. — Motorisation nationale et urbaine en fonction du PNB/habitant (1)



Source : Wilfred Owen, *Automobiles and Cities Strategies for Developing Countries*, OECD, World Bank, 1973, 112 pages.

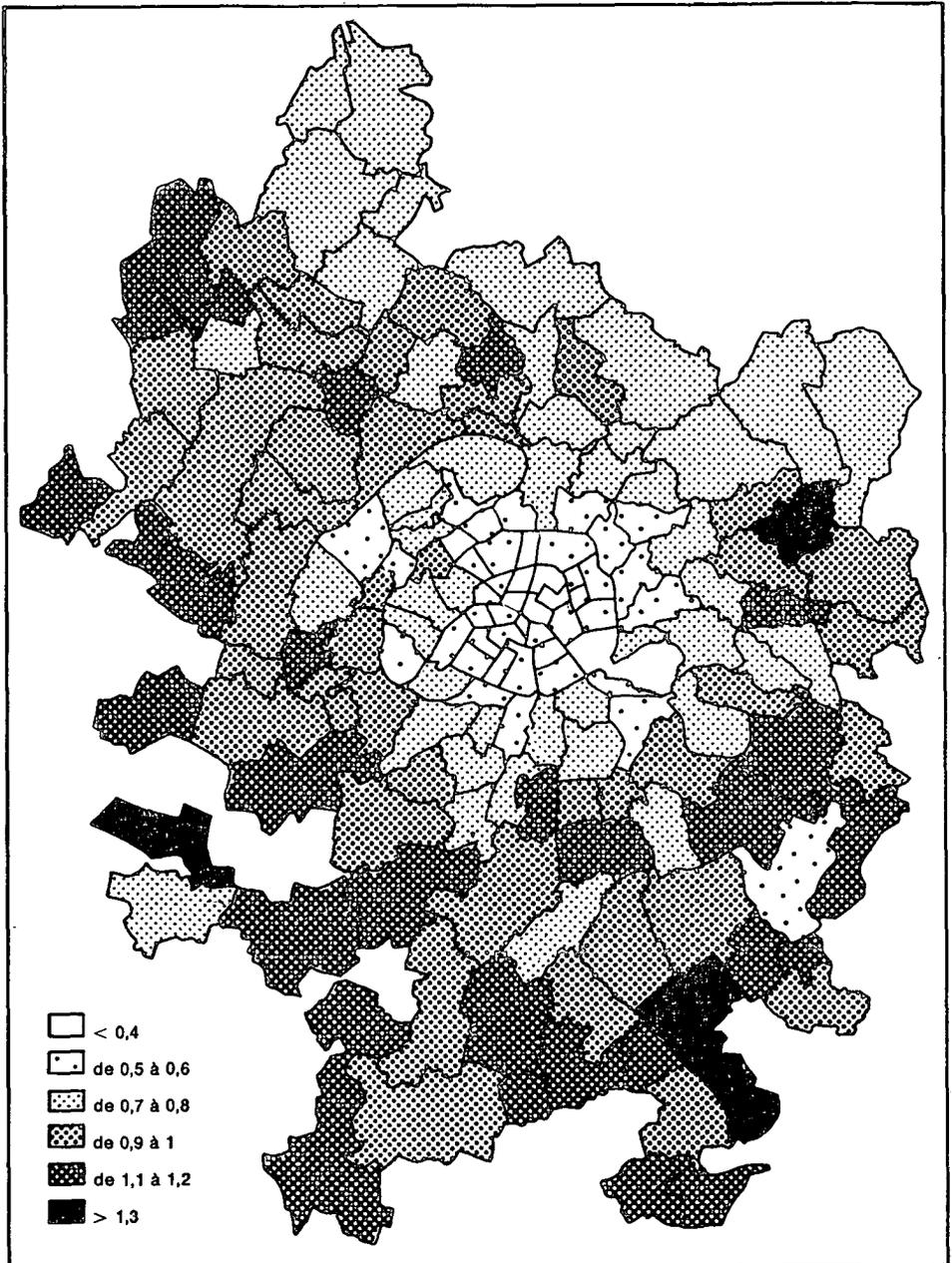
Ces variations dans le temps traduisent en fait l'évolution des revenus, auxquels les taux de motorisation sont très liés, à quelque échelle que l'on se situe ;

— entre les pays, la corrélation revenu-taux de motorisation est assez bonne, perturbée seulement par le degré de développement des réseaux de voirie, le prix des carburants et surtout la politique suivie à l'égard des importations d'automobiles (droits de douane jusqu'à 400 % dans certains pays, voire embargo) ;

— entre les villes, la corrélation est encore meilleure : les villes, et surtout les capitales, ont une avance de plusieurs années, mais l'ensemble du pays suit la même courbe logistique ; on note cependant l'effet de la structure de la ville, de la qualité du réseau de voirie urbaine, de la facilité de stationnement et de la qualité des transports en commun ;

Figure 3. — Taux de motorisation (1976)
(Nombre de voitures particulières par ménage)

Par secteur INSEE



Source : Enquête globale de transports 1976, citée dans Pierre Merlin, « Les transports à Paris et en Île-de-France », *Notes et Etudes documentaires*, n°s 4659-4660, La Documentation française, Paris, 1982, p. 69.

— entre les couches de revenu à l'intérieur d'une même agglomération, toujours selon une courbe logistique, avec les mêmes facteurs correctifs qu'entre les villes.

L'analyse détaillée au niveau d'une agglomération fait bien apparaître le rôle de ces facteurs perturbant la corrélation revenu/taux de motorisation. En Région parisienne, par exemple où le taux moyen de motorisation est de 0,35 (malheureusement la dernière enquête pour laquelle les variations géographiques du taux soient connues est celle de 1976) voiture par ménage ou 0,86 par personne (début 1984). La distance au centre devient le facteur principal : les taux les plus élevés (voir figure 3) sont ceux de la grande banlieue, là où la desserte par les transports en commun est la plus médiocre, mais où les conditions de circulation et de stationnement sont les meilleures ; les taux les plus faibles sont ceux de Paris, où les conditions sont inverses, bien que le revenu moyen y soit plus élevé. Le taux de motorisation de la banlieue a dépassé celui de Paris dans les années cinquante, le taux de la province a dépassé celui de la Région parisienne dans les années soixante. A distance égale du centre cependant, les écarts de revenus reprennent leur rôle pour expliquer les différences entre l'Ouest et le Sud de la France, plus motorisés, et le Nord et l'Est, qui le sont moins. Les taux de motorisation varient aussi avec la taille du ménage (surtout entre 1 et 2 personnes), et avec la catégorie socioprofessionnelle, ce qui est lié au revenu (mais, à revenu égal, les ouvriers sont plus motorisés que les employés).

Peut-on, à partir des « lois » empiriques précédentes, tenter des prévisions ? La crise du pétrole ou la pénurie de matières premières ne conduiront-elles pas à un ralentissement de la motorisation ? Owen estime que le risque de pénurie de métaux est faible, au moins jusqu'à la fin du siècle et que la crise pétrolière risque surtout de réduire la dimension des véhicules (18). Il reste que les pays en voie de développement non producteurs de pétrole, et donc frappés par la crise pétrolière qui s'est aggravée depuis l'étude d'Owen, peuvent être conduits à renforcer les dispositions réglementaires ou fiscales visant à réduire les importations de véhicules et la consommation d'essence. Mais, par ailleurs, la stratégie des constructeurs automobiles semble être d'implanter de plus en plus d'usines de montage, voire de fabrication, dans les pays en voie de développement.

Dans ce contexte, l'automobile risque d'apparaître à ces pays, comme elle l'est aujourd'hui dans les pays développés malgré des difficultés, comme une source de création d'emplois et un élément moteur du développement économique.

L'extrapolation de l'évolution passée conduirait les pays en développement à posséder près de 120 millions d'automobiles à la fin du siècle, mais cela ne correspondrait encore qu'à un peu plus de 20 % du parc mondial, et à un taux de motorisation voisin de 20 %, soit le double du taux actuel. Dans ces pays, la politique de transport doit donc considérer que l'automobile restera longtemps le privilège d'une minorité, plus (en Amérique latine) ou moins (en Afrique, Asie sauf au Japon) étendue. Mais, même dans les pays développés, le stade de la motorisation généralisée ne sera jamais atteint, comme le montre le cas de Los Angeles.

(18) Cf. Wilfred Owen, 1973, *op. cit.*

Motorisation et mobilité

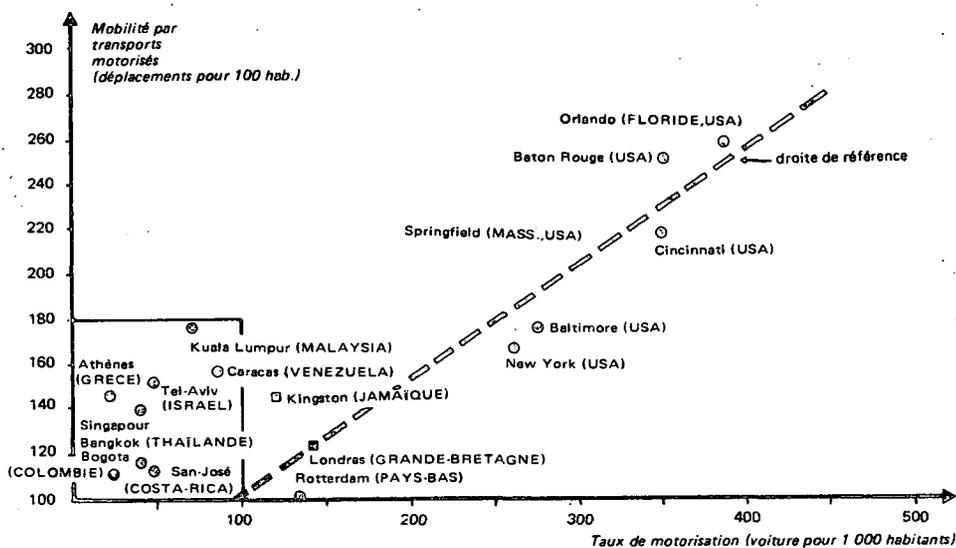
La motorisation accroît la mobilité. La relation est cependant complexe. A partir de l'étude d'une vingtaine de villes des pays développés et en voie de développement, effectuée par Zahavi (19), on peut énoncer que :

— dans les pays développés, en tout cas aux Etats-Unis, la mobilité par transports motorisés est proportionnelle au taux de motorisation (cf. droite de référence dans la figure 4) ;

— dans les pays en voie de développement, la liaison entre mobilité motorisée et motorisation est positive mais beaucoup moins régulière. Ceci s'explique facilement par le rôle plus grand, mais variable, des transports en commun, la diversité de la structure des villes, les facteurs secondaires influant sur la motorisation (taxis, etc.) ;

— dans les pays en voie de développement, la mobilité motorisée est très supérieure à ce qu'elle serait si on appliquait la corrélation observée dans les pays développés. Le minimum est de l'ordre de 1 déplacement par habitant et par jour (figure 4).

Figure 4. — Mobilité par transports motorisés en fonction du taux de motorisation



Source : Y. Zahavi, *op. cit.*

(19) Cf. Yacov Zahavi, *Travel Characteristics of Cities of developing countries versus developed countries*, Washington, World Bank, 1974.

Le rôle social de l'automobile

Les dépenses de transport dépassent couramment 10 % du budget des ménages. L'automobile est responsable de la plus grande part de ce chiffre. Son importance, pour l'économie des pays industriels, est souvent soulignée.

Alfred Sauvy a montré tout ce qu'il y a d'irrationnel dans l'attachement, particulièrement net en France depuis une génération, à l'automobile, et surtout dans les décisions prises par les pouvoirs publics à son égard (20). Peu importe si cette « déification » de l'automobile est rationnelle ou ne l'est pas. Deux questions importantes se posent : quels sont les caractères de l'automobile qui la rendent si populaire ? Pourquoi les pouvoirs publics ont-ils pu, longtemps, planifier les transports urbains en fonction de la seule automobile ?

Si l'automobile pèse si lourd dans le budget des ménages, comme dans leurs priorités, c'est pour trois raisons bien connues :

— pour beaucoup de citoyens, les qualités de disponibilité et d'intimité de l'automobile apparaissent déterminantes ;

— l'automobile offre une réelle accessibilité en tout point du territoire, en milieu rural et urbain : à ce titre, elle apparaît à beaucoup comme un des outils de la liberté ; il est possible d'être réservé sur la place accordée à cet outil, mais il serait irréaliste — et vain — de nier cet atout capital ;

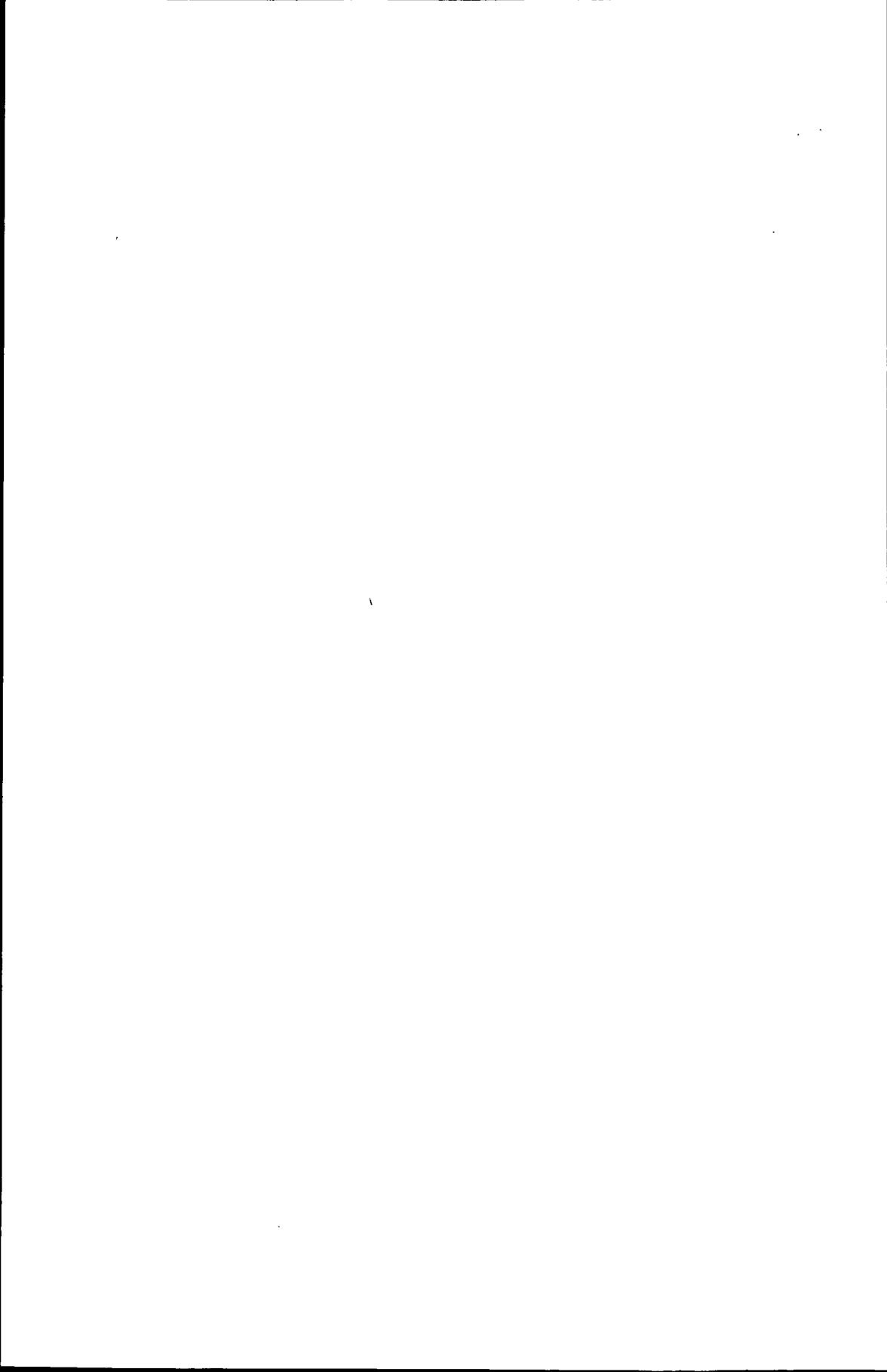
— à la possession d'une automobile — la plus belle, la plus récente, la plus puissante, la plus originale possible — est attachée, dans l'esprit des citoyens, surtout masculins, une image de prestige, de rang social, qui pousse certains à des dépenses disproportionnées avec leurs ressources.

En tout cas, il est indéniable que l'automobile multiplie la mobilité en milieu rural comme en milieu urbain : à revenu égal, les ménages motorisés sont beaucoup plus mobiles que ceux qui ne le sont pas (la bicyclette joue un rôle semblable dans les pays en développement). Ce sont les déplacements d'achats, de loisirs, et la conduite des enfants à l'école qui sont fortement réduits quand il n'y a pas d'automobile disponible dans le ménage. L'automobile est l'outil privilégié d'accès aux opportunités de la ville comme d'évasion de celle-ci. Le planificateur ne peut donc, en l'état actuel des choses, rejeter la possession de l'automobile. Par contre, il doit viser à limiter son usage aux déplacements (horaire et cadre géographique) pour lesquels cet emploi n'est pas nuisible à la collectivité.

Il n'est pas certain que telle ait été la politique des pouvoirs publics au cours de la dernière génération tant le groupe de pression en faveur de l'automobile a eu une efficacité remarquable.

Il aura fallu de nombreuses études économiques et urbanistiques, mais surtout la crise de l'énergie, et plus encore la crise économique qu'elle a amorcée, pour que le groupe de pression en faveur de l'automobile perde un peu de son pouvoir. Mais ce pouvoir n'a pu exister que grâce à l'attachement des citoyens à leur automobile. Longtemps, il a pu être question d'une « civilisation de l'automobile ». En fait, depuis quelques années, l'automobile joue, même en ville, un rôle certes important mais en voie de réduction.

(20) Cf. Alfred Sauvy, *Les quatre roues de la fortune*, Flammarion, Paris, 1968, 249 pages.



Première partie / chapitre 3

Le coût des transports

Mobilité, accessibilité et, bien sûr, motorisation sont liées aux coûts des transports pour l'usager. Ceux-ci peuvent être très différents des coûts pour la collectivité, qui diffèrent eux-mêmes, pour les transports en commun, des coûts pour l'exploitant.

Ce chapitre essaiera d'évaluer les coûts de l'automobile (investissement et fonctionnement) pour la collectivité et ceux des transports en commun (investissement et fonctionnement également) pour l'exploitant et pour la collectivité. Il ne sera question ici que de coûts directs, monétarisés. Les coûts indirects ou coûts sociaux seront abordés plus loin (1) et une estimation de ces coûts en termes monétaires sera tentée.

Le coût de l'automobile

Les coûts d'investissement

Il importe de prendre quelques précautions pour déterminer les coûts d'infrastructure par kilomètre (cette remarque vaudra aussi pour les transports en commun) :

— seuls des dossiers complets peuvent être utilisés pour établir des coûts unitaires, mais les particularités de chaque projet sont telles que les variations de ces coûts sont importantes : il convient donc de retenir une moyenne pour un nombre important d'opérations (réalisées, ou en projet si l'estimation est détaillée) ;

— les coûts doivent être actualisés (on utilise généralement l'indice général tous travaux publics) ;

— les coûts unitaires (au kilomètre d'infrastructure, par exemple) doivent être rapportés à la capacité offerte en heure de pointe (puisque c'est à l'heure de pointe qu'il faut ajuster l'offre à la demande) : or, la capacité théorique n'est pas toujours utilisée.

(1) Voir première partie, chapitre 4.

Les autoroutes urbaines sont les investissements les plus caractéristiques.

Pour la région de Paris, l'étude menée par Pierre Merlin en 1982 sur les réalisations des VI^e et VII^e Plans et les dossiers d'avant-projets sommaires étudiés en vue d'une réalisation au cours des années 1980 (2) conduit, à partir d'une cinquantaine de dossiers (3), à estimer les coûts moyens suivants, actualisés en francs 1985, pour une autoroute 2 fois 3 voies (TVA comprise) :

- hors agglomération : 30 millions de francs du kilomètre ;
- en grande banlieue (rocade A 87, villes nouvelles, etc.) : 50 millions de francs du kilomètre ;
- en moyenne banlieue (A 86, radiales ou transversales entre 3 et 10 kilomètres du boulevard périphérique) : 300 millions de francs du kilomètre ;
- en proche banlieue (moins de 3 kilomètres de boulevard périphérique) : 480 millions de francs du kilomètre.

On ne peut établir de coût significatif pour Paris, les réalisations (boulevard périphérique, voies sur berges) étant anciennes et ayant bénéficié d'emprises non bâties, mais ce coût atteindrait, selon le prix des expropriations nécessaires, des chiffres de l'ordre du milliard de francs du kilomètre.

Pour la province, un groupe de travail animé par le Centre d'études des transports urbains (CETUR) (4) a comparé 27 projets de voies rapides urbaines. A partir de ces données, on aboutit aux estimations suivantes (5) pour des autoroutes 2 fois 2 voies (il faut augmenter ces coûts d'un tiers environ pour 2 fois 3 voies), actualisées en francs 1985 :

- agglomération de moins de 100 000 habitants : 30 millions de francs du kilomètre ;
- agglomération de 100 000 à 300 000 habitants : 50 millions de francs du kilomètre ;
- agglomération de plus de 300 000 habitants : 75 millions de francs du kilomètre.

Il convient de préciser que presque tous ces projets sont situés en périphérie des agglomérations. La ventilation de ces coûts est la suivante, en moyenne .

- études : 4 % ;
- acquisitions foncières : 23 % ;
- dégagement d'emprises : 4 % ;
- ouvrages d'art : 33 % ;
- terrassements : 13 % ;
- drainage, assainissement : 4 % ;
- chaussées : 12 % ;
- équipements : 7 %.

(2) Cf. Pierre Merlin, *op. cit.*, 1982.

(3) Source : dossiers de la Direction régionale de l'Équipement d'Ile-de-France.

(4) Ministère des Transports et ministère de l'Environnement et du Cadre de vie, *Méthodes d'évaluation des grands projets de transport urbain : aspects financiers*, CETUR, Bagneux, 1980, 123 pages.

(5) Calculs effectués par l'auteur à partir des données du rapport CETUR.

Le coût d'une autoroute (à 2 fois 2 voies) en rase campagne peut être estimé à un peu plus de 20 millions de francs 1985 du kilomètre.

La part très importante des acquisitions foncières et des dégagements d'emprises (27 % en province, souvent beaucoup plus encore en proche banlieue parisienne) et des ouvrages d'art (33 % en province) dans le coût total doit être soulignée.

La construction d'un tunnel (à 2 fois 2 voies) revient en moyenne à 65 millions de francs du kilomètre, mais croît très vite avec la longueur, car des systèmes de ventilation de plus en plus coûteux doivent alors être installés.

En matière de parcs de stationnements, les coûts sont également très variables selon les circonstances locales. Les ordres de grandeur suivants, en francs 1985, peuvent être avancés pour la banlieue et la province :

— 15 000 francs pour l'aménagement d'un emplacement au sol (terrain compris) ;

— 50 000 francs pour la construction d'une place dans un parc à étages (terrain compris) ;

— 65 000 francs pour la construction d'une place dans un parc souterrain (terrain non compris).

A Paris, une place dans un garage souterrain a un prix de revient moyen de 100 000 francs (terrain non compris).

Il est malheureusement quasi impossible d'évaluer, ou même de comparer à la capacité offerte, les autres investissements en matière de voirie urbaine : élargissement de voies, aménagement de carrefours, améliorations des dispositifs de sécurité (séparation des trafics, feux tricolores, etc.).

Les coûts de fonctionnement

Il faut en principe distinguer les coûts de fonctionnement des automobiles, supportés par ses utilisateurs et les coûts de fonctionnement des infrastructures, supportés par la collectivité. Dans quelques cas cependant, l'automobiliste peut se voir demander le paiement de l'utilisation d'une infrastructure particulière : péage sur une autoroute, sur un pont ou sous un tunnel ; stationnement sur la voirie ou dans un parc public. Il est donc nécessaire de bien préciser qui supporte chaque élément de coût, qui profite du service rendu, quels sont les transferts financiers ou fiscaux qui l'accompagnent. Enfin, pour l'usage de la voirie, il faut distinguer ce qui doit être affecté aux automobiles, aux véhicules utilitaires et aux transports en commun.

Les coûts d'utilisation de l'automobile en zone urbaine (à partir du cas de la région parisienne et de celui des villes françaises de province) conduisent à distinguer le coût moyen du kilomètre, amortissement compris, du coût marginal et du coût ressenti par l'usager qui est encore plus faible. Les frais d'utilisation des infrastructures ne représentent qu'une part infime pour l'usager

(stationnement public et contraventions : 0,02 franc dans les villes moyennes et 0,04 franc en Région parisienne sur un coût marginal de 1,1 franc environ)

En revanche, le coût d'utilisation de l'automobile correspond, pour la collectivité, au coût pour l'utilisateur (hors taxes), augmenté des coûts d'usage de l'infrastructure (police, entretien de la voirie, éclairage, etc.). Très mal connus, ces coûts seront estimés ici à partir des travaux de Jean-Marie Beauvais (6), de Pierre Merlin (7) et du groupe de travail de l'administration (8) (qui a largement utilisé les travaux de la Chambre syndicale des constructeurs automobiles, source discutable, car non indépendante), en actualisant les chiffres pour 1985.

Pour la Région parisienne, le coût de la surveillance et du contrôle de la circulation et du stationnement (police) avait été estimé, pour 1981, à 400 millions de francs (l'équivalent du salaire de 4 103 personnes à temps plein), soit 600 millions de francs (9).

Les dépenses d'entretien et d'éclairage du réseau routier avaient été estimées en 1974 par la Direction régionale de l'Équipement à 1 672 millions de francs, soit environ 4,5 milliards 1985 (10). Au total, les coûts de fonctionnement de la voirie avaient été estimés à plus de 5 milliards en 1981, soit près de 8 milliards en 1985, ce qui représente un coût de plus de 2 000 francs par véhicule, soit plus de 0,40 franc par véhicule-kilomètre effectuée en zone urbaine ou 2,25 francs par voyage de 5,4 kilomètres en moyenne ou encore 1,70 franc par déplacement, compte tenu d'un taux moyen d'occupation de 1,32 personne par véhicule.

Pour la province, la commission administrative ne fournit que des éléments partiels : la police des Bouches-du-Rhône retenait un coût annuel de 145 000 francs par kilomètre en 1978, soit plus de 300 000 francs en 1985. De même, les frais d'entretien étaient estimés à 275 000 francs en 1978 (600 000 F en 1985) ; les dépenses d'énergie à 80 000 francs (170 000 F en 1985) et les dépenses de renouvellement et de grosses réparations à 130 000 francs (280 000 F en 1985), soit un total, en 1985, de 1 350 000 francs/kilomètre d'autoroute ou 0,065 franc par véhicule-kilomètre (11).

Mais ces chiffres concernent des autoroutes interurbaines. Pour la voirie urbaine, on ne dispose d'aucun élément précis : les dépenses sont très supérieures à celles des autoroutes (entretien, police) mais sans doute moins élevées qu'en Région parisienne. On avancera, avec prudence, une approximation sommaire de 1 franc par déplacement (1,70 franc en Région parisienne).

Pour apprécier les dépenses précédentes en automobile, véhicule utilitaire ou transport en commun, un coefficient multiplicateur est affecté au nombre de camions et d'autobus pour les transformer en un « équivalent voiture particulière ». Ce coefficient, qui correspond à la diminution du débit d'une voie

(6) Cf. Jean-Marie Beauvais, *Coût social des transports parisiens*, Economica, Paris, 1977, 192 pages.

(7) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.* et 1984, *op. cit.*

(8) CETUR, 1980, *op. cit.*

(9) Cf. Pierre Merlin, *ibid.*

(10) *Ibid.*

(11) Cf. CETUR, 1980, *op. cit.*

pour des véhicules lourds, est généralement pris égal à 2 ou 2,5. Ce chiffre sous-estime cependant la part des « poids lourds » dans le poste « entretien lourd » (réfection de chaussées).

L'estimation du coût de l'automobile pour la collectivité conduit à poser la question de la fiscalité de l'automobile. Les coûts d'usage de l'infrastructure ne sont-ils pas actuellement largement couverts par les taxes sur l'automobile, sur les carburants, sur l'assurance automobile, etc. ? Un tel raisonnement n'aurait pas de fondement économique. L'automobile et son usage constituant une assiette fiscale comme une autre, un droit quelconque au « juste retour » n'a pas à être invoqué. La Commission des Comptes de transport de la Nation distingue cependant, pour éclairer ce débat, les taxes spécifiques à l'activité de transport et celles qui ne lui sont pas spécifiques. Or, le rendement de ces deux catégories de taxes est équivalent. Pour comparer, bien que ce soit discutable, ce que l'automobile coûte et ce qu'elle « rapporte » à la collectivité, il faudrait confronter à un coût par déplacement pour la collectivité évalué à 1,10 franc en Région parisienne et à 1 franc en province les 37 centimes de taxes perçues par véhicule/km soit 1,50 franc par déplacement. Il est donc inexact de prétendre, comme le font de nombreux inconditionnels de l'automobile, et souvent la presse, que l'automobiliste est la « vache à lait » de la fiscalité française.

L'évolution du prix des carburants et des tarifs des transports en commun n'a pas, contrairement à une idée communément répandue par le *lobby* de l'automobile, défavorisé, en longue période, cette dernière. Sur la base 100 en 1965, l'indice INSEE des prix de détail est à 485 au 1^{er} janvier 1985, celui du prix du supercarburant à 532, et celui du prix du billet de métro en carnet à 689, soit des taux moyens d'augmentation respectifs de 8,5, 9 % et 10,1 %.

Cela dit, le coût, pour la collectivité, d'un déplacement en automobile est inférieur à la charge qu'elle supporte pour un déplacement en transport en commun (ce qui n'était pas le cas, il y a une vingtaine d'années, lorsque le déficit des transports en commun était beaucoup plus limité). Mais cette conclusion s'inverse quand sont pris en compte les coûts sociaux de l'automobile (12).

Les coûts des transports en commun

Les coûts d'investissement

Les estimations sont encore plus délicates que pour la voirie parce qu'on ne dispose que d'un nombre réduit d'opérations relativement récentes ou en projet suffisamment avancé pour avoir donné lieu à une évaluation précise (les estimations initiales de la RATP pour les premiers tronçons de la ligne A du RER ont dû être doublées en francs constants). Par ailleurs, comme pour

(12) Voir première partie, chapitre 4.

les autoroutes, chaque ligne nouvelle constitue un cas d'espèce. Il a fallu, pour établir les ordres de grandeur cités ci-dessous, analyser les réalisations des années soixante-dix et les opérations en cours ou en projet avancé (années quatre-vingt) et en actualiser les coûts en francs 1985 hors taxes (car les sociétés nationales de transport ne paient pas ces dernières) (13).

◦ *Pour le réseau express régional (RATP et SNCF) :*

— ligne nouvelle en surface en grande banlieue avec une station tous les 2 kilomètres : 75 millions de francs du kilomètre ;

— remise en service, après modernisation, d'une ligne existante (SNCF) en grande banlieue : 10 millions de francs du kilomètre ;

— intégration d'une ligne existante (SNCF) au RER en moyenne banlieue en surface avec une station (construite ou réaménagée) tous les 2 kilomètres : 100 millions de francs du kilomètre (plus, s'il y a des tronçons souterrains) ;

— construction d'un tronçon souterrain à grand gabarit dans Paris ou la proche banlieue, avec une station de correspondance avec le métro (et la SNCF, le cas échéant) tous les 2 kilomètres : 850 millions de francs du kilomètre (dont la moitié au moins pour les stations) ;

◦ *Pour le chemin de fer de banlieue, les éléments suivants peuvent être ajoutés :*

— quadruplement de voies sur le réseau SNCF de banlieue : 10 millions de francs du kilomètre ;

— électrification d'une ligne SNCF : 7 millions de francs du kilomètre.

◦ *Pour le métro (RATP) :*

— prolongement, en surface ou en viaduc, en moyenne banlieue, avec une station par kilomètre : 180 millions de francs du kilomètre ;

— construction, en souterrain, en proche banlieue, avec une station par kilomètre : 260 millions de francs du kilomètre ;

— construction, en souterrain, dans Paris, avec une station par kilomètre : 480 millions de francs du kilomètre (dont les deux tiers pour les stations) ;

— allongement des quais d'une station de métro de 75 à 90 mètres : de 15 à 20 millions de francs selon qu'on doit, ou non, modifier les accès de correspondance.

◦ *Et pour l'aménagement en souterrain d'une grande gare parisienne avec correspondance avec le métro et le RER : 1,5 milliard de francs.*

Pour la province, on dispose des coûts des métros de Lyon et de Marseille :

• métro de *Lyon* (14) : le coût de la première tranche, achevée en 1978, a été de 1 338 millions de francs (TTC) pour 11,1 kilomètres de ligne avec 15 stations (tous les 750 mètres en moyenne), soit près de 200 millions de francs 1984 du kilomètre (HT). L'extension de 3,3 kilomètres (7 stations), mis en

(13) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.*

(14) *Etude de suivi des ouvertures des métros de Lyon et de Marseille, principaux résultats*, CETUR, Bagnaux, novembre 1979, 85 pages.

Voir aussi : Semaly, *Le métro lyonnais*, Semaly, Villeurbanne, 1982, 56 pages.

service en 1981, a coûté 545 millions de francs (TTC), soit un coût comparable. La ligne C coûtera 282 millions de francs pour 1,1 kilomètre ;

• métro de *Marseille* (15) : le coût de la première tranche, achevée fin 1977 et début 1978, a été de 1 109 millions de francs TTC pour 10,9 kilomètres de ligne avec 12 stations (une tous les kilomètres), soit près de 250 millions de francs 1984 du kilomètre (HT).

La deuxième ligne, dont le tronçon central a été inauguré le 3 mars 1984, sera achevée en 1986-1987. Son coût total est estimé à 2 700 millions de francs pour 9 kilomètres, soit 300 millions de francs (HT) de 1984 du kilomètre.

Les ordres de grandeur des réalisations étrangères (16) sont comparables. Aux Etats-Unis, les métros de San Francisco (achevé en 1974), de Washington, d'Atlanta et de Baltimore, construits dans les années soixante-dix et en cours de prolongement ont des prix de revient, en francs 1985, qui varient de 250 à 450 millions de francs du kilomètre. En Europe, le métro d'Helsinki, en construction, a un prix de revient de 300 millions de francs 1985 du kilomètre ; la ligne 3 du métro de Milan, en construction également, 500 millions de francs 1985 du kilomètre ; le métro urbain de Munich, ouvert en 1972, a coûté 400 millions de francs 1985 du kilomètre.

Un métro léger (17), du type de celui de Lille (le VAL), a un coût seulement légèrement inférieur (18) : la première ligne, ouverte en 1983 et 1984, a coûté 2,4 millions de francs pour 13 kilomètres dont 9 kilomètres en souterrain ou en tranchée couverte, avec 18 stations, soit 250 millions de francs 1985 du kilomètre ; le coût prévisionnel de la ligne 1 *bis*, en projet, est de 200 millions de francs du kilomètre. A Saint-Etienne, on avait estimé à 160 millions de francs 1974 la transformation du tramway actuellement existant en métro léger sur 2,5 kilomètres, soit un peu plus de 200 millions de francs 1985 du kilomètre. A Bruxelles, la ville a adopté une stratégie consistant à transformer progressivement le tramway en prémétro (19), puis en métro. La première phase (1965-1978) de ces travaux a permis de réaliser 11,5 kilomètres de métro, 10,1 kilomètres de prémétro et 40 kilomètres de « site propre » (20) sur un réseau prévu de 70 kilomètres au total, pour 38 milliards de francs belges, soit environ 15 milliards de francs 1985.

En ce qui concerne le *tramway moderne*, quelques exemples français (21) peuvent être cités :

— à Nantes, le coût total de la première ligne est-ouest (Bellevue-Halu-chère) en construction, traversant le centre, longue de 10,6 kilomètres avec

(15) *Ibid.*

(16) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

(17) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

(18) L'intérêt du VAL est d'être le premier métro entièrement automatique du monde. Il fonctionne avec une fiabilité presque parfaite, ce qui n'avait pas été le cas du Bay Area Rapid Transit de la région de San Francisco, inauguré en 1973. Les nombreux incidents et accidents avaient contraint à y abandonner l'automatisme de façon définitive.

(19) (NDLR) Pour l'explication de ce terme, voir p. 87.

(20) (NDLR) Pour l'explication de ce terme, voir p. 87.

(21) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

22 stations (tous les 500 mètres en moyenne) était estimé à 305 millions de francs (HT) au 1^{er} janvier 1981, soit 48 millions de francs 1985 du kilomètre ;

— à Strasbourg, où est prévu un réseau en étoile à partir du centre (place Kléber), le coût était estimé à 375,6 millions de francs (HT) au 1^{er} janvier 1979 pour 10,8 kilomètres, soit 65 millions de francs 1985 du kilomètre ;

— à Lyon, le projet étudié par la Semaly (10,3 km) aurait un coût de 40 millions de francs 1985 du kilomètre ;

— à Saint-Etienne, le prolongement réalisé en 1982-1983 du tramway entre Bellevue et Solaure, en site propre intégral, a coûté 42 millions de francs, soit 35 millions de francs 1985 du kilomètre ;

— en banlieue de Paris (22), on estime à 65 millions de francs 1985 du kilomètre en moyenne le coût d'aménagement d'une ligne de tramway sur route nationale avec passages souterrains aux principaux carrefours.

Notons que, si ces chiffres sont convergents, seul celui de Nantes correspond à des travaux largement avancés.

Le coût moyen (hors taxes 1985) d'un tramway est donc de 50 millions de francs du kilomètre environ, mais celui-ci peut beaucoup varier selon les conditions de construction :

— environ 200 millions de francs du kilomètre en tunnel, presque le prix d'un métro ;

— environ 60 millions de francs du kilomètre en viaduc (voire plus dans le centre des grandes villes) ;

— environ 30 millions de francs du kilomètre au sol en site propre ;

— seulement 15 millions de francs en site protégé sur la voirie banale ;

— et même 5 millions de francs de voie en zone peu dense (mais, dans ces deux derniers cas, il s'agit de tramway traditionnel).

Enfin l'aménagement de *sites propres pour autobus* est estimé, en moyenne banlieue parisienne (23), sur route nationale, sans souterrain aux carrefours, à 30 millions de francs 1985 du kilomètre en moyenne. Par contre, une simple voie réservée (type Paris) ne coûte que 1 à 2 millions de francs 1985 du kilomètre, et un dispositif de priorité aux carrefours de 3 000 à 5 000 francs (24).

Il faut compléter ce tableau par le coût du matériel roulant, qu'on peut estimer en francs 1985, hors taxes (25) (26) :

— rame SNCF banlieue de 8 voitures en inox (1 700 places) : 26 millions de francs ; 15 294 francs par place ;

— rame SNCF banlieue de 8 voitures à 2 niveaux (2 090 places) : 30 millions de francs ; 15 311 francs par place ;

— élément de 4 voitures type MI79 (réseau interconnecté SNCF-RATP) :

(22) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.*

(23) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.*

(24) Cf. CETUR, 1980, *op. cit.*

(25) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.*

(26) Cf. CETUR, 1980, *op. cit.*

24 millions de francs 1985, soit 48 millions de francs pour une rame RER de 8 voitures (1 704 places) (27) ; 28 169 francs par place ;

— rame de 9 voitures, type MS 61 du RER (1 905 places) : 37 millions de francs ; 19 422 francs par place ;

— rame de métro de 5 voitures, type MF 77 (603 places) : 16 millions de francs ; 26 533 francs par place ;

— rame de métro de 5 voitures, type MF 67 (577 places) : 14 millions de francs ; 24 263 francs par place ;

— rame de 3 voitures du métro de Lyon (384 places) : 13 millions de francs ; 33 854 francs par place ;

— rame de 3 voitures du métro de Marseille (352 places) : 12 millions de francs ; 34 090 francs par place ;

— véhicule de tramway de 168 places (type Nantes) : 7,5 millions de francs ; 44 642 francs par place ;

— trolleybus de 77 places : 1,6 million de francs ; 20 779 francs par place ;

— autobus de 77 places environ : 0,81 million de francs ; 10 909 francs par place.

Ces coûts de matériel roulant sont presque proportionnels à leur capacité : 10 000 francs par place pour les autobus, 15 000 à 25 000 francs par place pour les transports ferrés (plus pour les métros de Lyon et de Marseille et surtout pour le tramway nantais, parce qu'ils correspondent à des petites séries) : en somme, ce sont des chiffres voisins de ceux de l'automobile (10 000 à 25 000 francs par place).

Les coûts de fonctionnement

Les éléments les plus précis sont ceux qui concernent la RATP. D'une part, tous les services de celle-ci — à l'inverse de la SNCF — sont des transports urbains et de voyageurs, ce qui évite les délicats problèmes de ventilation. D'autre part, on dispose de séries annuelles sur une longue période. L'analyse qui en a été faite pour 1965, 1972, 1980 (28), actualisée ici à partir des résultats de 1983, fait apparaître que :

— les frais de personnel représentent plus de 60 % des dépenses ;

— les dépenses d'énergie ne constituent que 4,3 % des dépenses (moins qu'en 1965, malgré l'augmentation du coût de l'énergie) ;

— les autres dépenses matérielles (matières premières, travaux, fournitures et services extérieurs, etc.) totalisent 10,7 % et tendent à augmenter (8 % en 1965) ;

— les impôts et taxes (8 % contre 12 % en 1965) diminuent ;

— enfin, les dotations pour renouvellement, amortissements et charges d'emprunt (16 %) constituent la part des dépenses qui ne correspondent pas au fonctionnement mais au coût des installations.

(27) Sur la base de 4 voyageurs debout par mètre carré.

(28) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.*

Pour la SNCF-banlieue, les proportions sont très voisines : selon une estimation de décembre 1981, 55 % de frais de personnel, 5 % de dépenses d'énergie, 15 % d'autres dépenses matérielles, 24 % de frais financiers, impôts et taxes.

Pour le métro de Lyon, le bilan prévisionnel d'exploitation pour 1979 (29) prévoyait 60 % de frais de personnel, 10 % d'énergie, 18 % d'autres dépenses matérielles et 12 % de frais généraux.

Pour les réseaux de province (autobus, essentiellement), les frais de personnel représentent, en 1982, plus de 66 % des charges, les carburants moins de 9 %, les autres dépenses matérielles 20 % et les dotations pour investissements, renouvellement et charges d'emprunt 5 % seulement (30).

L'analyse des résultats d'exploitation de la RATP montre :

- que le prix de revient par voyageur-kilomètre est plus de deux fois plus élevé sur le réseau d'autobus que sur le réseau ferré ;
- qu'inversement, il est presque le même sur le réseau de métro, sur le RER et sur le réseau SNCF-banlieue, d'une part ; sur les réseaux routiers de Paris et de banlieue, d'autre part ;
- que les recettes du trafic n'en couvrent que 40 % à peine et ceci presque dans les mêmes proportions sur les différents réseaux.

Une comparaison avec les réseaux de province fait apparaître :

- que les métros de Lyon et de Marseille sont plus coûteux que le métro de Paris de 50 % environ (par voyageur-kilomètre), ce qui semble dû à la non-utilisation de la capacité maximale ;
- que les autobus de province ont des coûts (par véhicule-km, par voyageur transporté ou par voyageur-km) nettement inférieurs (de 30 à 60 % le plus souvent) à ceux de la Région parisienne (ce qui correspond à des salaires moyens moins élevés et une vitesse plus grande) ;
- que le tramway, à travers les rares cas où il circule en France (Saint-Etienne, Marseille, Lille), semble avoir des coûts de fonctionnement un peu inférieurs à ceux de l'autobus, comparables à ceux des métros de province (voir tableau 2).

Les recettes tarifaires ne couvrent en Région parisienne — mais aussi dans la plupart des villes de province — qu'une part des dépenses de fonctionnement. L'équilibre est assuré par :

- le versement des entreprises de plus de 10 salariés dans les villes de plus de 100 000 habitants (28 % des dépenses d'exploitation des transporteurs — RATP, SNCF et transporteurs privés de l'APTR — en Région parisienne, en 1979) ;
- l'Etat (21 % en Région parisienne) ;
- les collectivités locales (10 % en Région parisienne) ;

(29) Cf. CETUR, 1980, *op. cit.*

(30) Ministère des Transports, *Cent un réseaux urbains de transports collectifs : évolution 1975-1982*, CETUR, Paris, décembre 1983, 48 pages.

— d'autres recettes (produits commerciaux, publicité, etc. : 6 % en Région parisienne).

Dans le cas parisien au moins, la part des dépenses couverte par les recettes tarifaires n'a cessé de diminuer, 45 % en 1972 pour 34 % en 1983. Dans les villes de province, la part des dépenses couverte par les recettes tarifaires s'élevait à près de 90 % en 1968, mais à 57 % seulement en 1977 et à 46 % en 1982 (31). Le déficit est comblé par le versement-transport des employeurs et les collectivités locales. Par contre, le fonctionnement du métro de Lyon est légèrement excédentaire, alors que celui de Marseille est légèrement déficitaire.

Pour les réseaux de province, la participation des collectivités locales couvre 49 % des dépenses de fonctionnement, soit un peu plus que les recettes tarifaires. Cette situation financière s'est sensiblement dégradée récemment, puisqu'en 1975 encore, ce déficit n'était que de 28 % des dépenses de fonctionnement. Par contre, les autres produits commerciaux et la participation des entreprises ne couvraient, en 1982, que 4 % et 0,5 % des dépenses.

On peut évaluer (32) à partir de ces chiffres, la subvention de la collectivité aux différents modes de transport urbain à :

— 0,45 franc par voyageur-kilomètre et 2,20 francs par déplacement en métro (Paris) ;

— 0,34 franc par voyageur-kilomètre et 3,70 francs par déplacement en RER ;

— 0,34 franc par voyageur-kilomètre et 6 francs par déplacement en train SNCF (banlieue) ;

— 0,85 franc par voyageur-kilomètre et 2,10 francs par déplacement en autobus (Paris) ;

— 1 franc par voyageur-kilomètre et 3,10 francs par déplacement en autobus (banlieue) ;

— 0,60 franc par voyageur-kilomètre et 2 francs par déplacement en autobus (province).

Cet important déficit supporté par la collectivité mérite d'être expliqué. Il n'est pas dû à une baisse de la clientèle : en Région parisienne, depuis que la situation financière a commencé à se dégrader (1965), le trafic des trains de banlieue (SNCF et RER) a presque doublé, celui du métro est resté stable, la reprise du trafic sur les autobus parisiens a compensé la stagnation de celui des autobus de banlieue. Sur les réseaux urbains des villes de province, entre 1975 et 1983, le trafic a crû de plus de moitié. La dégradation de la situation financière tient, en fait, à trois raisons :

— la concentration de la demande aux heures de pointe a obligé à augmenter encore plus le service offert (mesuré en nombre de voitures-kilomètres ou en places-kilomètres) ; en Région parisienne, sur la période 1965-1985, le service offert a crû de 30 % pour les autobus, de 25 % pour le métro et de

(31) Ministère des Transports, 1983, *op. cit.*

(32) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

Tableau 2. — Coûts de fonctionnement
(hors taxes, hors frais financiers et hors amortissements)

(En francs 1985)

Moyen de transport	Réseaux	Places par voiture	Parcours moyen (en km)	Coût de fonctionnement (en F)			
				par voiture- kilomètre	par place- kilomètre	par voyageur transporté	par voyageur- kilomètre
Méto	Région parisienne	159 (1)	4,9	18	0,12	3,0	0,65
RER	Région parisienne	280 (1)	11,0	27	0,10	6,7	0,60
SNCF	Région parisienne	200 (1) (2)	17,5	17 (2)	0,08 (2)	9,5	0,53
Méto	Lyon	128	2,5 (2)	16	0,12	1,6	0,6 (2)
Tramway	Province (réseaux existants)	104	4,5 (2)	34 (2)	0,33 (2)	4,0	0,9 (2)
Autobus	Paris	71	2,45	29	0,41	3,9	1,6
Autobus	Banlieue de Paris	71	3,14	23	0,32	5,2	1,6
Autobus	Agglomération de + de 700 000 hab.	70 (2)	3,9 (2)	18,0	0,26 (2)	4,1	1,05 (2)
Autobus	Agglomération de 300 000 à 700 000 hab.	70 (2)	3,5 (2)	16,5	0,24 (2)	4,2	1,2 (2)
Autobus	Agglomération de 100 000 à 300 000 hab.	70 (2)	4,8 (2)	13,0	0,19 (2)	4,1	1,5 (2)
Autobus	Agglomération de — de 100 000 hab.	70 (2)	2,4 (2)	11,5	0,16 (2)	3,6	1,5 (2)
Autobus	Province	70 (2)	3,3 (2)	15,0	0,21 (2)	4,0	1,2 (2)

(1) Sur la base de 6 voyageurs debout par voiture (ancienne norme).

(2) Estimation.

Sources : RATP, SNCF.

100 % pour la SNCF et le RER ; en province, entre 1975 et 1983, le service offert a crû de 62 % ;

— les tarifs n'ont pas suivi l'augmentation des coûts : en Région parisienne, du 1^{er} janvier 1965 au 1^{er} janvier 1985, la comparaison des indices du coût de la vie et du prix du ticket de métro révèle que ce dernier n'a augmenté que de 2 % par an et est donc resté inférieur de 42 % à l'indice général ; sur les réseaux des villes de province, entre 1975 et 1982, la recette moyenne par voyageur a augmenté de 88 %, alors que l'indice des prix de détail a crû de 108 % ;

— l'accroissement, en francs constants, des frais de personnel, n'a été que partiellement compensé par des gains de productivité malgré les progrès techniques (automatisation de la conduite du métro, appareils d'oblitération des tickets) et les économies réalisées (autobus à un seul agent). Les effectifs de la RATP sont restés presque stables (6 % de croissance de 1949 à 1964, 3 % de 1964 à 1981, mais 9 % de 1981 à 1983), cependant l'effectif des pensionnés (environ 40 000 contre 39 000 personnes en activité) et le niveau des rémunérations n'ont pas permis l'amélioration du compte d'exploitation : entre 1965 et 1982, les recettes du trafic ont été multipliées par 5,16 et les frais de personnel (l'essentiel des frais de fonctionnement, on l'a vu) par 7,13. De même, sur les réseaux des villes de province, entre 1975 et 1982, les recettes de trafic ont été multipliées par 2,60, mais les frais de personnel par 3,65. Le nombre de voitures-kilomètres effectués par agent de la direction du réseau routier de la RATP a été de 9 000 en 1982 ; de 13 800 en ne prenant en compte que les agents des services généraux ; de 21 600 en ne prenant en compte que les agents roulants. Sur les lignes privées de l'Association professionnelle des transporteurs routiers, qui circulent il est vrai dans de meilleures conditions en grande banlieue, le nombre de voitures-kilomètres effectués (tous agents compris) a été à la même date de 18 000. Ces écarts montrent la très faible productivité, par agent, du réseau routier de la RATP.

Puisque les recettes du trafic ne représentent plus que la moitié des dépenses sur les réseaux des villes de province, et même le tiers sur les réseaux de la RATP, ne peut-on envisager, par la gratuité complète, de faire des économies de personnel (vente et contrôle des tickets) et, en attirant une clientèle détournée de l'emploi de l'automobile, de réduire considérablement les dépenses très élevées des investissements de voirie ? La question n'est pas purement théorique. Elle a été étudiée et expérimentée dans plusieurs villes : Atlanta, en 1972, a diminué le tarif de 0,40 dollar à 0,15 dollar (et rendu gratuite la correspondance) et a obtenu ainsi une croissance de 30 % du trafic, pour l'essentiel de nouveaux usagers dont les deux tiers utilisaient auparavant l'automobile, mais le déficit de fonctionnement a fait interrompre l'expérience. Bologne a institué, en 1973, la gratuité le matin et le soir (et toute la journée pour les étudiants et les retraités) : le trafic a augmenté de près de 50 %, mais le déficit a crû lui aussi de 50 %, etc. (33). Dans tous les cas cités, et dans d'autres expériences (Rome, Compiègne, etc.) ou études (Munich, Genève, Bâle), il est apparu que les économies d'investissements routiers ne compensaient pas l'énorme déficit de fonctionnement ainsi créé.

(33) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

Dans les villes des pays en développement, malgré des salaires beaucoup plus faibles, l'équilibre financier n'est pratiquement jamais atteint. Une enquête de l'Union internationale des transports publics (34) a fait apparaître que, sur 27 réseaux, 2 seulement (Banjul en Gambie et Lusaka en Zambie) assuraient leur équilibre financier. Les causes principales de déficit, malgré une demande élevée et des taux de remplissage des véhicules le plus souvent très supérieurs à 1, semblent être (35) :

- des effectifs pléthoriques et par conséquent une très faible productivité ; le nombre d'agents par véhicule dépasse souvent 10, voire 20 (Kigali, au Rwanda : 28), alors qu'il est de 6 sur le réseau routier de la RATP, où la productivité est pourtant très faible, et de 2,75 seulement sur les réseaux des villes de province en France ;

- un mauvais entretien du parc de véhicules, avec la pratique fréquente du « cannibalisme » (36) : à Kinshasa, au Zaïre, en 1976, sur 859 autobus, 237 étaient en « longue immobilisation » (inutilisables), 353 étaient en réparation, 97 étaient affectés à des « usages spéciaux » ; il n'en restait que 172 (20 % du parc) en service sur les lignes du réseau ; cet exemple, pour spectaculaire qu'il puisse paraître, n'est en rien exceptionnel ;

- une fraude importante, soit du fait des usagers, malgré la présence, presque systématique, d'un receveur itinérant soit du fait des receveurs ou encore de la société exploitante : il en résulte que les statistiques de trafic sont rarement fiables ;

- dans ces conditions, la faiblesse des tarifs, qui est réelle (ils sont de 5 à 10 fois plus faibles que dans les villes des pays développés), ne devrait être invoquée qu'une fois corrigées les sources structurelles de déficit.

Mais dans ces pays, les réseaux officiels ne représentent le plus souvent qu'une partie de l'offre de transport en commun. L'autre partie de cette offre est constituée par des minibus, taxis collectifs, fourgonnettes (*glabkas* d'Abidjan), camions équipés de banquettes (*dourou-dourounis* de Bamako, *fula-fulas* de Kinshasa et de Brazzaville), jeeps aménagées (*jeepneys* de Manille), et de tricycles motorisés (*auto-rickshaws* indiennes) ou non (*rikshaws* indiennes, *becaks* indonésiennes, etc.). Ces véhicules, qui ont tous la caractéristique de n'avoir pas été conçus pour un transport en commun, sont généralement exploités de façon artisanale par leur propriétaire (qui se relaie parfois avec un autre conducteur), parfois loués à des exploitants. Ils sont parfois autorisés, souvent simplement tolérés, quelquefois pourchassés par les pouvoirs publics. Ils présentent une très grande souplesse, sont plus rapides que les autobus officiels, coûtent le même prix ou un peu plus cher. Leurs coûts d'exploitation sont modérés, d'autant plus que leur exploitant ne sait pas toujours prendre en compte l'amortissement de son véhicule. La question de savoir s'il convient d'encourager leur développement au nom de leur indéniable efficacité, de leur popularité, des emplois qu'ils créent, ou de les décourager en raison de leur

(34) Cf. J. Podoski, *Planification et exploitation des transports...*, op. cit., UITP, Bruxelles, 1978, 23 pages.

(35) Cf. Pierre Merlin, *Les transports dans les villes des pays en développement*, Coopération et Aménagement, Paris, 1981, 186 pages.

(36) Pratique qui consiste, pour réparer un véhicule, à prélever des pièces sur un autre véhicule lui-même déjà endommagé.

insécurité, de leur responsabilité dans le désordre de la circulation, de la concurrence qu'ils ne manquent pas de faire aux transports en commun officiels (37) n'est pas encore tranchée.

Quant aux transports ferroviaires (métro), leurs coûts d'exploitation sont généralement assez élevés, tout comme leurs coûts de construction. Ils ne seront donc adaptés qu'à de très grandes agglomérations (on peut largement doubler le seuil d'un million d'habitants à partir duquel un métro peut être envisagé, dans des pays disposant déjà d'un niveau minimal de ressources). Dans les autres cas, si des moyens de transport à forte capacité s'avèrent, après étude, indispensables, il vaudra mieux s'orienter vers la réutilisation d'infrastructures ferroviaires existantes (Abidjan, Kinshasa) ou vers des solutions plus légères et donc moins coûteuses, telles que le tramway, les voies réservées aux autobus sur autoroute ou les autobus en site propre en milieu urbain (Curitiba au Brésil) qui peuvent accroître considérablement la capacité des transports en commun, sans créer de congestion excessive, et pour un montant d'investissement raisonnable.

Comparaison économique automobile/transports en commun

Une comparaison entre ces deux grands modes de transport doit se situer sur le plan des coûts de fonctionnement, sur celui des investissements, mais aussi sur celui des économies d'énergie (le problème des coûts sociaux étant abordé plus loin).

Les investissements

Cette comparaison a été effectuée pour la première fois en 1966 (38). Souvent citée, mais aussi fréquemment occultée, ce n'est qu'en 1982 (39) qu'elle a été mise à jour, toujours dans le cas de la Région parisienne. En 1984 (40), elle a été complétée pour le cas d'une ville moyenne. Les deux tableaux (voir tableaux 3 et 4) actualisés pour 1985, issus de cette dernière étude, concernent l'un la Région parisienne, l'autre une grande agglomération (500 000 à un million d'habitants). L'indicateur retenu est le rapport :

Investissement

Voyageur supplémentaire en heure de pointe

(37) Voir deuxième partie, chapitre 3.

(38) Cf. Pierre Merlin, *Les transports parisiens*, Masson, Paris, 1967, 496 pages.

(39) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.*

(40) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

Tableau 3. — Région parisienne. Coûts d'investissements et capacités comparés par moyen de transport

(En francs 1985, hors taxes)

54

Moyen de transport	Automobile (autoroute 2 fois 3 voies)	RER	Méto	Tramway moderne	Autobus en site propre
Capacité horaire par sens (voyageurs)	3 fois 1 600 = 4 800 voitures × 1,32 = 6 300 (1)	30 (2) × 1 700 (3) = 51 000 (4)	40 (2) × 600 (3) = 24 000 (4)	60 (2) × 168 (3) = 10 000	60 (2) × 77 (3) = 4 600
Coût de construction d'un kilomètre (millions de francs) :					
— dans Paris	1 000 (6)	850	480	150 (6)	75 (6)
— en proche banlieue	480		260	100 (6)	50 (6)
— en moyenne banlieue	300	100	180	65	32
— en grande banlieue	50	75	—	30 (6)	15 (6)
— hors agglomération	30	—	—	—	—
Coût d'une double radiale traversant Paris (5) (millions de francs)	18 580	17 250	8 880	3 010 (6)	1 500 (6)
Matériel roulant par voyageur (francs)	40 000 (7)	25 000 (4)	25 000 (4)	40 000	10 000
Stationnement dans Paris par personne (francs)	60 000 (8)	0	0	0	0
Investissement par personne transportée en heure de pointe (francs)	1 575 000	194 000	210 000	190 000	173 000

(1) Taux moyen d'occupation des véhicules : 1,32 (Enquête globale de transports 1976) ; 1 600 = débit horaire moyen.

(2) Nombre de voyages effectués en 1 heure par chaque moyen de transport.

(3) Nombre de places pour chaque moyen de transport.

(4) Sur la base de 4 voyageurs debout par m² (l'ancienne norme était de 6).

(5) Et se prolongeant de part et d'autre jusqu'à 30 kilomètres du centre pour l'autoroute et le RER ; à 15 kilomètres du centre pour le méto, le tramway et l'autobus en site propre.

(6) Estimations très approximatives.

(7) Véhicule de 53 000 francs occupé par 1,32 personne en moyenne.

(8) Emplacement à 80 000 francs occupé par 1,32 personne en moyenne.

Tableau 4. — Grande agglomération. Coûts d'investissement et capacités comparés par moyen de transport

(En francs 1985, hors taxes)

Moyen de transport	Automobile (autoroute 2 fois 2 voies)	Méto	Tramway moderne	Autobus en site propre
Capacité horaire par sens (voyageurs)	$2 \times 1\,600 =$ $3\,200$ voitures $\times 1,25 =$ $4\,000$ (1)	$20 \times 400 =$ $8\,000$ (2)	$30 \times 168 =$ $5\,000$ (2)	$30 \times 77 =$ $2\,300$ (2)
Coût de construction d'un kilomètre (3) (millions de francs)				
— dans le centre	320	320	70	35 (3)
— en banlieue proche	105	160	50	25 (3)
— en banlieue éloignée	75	60	30 (3)	15 (3)
Coût d'une double radiale traversant le centre (4) (millions de francs)	2 875	3 000	900 (3)	450 (3)
Matériel roulant par voyageur (francs)	42 500 (5)	30 000 (2)	40 000	10 000
Stationnement au centre par personne (francs)	36 000 (6)	0	0	0
Investissement par personne transportée en heure de pointe (francs)	438 000	217 500	130 000	108 000

(1) Taux moyen d'occupation des véhicules : 1,25 (Source : enquêtes ménages et CETUR).

(2) Sur la base de 4 personnes par m² ; les fréquences retenues peuvent être doublées en cas de demande suffisante.

(3) Estimations sommaires.

(4) Jusqu'à 10 kilomètres du centre de part et d'autre.

(5) Véhicule de 53 000 francs occupé par 1,25 personne en moyenne.

(6) Emplacement à 45 000 francs occupé par 1,25 personne en moyenne.

C'est en effet à l'heure de pointe que la question de la capacité des réseaux est posée.

Les résultats sont très clairs :

— le coût des investissements est très voisin, en Région parisienne, pour une autoroute 2 fois 3 voies et une ligne de RER ; en province, pour une autoroute 2 fois 2 voies et une ligne de méto ;

— mais la capacité de la ligne du RER est huit fois plus élevée que celle de l'autoroute 2 fois 3 voies, ce qui conduit à un investissement par personne supplémentaire en heure de pointe huit fois plus faible ; en province, la capacité de la ligne du méto est double (en théorie, elle peut même être quatre fois plus élevée avec des fréquences plus grandes — de 20 à 40 passages horaires —,

mais cette capacité ne serait pas utilisée), ce qui conduit à un investissement par personne deux fois plus faible ;

— l'avantage en termes d'investissement marginal par rapport à la capacité supplémentaire en heure de pointe est donc très net dans les grandes villes et devient écrasant dans les très grandes agglomérations ;

— l'investissement ramené à la capacité est, dans les très grandes agglomérations, très voisin pour les différents modes de transport en commun ; il convient donc d'ajuster l'investissement à la capacité nécessaire ; dans les grandes villes, le métro apparaît comme sensiblement plus cher que le tramway ou l'autobus en site propre : il faut donc éviter tout surinvestissement ou adopter des solutions évolutives (autobus en site propre pouvant laisser la place ultérieurement à un tramway ; tramway moderne pouvant être transformé ensuite en métro, selon le modèle de Bruxelles).

Les coûts de fonctionnement

Pour l'utilisateur, le coût marginal d'un déplacement en automobile a été estimé à 4,60 francs en Région parisienne et à 2,40 francs dans les villes de province. Ramené au kilomètre par personne transportée (1,32 en moyenne en heure de pointe en Région parisienne ; 1,25 en province), ce coût est respectivement de 0,83 franc et 0,88 franc.

Dans les transports en commun, le coût moyen d'un déplacement s'élève, en 1985, à 1,90 franc dans une ville moyenne ; 2,50 francs dans une grande agglomération (Lille, Lyon ou Marseille) ; 2,21 francs sur le réseau de la RATP. Ramenés au voyageur-kilomètre, ces coûts s'élèvent à : 0,60 franc environ dans les villes moyennes, 0,65 franc dans une grande agglomération, et 0,32 franc seulement en Région parisienne (chiffre très faible lié au fait que les usagers ne paient que le tiers du prix de revient contre la moitié en province).

Les transports en commun sont donc, pour l'utilisateur, sensiblement moins chers, mais cet écart est à peine d'un tiers en province, alors qu'il atteint 60 % en Région parisienne.

Cependant, une part importante des coûts de fonctionnement n'est supportée ni par l'utilisateur des transports en commun, ni par l'automobiliste. Pour les premiers, la subvention de la collectivité (Etat, collectivités locales, taxe sur les entreprises de l'agglomération) s'élève à 0,45 franc par voyageur-kilomètre en Région parisienne (RATP et SNCF) et à 0,60 franc en moyenne sur les réseaux de province. La subvention par déplacement est de 3,11 francs pour 6,9 kilomètres en Région parisienne et de 2 francs pour 3,3 kilomètres en province.

L'Etat prend également en charge les frais de fonctionnement de l'automobile sous forme de dépenses d'entretien de voirie, d'éclairage et de police.

Ces coûts peuvent être estimés à 1,70 franc par déplacement en Région parisienne et à environ 1 franc en province, ou à 0,31 franc et 0,36 franc par voyageur-kilomètre.

La subvention de la collectivité est donc plus élevée pour les transports en commun que pour l'automobile, et cela tant en Région parisienne que dans les villes de province. Mais l'ordre de grandeur est le même, et ce n'est que depuis la dégradation récente de l'équilibre financier des transports en commun (deux décennies en Région parisienne, une seule en province) que ces derniers sont plus coûteux que l'automobile en matière de fonctionnement pour la collectivité.

Ces conclusions, établies pour le cas français, peuvent-elles être généralisées ? Dans les villes des autres pays développés, la collectivité apporte les mêmes services, en général gratuits, à l'automobile (les péages et taxes de stationnement sont cependant plus répandues en Amérique du Nord). Les subventions d'équilibre aux transports en commun sont quasi généralisées, mais le cas de Paris, où les usagers ne paient que le tiers du coût réel, est un cas extrême. Sur un plan général, la collectivité subventionne donc autant l'automobile que les transports en commun et l'ordre de grandeur (par voyageur-kilomètre) de ces subventions est le même pour les deux familles de moyens de transport.

Dans les pays en voie de développement, la collectivité assure les mêmes services gratuits à l'automobile. Les transports en commun sont également presque toujours subventionnés. Mais, alors que les coûts de l'automobile sont du même ordre de grandeur que dans les pays développés (voire plus élevés, car répartis entre un plus petit nombre d'usagers), ceux des transports en commun sont au moins cinq fois plus faibles qu'en Europe ou en Amérique du Nord, essentiellement en raison de la faiblesse des salaires. La subvention de la collectivité, par déplacement ou par voyageur-kilomètre, est donc beaucoup plus élevée, dans ces pays, pour l'automobile.

Les dépenses énergétiques

Sur le plan économique, les dépenses d'énergie sont évidemment comptabilisées dans les dépenses de fonctionnement : elles représentent une part importante pour l'automobile, assez réduite pour les transports en commun. Mais la crise de l'énergie a conduit à faire de l'économie d'énergie un enjeu à part entière. Il est donc important d'éclairer les possibilités offertes en ce domaine par chaque mode de transport.

L'ouvrage de référence sur ce plan est le rapport de l'ingénieur général des Ponts et Chaussées Pierre Merlin (41). Celui-ci rappelait qu'en 1973, juste avant la crise de l'énergie, plus du quart de la consommation française de pétrole (30 millions de tonnes sur 116) était utilisée pour les transports (dont la moitié pour les véhicules individuels et le quart pour les poids lourds routiers).

(41) Cf. Pierre Merlin, *Comment économiser l'énergie dans les transports*, La Documentation française, Paris, novembre 1976, 62 pages. (Ne pas confondre l'ingénieur général Merlin avec l'auteur du présent ouvrage et des autres documents cités en référence).

A partir des Comptes des transports de la Nation, il estimait les consommations unitaires par moyen de transport, en équivalents gramme de pétrole par kilomètre parcouru à :

- 90 grammes (soit 65 par passager) pour l'automobile en usage urbain ;
- 25 grammes pour la motocyclette ;
- 20 à 30 grammes pour le métro par passager ;
- 18 grammes pour le train de banlieue par passager ;
- 16 à 20 grammes pour l'autobus par passager ;
- 16 grammes pour le tramway par passager ;
- 10 grammes pour les cyclomoteurs par passager.

Même si la consommation d'essence des automobiles paraît sous-estimée en ville dans ce rapport, il fait apparaître que les transports en commun consomment au moins trois fois, et probablement quatre fois, moins d'énergie par voyageur-kilomètre que l'automobile. En outre, les transports ferrés (et les trolleybus) utilisent de l'électricité qui n'est pas nécessairement produite à partir du pétrole.

Certes, les dépenses d'énergie peuvent évoluer par :

- la réduction de la consommation : des progrès importants ont été effectués depuis les débuts de la crise de l'énergie et se poursuivront encore dans l'avenir ;

- l'adoption d'autres sources d'énergie :

- le gaz (utilisé dans certains pays) pose, cependant, des problèmes de sécurité,

- l'électricité, mais le poids des accumulateurs et la nécessité d'une recharge quotidienne en limitent l'emploi à des usages précis (utilitaires surtout) (42).

Par conséquent, même si le rapport de 1 à 4 en faveur des transports en commun peut être réduit, la forte consommation d'énergie (pétrolière) par automobile est un argument fort pour donner la priorité aux transport en commun.

Dans les pays en développement, l'occupation moyenne des véhicules, surtout des transports en commun, réduit les consommations unitaires. Le taux moyen d'occupation des autobus atteint souvent 100 % (voire plus aux heures de pointe), alors qu'il est souvent inférieur à 20 % dans les villes des pays développés ; même si le taux moyen d'occupation des automobiles s'élève à 2 dans certaines villes, le rapport de la consommation énergétique est au moins de 1 à 10 en faveur des transports en commun. L'enjeu énergétique, de ce fait, est donc encore beaucoup plus important que dans les pays développés, d'autant que ces pays manquent presque tous d'énergie et de devises pour l'importer.

(42) Voir première partie, chapitre 5.

Conclusion : l'automobile coûte très cher à la collectivité

Sur le plan économique, les conclusions à tirer de la comparaison des coûts en matière de politique de transport urbain sont donc très nettes.

— Les investissements pour accroître la capacité sont beaucoup plus élevés pour l'automobile que pour les transports en commun. Cet écart, déjà important dans une ville moyenne, devient écrasant dans une métropole. Mais, même pour les transports en commun, le coût élevé des infrastructures doit conduire à éviter toute surcapacité, donc tout surinvestissement, par exemple en recourant à des solutions progressives : autobus en voie réservée, puis en site propre, transformation ultérieure en tramway, puis en préméto, enfin en méto, au fur et à mesure de la croissance de la demande.

— Le fonctionnement est subventionné par la collectivité, dans des proportions comparables pour les différents modes de transport. Les subventions aux transports en commun apparaissent comme le prix à payer par la collectivité pour éviter des investissements massifs qui seraient encore plus coûteux et ne seraient utilisés qu'aux heures de pointe, en voirie urbaine. C'est aussi la condition pour économiser l'espace urbain et réduire les nuisances.

— Le coût en énergie est beaucoup plus élevé pour l'automobile que pour les transports en commun : trois à quatre fois dans les pays développés, dix fois au moins dans les pays en développement.

Ce bilan paraît très défavorable à l'automobile. Est-ce à dire qu'il faut éviter tout investissement routier, et décourager l'emploi, voire la possession d'une automobile ? En fait, au moins dans les pays développés, l'automobile favorise la mobilité et l'accès aux facilités offertes par la ville : sa possession ne saurait être découragée ; mais son usage doit être limité pour éviter les encombrements aux heures de pointe dans le centre et sur les axes radiaux. L'automobile nécessite des investissements très coûteux qui ne sont utilisés qu'aux heures de pointe. Un niveau de base d'investissement de voirie, correspondant aux besoins des heures creuses de la journée est donc souhaitable ; il reviendra aux transports en commun d'y faire face. Ces conditions d'exploitation très défavorables engendreront nécessairement un déficit de fonctionnement. Cette charge sera toutefois moins coûteuse que le surinvestissement dans la voirie urbaine, à destination de l'automobile.



Première partie / chapitre 4

Les transports et l'environnement urbain

La planification des transports urbains n'est pas seulement une question économique et un problème d'offre et de demande doublé de la recherche d'un optimum financier. Les transports consomment aussi de l'espace et favorisent le développement de telle ou telle forme d'urbanisation qui, à son tour modèle l'espace urbain. Ils occasionnent aussi des nuisances (bruit, pollution atmosphérique, insécurité) qui modifient considérablement la « qualité de la vie » des habitants des quartiers traversés. La planification des transports est donc au moins autant l'affaire des urbanistes que des économistes.

Consommation d'espace et congestion

La consommation d'espace

L'espace utilisé par les transports dans une ville est très variable et mal apprécié : les chiffres publiés ne sont pas toujours homogènes. Sous cette réserve, indiquons que la surface de la voirie (trottoirs compris) représente 18 % de l'espace urbain à Tokyo, 21 % à Londres, 23 % à Paris, mais atteint 69 % dans le centre de Los Angeles (27 % de voirie, 10,5 % de trottoirs et 32 % pour le stationnement). Par contre, les emprises ferroviaires, celles des fleuves, etc., représentent 14 % à Paris et presque rien dans la métropole sud-californienne. L'espace « utile » (logements, activités, équipements) occupe 62 % du sol à Paris et 30 % à Los Angeles.

Ces chiffres très simples et imprécis mettent en évidence trois faits :

— des situations très différentes se rencontrent entre les villes traditionnelles et les villes récentes qui se sont développées largement en fonction de l'automobile ;

— même dans ces dernières villes (Los Angeles en est une des meilleures illustrations), la circulation et le stationnement automobile sont problématiques, bien que plus des deux tiers de l'espace leur soient consacrés ;

— une adaptation des villes anciennes à l'automobile suppose un bouleversement profond de la répartition de l'utilisation du sol et donc, comme l'avait montré dès 1963 le chapitre du rapport Buchanan consacré au centre de Londres (1), la reconstruction complète, au moins du centre des grandes villes.

Si la fonction transport peut être assurée, à Paris, Londres ou Tokyo, en consommant trois à quatre fois moins d'espace qu'à Los Angeles, c'est parce que les différents moyens de transport sont très inégalement consommateurs d'espace.

L. Marchand et A. Schmider, de la RATP, ont comparé les différents moyens de transport en fonction de la surface utilisée et de la durée de cette utilisation. L'unité est le mètre carré par heure (2). Le tableau 5 montre que l'automobile consomme huit fois plus d'espace que l'autobus en heure de pointe (trois fois plus en heure creuse). La consommation d'espace d'un métro souterrain est nulle. Celle d'une ligne ferrée au sol (type RER) est double de celle de l'autobus, mais quatre fois plus faible que celle de l'automobile (3).

Il faut combiner la consommation d'espace à l'arrêt et en mouvement. L'avantage des transports en commun est alors encore plus net, puisqu'ils stationnent très brièvement en bout de ligne : il est de 1 à 10 en heure creuse, de 1 à 30 en heure de pointe. Cela conduit à rechercher :

— une réduction de l'espace consommé par l'automobile, soit en réduisant sa dimension, soit en limitant sa durée de stationnement dans le centre, ou encore en multipliant le nombre de passagers sur les trajets radiaux en heure de pointe (covoiturage) (4) ;

— une priorité, surtout là où l'espace est rare (dans le centre et sur les axes radiaux aux heures de pointe), aux transports peu consommateurs d'espace (transports en commun, marche, voire bicyclettes), grâce à :

• une politique d'aménagement de la voirie pour favoriser les piétons (voies piétonnières), les véhicules à deux roues légers (pistes cyclables), les autobus (voies réservées, voies en site propre) et les tramways ;

o une politique de gestion de l'espace de stationnement, surtout dans le centre.

Les cycles et les piétons n'ont pas toujours bénéficié de cette priorité. Alfred Sauvy pouvait écrire en 1968 : « Il n'y a pas encore de démocratie de la rue » (5). Cela reste encore largement vrai malgré la création de centres piétonniers dans de nombreuses villes de France et d'Europe : ces zones piétonnières, généralement rejetées par les commerçants à leur création, s'avèrent presque toujours très favorables à leurs affaires. Mais elles ne concernent qu'une

(1) Cf. Colin Buchanan et divers, *Traffic in Towns : a Study of long term problems*, HMSO, Londres, 1963. Traduction française : *L'automobile et la ville : étude des problèmes à long terme que pose la circulation dans les zones urbaines*, Imprimerie Nationale, Paris, 1965.

(2) Cf. André Schmider, « L'espace public, un bien public », dans *Metropolis*, vol. III, février 1977, p. 55-57. Et travaux non publiés de L. Marchand.

(3) Voir première partie, chapitre 5.

(4) Cf. Alfred Sauvy, *Les quatre roues de la fortune*, Flammarion, Paris, 1968, 249 pages. Voir aussi, sur un plan plus général : Michel Bigey et André Schmider, *Les transports urbains*, Editions Universitaires, Paris, 1971, 131 pages.

(5) *Op. cit.*

part infime de l'espace urbain. Quant aux cycles, ce n'est pas la très timide création, par la mairie de Paris, fin 1982, des « bandes vertes » non matérialisées, qui constitue l'amorce d'une politique en ce sens. D'autres pays européens (les Pays-Bas et le Danemark surtout) ont par contre laissé à la bicyclette une place comparable — en volume de trafic — à celle de l'automobile.

Tableau 5.

A. Consommation d'espace selon le moyen de transport

Moyen de transport	Surface à l'arrêt (m ²)	Nombre moyen de passagers (en pointe)	Surface à l'arrêt par passager (m ²)	Surface en mouvement par km parcouru	Surface en mouvement par passager-km
Piéton	0	1	0,3	0,4 m ² × h	0,4 m ² × h
Bicyclette	1,5	1	1,5	1,5 m ² × h	1,5 m ² × h
Automobile	10	1,25	8,0	3,0 m ² × h	2,4 m ² × h
Autobus	30	30	1,0	9,0 m ² × h	0,3 m ² × h
RER					0,66 m ² × h

B. Consommation d'espace totale pour un déplacement radial de 10 kilomètres dans une très grande agglomération (Paris) selon le moyen de transport

Moyen de transport	Motif du déplacement	Taux d'occupation du véhicule	Espace de circulation (m ² × h)	Espace de stationnement (m ² × h)	Espace total consommé (m ² × h)
Automobile	Migrations alternantes	1,25	24	72	96
Automobile	Autre motif	1,5	20	13,3	33,3
RER + métro	Tous motifs	1 700 × 15 rames/heure	4	0	4
Autobus	Tous motifs	30	3	0,1	3,1

La première partie de ce tableau (sauf pour le RER) est extraite de André Schmider, *op. cit.*

Quant à la priorité aux autobus en couloir réservé, elle est justifiée si leur capacité dépasse celle des automobiles exclues, soit 2 000 voyageurs sur autoroute par voie et 1 000 sur une voie urbaine à feux tricolores (80 et 40 autobus (6) à l'heure, respectivement, avec 25 passagers (7) par autobus en heure de pointe).

(6) Le nombre de 40 autobus à l'heure en couloir réservé n'est pas toujours atteint ce qui explique que de nombreux automobilistes acceptent mal (et respectent mal) cette voie en site propre.

(7) Ce chiffre ne doit pas paraître faible, car pour un autobus circulant dans le sens de la pointe (donc, avec un nombre élevé de passagers), il y en a un autre qui circule en sens inverse (donc relativement vide).

La politique de stationnement

La politique de stationnement a pour objet, à la fois, d'assurer la meilleure utilisation de l'espace, en tout cas la plus conforme à la politique d'urbanisme choisie, mais aussi de réguler les flux de circulation qui peuvent pénétrer dans le centre.

A cette fin, il faut distinguer quatre types de stationnement.

- o Le stationnement nocturne (celui des résidents). Il ne peut être interdit si, par ailleurs, est admis le principe de la possession de l'automobile, source et moyen de la mobilité, donc de l'accès aux opportunités offertes par la ville. Cela suppose la construction de places de garage liées aux logements, comme le prévoit la réglementation. Mais, dans les quartiers anciens, le déficit en garages est important. Il faut offrir des solutions alternatives (tarif préférentiel de stationnement sur la voirie, achat ou location dans un autre quartier à des conditions avantageuses...).

- o Le stationnement diurne (celui des migrants quotidiens). C'est, on l'a vu, le plus consommateur d'espace. Il convient donc de le décourager :

- en limitant les constructions de parcs de stationnement liés aux activités dans le centre ;

- en faisant payer cher le stationnement sur la voie publique (ou en interdisant plus de 2 heures, par exemple).

- o Le stationnement de courte durée (déplacements d'affaires, achats, loisirs, etc.). Ces déplacements sont nécessaires aux activités du centre urbain (bureaux, commerces, salles de spectacles, etc.). Il faut donc les encourager :

- par un stationnement peu coûteux sur la voie publique ;

- par une politique globale de stationnement qui assure une rotation suffisamment rapide des véhicules.

- o Le stationnement de livraison. Indispensable aux activités commerciales, il doit être réglementé et faire l'objet d'une stricte surveillance : livraisons le matin seulement dans le centre ; fortes sanctions contre le stationnement en double file ou en pleine voie lorsque des emplacements libres sont disponibles, etc.

Le stationnement payant — et le niveau des tarifs — apparaît donc comme un moyen privilégié d'une telle politique. On lui a souvent objecté qu'il constituait une « sélection par l'argent ». L'argument est faible : réserver le droit de venir travailler au centre en automobile à ceux dont l'employeur offre une place de garage dans une cour d'immeuble ou ailleurs, et à ceux qui peuvent payer les contraventions, n'est pas plus égalitaire. En outre, le stationnement abusif nuit à tous, et en particulier aux usagers des autobus, souvent moins aisés que les automobilistes. Enfin, les taxes de stationnement peuvent être utilisées par la collectivité pour des aménagements utiles à tous.

Mais le stationnement payant ne doit pas être aveugle. Il doit être modulé :

- selon les quartiers (plus cher au centre) ;

- selon la durée : coût nul ou faible pour une durée réduite (2 heures au maximum) ; coût élevé (ou interdiction) pour une durée longue.

Le coût de la congestion

La congestion de la voirie a un coût : celui du temps perdu par les usagers et celui du carburant consommé en excès. Certes, ce coût de congestion est déjà intégré au coût généralisé du déplacement de l'usager qui la subit ; mais c'est un coût social qu'il est intéressant d'isoler. Frebault (8) l'avait, en 1968, estimé à plus de 1 franc par véhicule-kilomètre sur voirie saturée. L'actualisation de ce chiffre conduirait à au moins 6 francs en 1985. Le coût de congestion peut être estimé, en heure de pointe, à 1 franc par voyageur-kilomètre.

Il faut manier ces chiffres avec prudence : le coût de congestion est compris dans le coût généralisé, et il faut donc éviter de l'additionner à celui-ci ; les estimations précédentes ne valent qu'en cas de voirie totalement saturée.

La limitation de la circulation

Le coût des investissements qui seraient nécessaires à une libre circulation en automobile, tout comme les contraintes d'espace, obligent donc à limiter la circulation automobile, au moins aux heures de pointe, dans le centre et sur les axes radiaux.

Outre la politique de stationnement, on peut recourir à plusieurs mesures.

◦ La taxation des véhicules mais, si celle-ci est trop lourde, elle sera contraire au principe de la libre possession d'un véhicule par les ménages ; en outre, cette méthode ne fait pas la distinction entre le lieu et l'heure d'emploi des véhicules.

● L'interdiction de la circulation ne se conçoit que dans des zones restreintes (zones piétonnières) et avec des transports en commun de substitution. Il est possible, par contre, d'empêcher la pénétration, en automobile, dans les secteurs surchargés (centre).

● L'interdiction de stationner dans le centre est pratiquée aux Etats-Unis et suppose des mesures d'accompagnement : construction de parcs de stationnement payant, en particulier.

● La taxation de la circulation dans le centre ou sur les axes radiaux est sans doute la solution la plus satisfaisante mais suppose qu'on résolve plusieurs difficultés :

— méthodologiques : quels coûts facturer (coût de congestion, coût des nuisances ?) ;

— techniques : comment mesurer ces coûts à facturer ?

— politiques : comment vaincre les réticences du public et les actions du groupe de pression de l'automobile ?

— sociaux : comment éviter la sélection par l'argent ?

(8) Voir le rapport de la Commission d'étude des coûts d'infrastructures de transports (rapport Hauteux) : *Sur les coûts et la tarification des transports urbains*, ministère de l'Équipement et du Logement et ministère des Transports, Paris, février 1969, 112 pages + annexes.

Plusieurs techniques sont envisageables (9) :

- les compteurs (impulsions électroniques au passage de points de péage, gérées par ordinateur avec identification du véhicule et facturation) ;
- le péage à l'entrée de la zone limitée, mais il crée des troubles près des points de perception ;
- le permis de circuler dans la zone centrale est appliqué à Singapour depuis 1975. Il est exigé pour pénétrer dans le centre (500 hectares) aux heures de pointe du matin (de 7 h 30 à 10 h 15) et coûte environ 150 francs par mois. Des parcs de stationnement (2 000 places) à la limite du centre et des navettes d'autobus (rapides et confortables) ont été créés (55 francs par mois pour le stationnement et la navette). Par contre, le stationnement dans le centre est coûteux (1 franc la première heure, 2 francs la seconde, puis 4 francs l'heure ou 130 francs par mois). Ces mesures restrictives ne concernent pas les autobus, les véhicules commerciaux, les deux-roues et les véhicules transportant au moins 4 personnes, favorisant ainsi le covoiturage (et évitant la sélection par l'argent), mais les taxis y sont soumis. Les entrées dans le centre, le matin, ont diminué de 73 % ; le covoiturage a crû de 60 %, la vitesse aux heures de pointe a augmenté de 22 % dans le centre et de 10 % sur les axes radiaux.

Ce système répond bien aux multiples objectifs visés : limiter l'accès au centre pour les migrants en automobile aux heures de pointe ; ne pas décourager l'accès pour d'autres motifs et ne pas nuire aux activités économiques du centre ; ne nécessiter aucune subvention (les permis paient le déficit des navettes et du stationnement en bordure du centre) ; être d'une mise en œuvre facile.

La ville de Besançon a décidé, en 1974, plusieurs mesures qui se renforcent mutuellement :

- organisation de la circulation visant à rendre presque impossible le trafic de transit dans le centre, et aménagement d'une rocade périphérique autour du centre ;
- interdiction de la circulation dans certaines voies ;
- priorité aux transports en commun, augmentation des fréquences et de l'amplitude des services (6 h à 24 h et le dimanche), desserte particulière du centre par omnibus, etc. ;
- aménagements piétonniers : voies piétonnières, élargissement des trottoirs...

Les déplacements en transports en commun ont augmenté de 56 %. Plus du tiers de la nouvelle clientèle des autobus — qui ont gagné en régularité — vient de l'automobile et des deux-roues. La très grande majorité des usagers (91 %) se déclare satisfaite de ces mesures et demande (73 %) une priorité encore plus grande aux transports en commun (10).

(9) Cf. Pierre Merlin, *Les transports dans les villes des pays en développement*, Coopération et Aménagement, Paris, 1981, 186 pages.

(10) Cf. C. Bourgin et A. Bieber, *Le suivi de l'expérience de Besançon : premiers éléments de synthèse*. IRT, Paris, décembre 1975, 88 pages.

Les nuisances causées par les transports et leur coût social

Nature des nuisances

Les transports ont un autre effet négatif sur l'environnement : les nuisances qu'ils occasionnent (bruit, pollution atmosphérique, pollution des eaux, nuisances esthétiques, etc.). Les transports sont la source principale de bruit et de pollution atmosphérique (avant même, dans la plupart des villes, l'industrie ou le chauffage).

Pour le bruit, on estime qu'il y a gêne à partir de 60 décibels. Or les 80 décibels, soit une pression acoustique dix fois plus élevée, d'après les spécialistes, sont couramment atteints sur une voie animée, et les 90 décibels aux carrefours les plus fréquentés. La gêne due au bruit est d'abord psychologique (perturbation, mécontentement), puis fonctionnelle (il trouble le sommeil, le travail ou la parole), enfin physiologique (il a des effets sur l'audition, il cause une fatigue) à partir de 75 décibels. Si le bruit de la circulation, dû essentiellement au moteur à faible vitesse et au roulement des pneus à vitesse élevée, est le plus important en milieu urbain, le bruit des transports ferroviaires ne doit pas être négligé : un train ou un métro crée un bruit de 85 décibels à 7,5 mètres et de 75 décibels à 30 mètres, mais la gêne ainsi créée est très localisée (11).

La pollution atmosphérique est de nature très diverse. Les principaux polluants sont :

- le monoxyde de carbone (CO) qui bloque l'oxygénation des tissus ;
- les oxydes d'azote (NO et NO₂ surtout) qui entraînent des troubles respiratoires ;
- les hydrocarbures qui irritent les yeux et les muqueuses et dont certains (le 3-4 benzopyrène) sont cancérogènes ;
- les composés sulfureux (SO₂ notamment) qui s'attaquent aux poumons ;
- les dérivés du plomb qui entraînent de graves troubles neurologiques, mais aussi ceux du phosphore, les fumées, les poussières, etc.

Une forme extrême de la pollution atmosphérique — le *smog* — résulte de la combinaison du brouillard (*fog*) avec les fumées (*smoke*) et autres émissions gazeuses (12). Mais la principale pollution due à la circulation automobile demeure l'émanation de monoxyde de carbone et de dérivés du plomb. Pour les transports en commun, seuls les autobus entraînent une pollution (encore que la production de l'électricité, utilisée par les transports ferroviaires, entraîne une pollution dans les régions où sont implantées les centrales thermiques et

(11) Cf. OCDE, *Effets de la circulation et des routes sur l'environnement des zones habitées*, Paris, 1973, 103 pages. Voir aussi : Michel Frybourg et divers, *Automobiles et nuisances : pour un programme d'action*, La Documentation française, Paris, 1971, 97 pages.

(12) Un *smog* particulièrement épais a sévi dans la Ruhr (RFA) en janvier 1985, obligeant les autorités à ordonner l'arrêt de certaines activités industrielles et de la circulation automobile.

nucléaires). Les autobus eux-mêmes, étant équipés le plus souvent de moteurs diesels, polluent dix à vingt fois moins par usager que l'automobile (sauf peut-être en ce qui concerne les oxydes d'azote).

Le coût social des nuisances

Comment évaluer, en termes monétaires, les nuisances causées par les transports ? Deux méthodes peuvent être retenues :

- le coût d'évitement consiste à déterminer le coût des mesures nécessaires pour que la nuisance soit supprimée ou ne soit plus perçue ;
- le coût de réparation est le coût des mesures nécessaires pour réparer les effets de la nuisance.

La première tentative, en France, pour évaluer le « coût social » des nuisances des transports urbains a été entreprise par Jean-Marie Beauvais (13) dans le cas de la Région parisienne, puis reprise par la RATP (14), ensuite par Pierre Merlin (15), toujours à partir du cas de la Région parisienne, en utilisant notamment les éléments réunis dans le rapport Frybourg (16).

En ce qui concerne le **bruit**, la méthode du coût d'évitement conduit à déterminer la dépense nécessaire pour rendre le véhicule non (ou moins) bruyant et à la rapporter à un déplacement ou à un voyageur-kilomètre.

Quatre estimations du coût social du bruit ont été effectuées : l'une par le coût de transformation des automobiles (évitement), la deuxième par le coût d'insonorisation des bâtiments (méthode intermédiaire), la troisième par le coût pour le système de santé (réparation), la quatrième par la dépréciation du patrimoine immobilier soumis au bruit. Les quatre méthodes convergent autour d'une estimation de 0,10 franc par véhicule-kilomètre (0,08 franc par voyageur-kilomètre).

Le bruit causé par les autobus a pu, de même, être estimé à 0,15 franc par véhicule-kilomètre ou 0,01 franc par voyageur-kilomètre ; le coût des transports ferroviaires, parce qu'il ne touche qu'une faible population, est plus faible.

Pour la **pollution de l'air**, la méthode du coût d'évitement conduit à concevoir un véhicule non polluant, par exemple à moteur électrique, ou, à défaut, à réduire les taux de polluants des gaz d'échappement du moteur à explosion, par exemple en utilisant des pots d'échappement dits « catalytiques » parce qu'ils réduisent les polluants par double catalyse.

La réglementation européenne tend à rendre ceux-ci obligatoires, mais les constructeurs (et les gouvernements) français et italien cherchent à limiter

(13) Cf. Jean-Marie Beauvais, *Coût social des transports parisiens*, *op. cit.*

(14) RATP, *Coût d'un déplacement en voiture*, Paris, 1979, 216 pages. Voir aussi : SAEI et RATP, *Les contraintes physiques en développement des transports parisiens*, Paris, SAEI, 1974, 50 pages.

(15) Cf. Pierre Merlin, 1982, *op. cit.* ; 1984, *op. cit.*

(16) Cf. Michel Frybourg et divers, 1971, *op. cit.*

cette mesure aux véhicules de forte puissance car le coût relatif du pot catalytique est plus élevé pour les petites et moyennes cylindrées qui constituent l'essentiel de leur production et de leur vente. Quoi qu'il en soit, on obtient ainsi un coût de 0,60 franc par véhicule-kilomètre ou 0,45 franc par voyageur-kilomètre. La méthode du coût de réparation consiste à estimer les effets de la pollution séparément sur la santé, sur les matériaux (bâtiments notamment) et sur les végétaux. Cette méthode a conduit l'Agence américaine pour la protection de l'environnement à des estimations beaucoup plus faibles que les précédentes, mais seulement partielles. Pour l'autobus, le coût social de la pollution peut être estimé à 0,04 franc par voyageur-kilomètre.

Au total, pour le bruit et la pollution atmosphérique, le coût à retenir pour l'automobile serait donc de 0,70 franc par véhicule-kilomètre ou 0,53 franc par voyageur-kilomètre (ou encore 2,86 francs par déplacement de 5,4 kilomètres de longueur moyenne en Région parisienne). En tenant compte de la part du trafic routier dans la pollution de l'eau (4 % selon l'étude suisse citée), ces coûts pourraient être augmentés de 10 % environ. Pour les transports en commun, le coût serait inférieur à 0,05 franc par voyageur-kilomètre pour les autobus et nettement inférieur à 0,01 franc pour les transports ferroviaires.

Il est clair qu'il ne s'agit là que d'estimations sommaires.

La sécurité et le coût social des accidents

Le coût social des nuisances n'est pas supporté par ceux qui les occasionnent. Les accidents, qui ont aussi un coût important, pèsent sur ceux qui les causent, soit directement (frais matériels, soins), soit indirectement (assurances), mais aussi sur des tiers (certes, en principe indemnisés par les assurances) et sur la collectivité (frais non pris en charge par les assurances). Il convient évidemment, comme pour les coûts de congestion, d'éviter tout double emploi, et donc de ne pas prendre en compte, dans le coût social des accidents, ce qui a déjà été comptabilisé dans le coût généralisé (prix de l'assurance et réparations restant à la charge de l'assuré). Seront donc comptabilisées les dépenses non couvertes concernant les soins pris en charge par le système d'assistance publique (hôpitaux, etc.), de Sécurité sociale et des mutuelles, les pertes de production dues à l'absentéisme et aux décès, eux-mêmes partiellement pris en charge par la Sécurité sociale et les mutuelles.

En France, un tiers (la moitié aux Etats-Unis) des décès accidentels est dû à la circulation (11 000 à 12 000 morts selon les années). La moitié des accidents de circulation a lieu dans des agglomérations de plus de 5 000 habitants ; ils entraînent des blessures corporelles dans la moitié des cas et la mort une fois sur quatre.

Pour évaluer ce coût social des accidents, il faut se livrer à l'estimation directe des coûts supportés par le système de santé et de protection sociale et aux pertes d'activité professionnelle qu'ils entraînent. Diverses estimations

de ce type ont été effectuées en Suisse (Witman, 1970), aux Etats-Unis (National Highway Traffic Safety Administration, 1971, etc.) et en France (Direction des Routes, 1971, CETUR, 1980, etc.) (17). Ces diverses estimations, actualisées en 1985, font varier le coût social des accidents de la route entre 0,12 et 0,30 franc par véhicule-kilomètre (soit 0,16 F par voyageur-kilomètre en automobile). Ces estimations utilisent les évaluations, actualisées en 1985, de la perte de production d'un blessé grave (69 000 francs en 1975) ou d'un mort (575 000 francs 1975) (18).

Pour les transports en commun, les accidents corporels, et surtout mortels sont rares. Les seules évaluations récentes disponibles sont celles du groupe de travail interministériel animé par le CETUR (19) qui paraissent surestimées et celles de la RATP qui ne concernent que la Région parisienne. Actualisées pour 1985, ces évaluations sont les suivantes :

— 0,08 franc en Région parisienne et 0,10 franc en province par déplacement pour l'autobus selon le groupe interministériel ; 0,06 franc (en Région parisienne) selon la RATP ;

— 0,16 franc par déplacement en métro selon le groupe interministériel ; sensiblement moins que pour l'autobus selon la RATP, ce qui semble beaucoup plus vraisemblable ;

— 0,11 franc par déplacement en train de banlieue ou en tramway, selon le groupe interministériel, chiffre qui semble également surestimé.

Pour l'ensemble des transports en commun, le chiffre de 0,10 franc par déplacement peut être retenu, ce qui correspond à 0,015 franc par voyageur-kilomètre en Région parisienne et à 0,03 franc en province, chiffres probablement surestimés, surtout pour les transports ferroviaires, beaucoup plus sûrs que les transports routiers, particulièrement dans la Région parisienne (où les trains et le métro représentent 70 % des déplacements et 87,5 % des voyageurs-kilomètres).

Quoi qu'il en soit de cette probable surestimation du coût social des accidents dans les transports en commun, celui-ci est considérablement moins élevé que pour l'automobile (le rapport en faveur des transports en commun est inférieur de 1 à 10 en Région parisienne).

Additionnés, les coûts sociaux liés aux nuisances (bruit et pollution de l'air) et aux accidents représentent pour l'automobile 0,90 franc par véhicule-kilomètre ou 0,69 franc par voyageur-kilomètre, ou encore 3,80 francs par déplacement en Région parisienne et 1,90 franc en province, chiffres deux fois plus élevés que la subvention directe de la collectivité à l'automobile (20). Pour les transports en commun, le coût social total s'élève à 0,08 franc en autobus et à 0,02 franc sur les réseaux ferrés par voyageur-kilomètre, soit 0,26 franc par déplacement en province, 0,22 franc en autobus et 0,18 franc en train ou métro.

(17) Cf. Pierre Merlin, 1984, *op. cit.*

(18) Cf. Michel Le Net, « Le prix de la vie humaine ». *Notes et Etudes documentaires*, n° 4455, La Documentation française, Paris, 1980 (3^e édition), 152 pages.

(19) Cf. CETUR, 1980, *op. cit.*

(20) Voir première partie, chapitre 3.

Les formes de l'urbanisation

Les différents moyens de transport sont non seulement très inégalement consommateurs d'espace, mais favorisent également le développement de formes d'urbanisation différentes, elles aussi, très inégalement consommatrices d'espace. Cela a été particulièrement le cas de la banlieue de Paris dont l'urbanisation a été accélérée par la ligne de Sceaux, ancêtre du RER, et par l'auto-route du Sud (21).

Les leçons du passé

La ligne de Sceaux a vu, en 1939, ses fréquences doubler et ses temps de parcours réduits de moitié. Du fait de la guerre, l'effet ne s'en est fait sentir que dans les années cinquante et soixante. Cet impact très fort sur les communes desservies, de Palaiseau à Saint-Remy-lès-Chevreuse (ensemble de logements collectifs, implantation d'activités et surtout de centres scientifiques et de laboratoires, élévation très rapide des valeurs foncières, etc.) a un peu concerné les communes voisines (Chevreuse, Igny, Villebon, Champlan, Gometz-le-Châtel, Lévis-Saint-Nom) mais pas du tout les communes plus éloignées. C'est donc un effet linéaire.

Plus tard, la branche Est du RER, ouverte en 1969, a joué un rôle accélérateur de l'urbanisation des rares espaces vacants à proximité de la ligne (Champigny, Chennevières, Limeil-Brévannes, Villecresnes) et a surtout entraîné une poussée des prix fonciers et immobiliers.

Le métro de Stockholm est une bonne illustration de l'effet densifiant des transports ferrés : le plan du transport (1954) qui proposait le métro a été conçu parallèlement au plan d'urbanisme (1952) et les stations ont été ouvertes en même temps (parfois avant) la construction de nouveaux quartiers organisés en grains de chapelet autour des gares d'une même ligne. Les commerces, services, etc. sont situés près de la station, l'habitat collectif (85 % des logements) dans un rayon de 500 mètres autour, l'habitat individuel plus loin (500 à 900 mètres). Un des centres de ces nouveaux quartiers (15 000 à 20 000 habitants environ) a une vocation subrégionale, desservant tous les nouveaux quartiers de la ligne et les secteurs voisins (ancienne banlieue, etc.). Parallèlement, le centre des affaires, près de la gare, où se croisent toutes les lignes de métro, a été complètement rénové. Il y a, dans ce cas, cohérence parfaite entre l'urbanisme concentré, de ces « villes nouvelles » à base d'habitat collectif, le centre densifié et un réseau de transport, fondé sur le métro, qui permet à tous d'atteindre le centre ville en moins de 30 minutes.

L'effet accélérateur du métro a été observé à Philadelphie, entre cette ville et Camden sur la Lindenwald Line, mise en service en 1969. Par contre, dans la région de San Francisco, le Bay Area Rapid Transit, inauguré en 1973, a eu des effets moindres que prévu.

(21) Cf. Pierre Merlin, *Les transports parisiens, op. cit.* et « Les transports à Paris et en Ile-de-France », *op. cit.*

L'urbanisation diffuse, favorisée par les autoroutes, s'observe très bien aux Etats-Unis. L'automobile donne accès à n'importe quel point de l'espace alors que les transports publics ne jouent pleinement leur rôle que dans un rayon de 1 kilomètre environ autour des points d'arrêt (distance facile à effectuer à pied). L'autoroute ouvre donc des espaces beaucoup plus vastes à l'urbanisation, fait baisser globalement les prix des terrains sur l'ensemble de l'agglomération, ce qui permet un habitat peu dense (individuel), consommant beaucoup d'espace.

Cela ne signifie pas qu'une autoroute n'ait aucun effet « structurant » sur l'espace traversé :

- aux Etats-Unis, il y a le cas très connu de la route 128, rocade autoroutière autour de Boston, qui a attiré de nombreuses entreprises industrielles recherchant un accès facile pour leur personnel, leurs clients et leurs fournisseurs, un espoir de réaliser une plus-value foncière (la croissance des prix y a été trois fois plus élevée, de 1948 à 1957, que dans les secteurs voisins), et la possibilité d'installer des panneaux publicitaires au bord de la route ;

- en Italie, le long de l'*autostrada del Sole* (Rome-Milan), les valeurs foncières ont augmenté 2,5 fois plus vite que dans les zones non desservies ;

- en France, l'autoroute du Sud, ouverte en 1960, qui n'a d'échangeurs qu'au-delà de l'aéroport d'Orly, a entraîné une forte poussée de grands ensembles à son voisinage, puis a facilité le démarrage de la ville nouvelle d'Evry. Elle a aussi favorisé un changement dans la composition sociale des communes traversées (50 % à 100 % de catégories supérieures en plus, diminution des ouvriers), et dans la localisation des implantations industrielles, doublé d'un accroissement de la mobilité des habitants (qui vont plus souvent à Paris qu'avant la construction de l'autoroute) et de la disparition des résidences secondaires (reportées plus loin de Paris). Mais cet effet de l'autoroute ne s'est pas limité, comme pour la ligne de Sceaux, aux communes directement desservies. Il a concerné toute la grande banlieue sud, car il est possible d'utiliser l'autoroute pour traverser la banlieue dense, et atteindre ensuite, par la route normale, des destinations très variées.

En 1965, l'autoroute du Nord qui, à l'inverse de celle du Sud, comporte quatre sorties en proche et moyenne banlieue, de Saint-Denis au Bourget (et aucune en grande banlieue), a favorisé une rénovation de l'habitat dans les communes qu'elle dessert.

De ces exemples parmi d'autres, deux conclusions se dégagent :

- un réseau de transport axé sur l'automobile (et donc sur les autoroutes) ouvre beaucoup d'espace et favorise l'urbanisation diffuse, à base d'habitat individuel ; au contraire, un réseau axé sur les transports collectifs, ferroviaires surtout, favorise une urbanisation linéaire à forte densité, à base d'habitat collectif, dans le rayon de marche autour des stations ;

- les choix de transport (type d'infrastructure prioritaire dans les investissements, tracés retenus, implantation des stations ou des échangeurs, tarification) ont une influence capitale sur l'urbanisme. Dès lors, il apparaît difficilement compréhensible que, le plus souvent, plan de transport et plan d'urbanisme soient élaborés séparément et soient parfois incompatibles. L'urbaniste se prive alors d'un merveilleux outil pour mettre en œuvre sa politique.

Les enseignements pour la planification

De cela des enseignements peuvent être tirés pour l'avenir (22) :

- Suivant que la politique de transports sera orientée vers les autoroutes ou vers les transports collectifs, elle sera cohérente avec une politique d'urbanisation diffuse et peu dense (habitat individuel) ou au contraire linéaire, concentrée autour des stations et dense (habitat collectif prédominant).

- Les tracés des axes de transport (y compris les liaisons interurbaines qui traversent la banlieue) doivent desservir les zones d'urbanisation prioritaire et éviter les secteurs à préserver.

- Les échangeurs placés nombreux en proche banlieue favorisent la rénovation de celle-ci mais, saturant l'autoroute, ils freinent la croissance en grande banlieue ; au contraire, si on veut assurer une urbanisation le long de cet axe, il faut limiter le nombre d'échangeurs en proche banlieue, pour privilégier la desserte de la zone à développer.

- Le choix des lieux, où l'on ouvre des stations et celui des terminus partiels de lignes, peut être fixé en fonction des objectifs d'urbanisme, pour assurer une meilleure desserte des lieux privilégiés (centres commerciaux, grands équipements, zones d'activité, etc.).

- La tarification peut aussi être un outil efficace ; sur les transports publics, une tarification uniforme (ou simplement à prix décroissant avec la distance) favorisera les implantations en périphérie et une limitation de la densité du centre (cf. le rôle uniformisateur joué par le métro dans Paris entre quartiers centraux et périphériques) ; au contraire, une tarification plus que proportionnelle à la distance (c'est le cas des lignes de grande banlieue SNCF) favorise une concentration de l'urbanisation.

La conclusion s'impose donc : le plan de transport d'une agglomération doit être établi en même temps que son plan d'urbanisme, afin que les équipes chargées de ces deux tâches travaillent en étroite symbiose. Il ne s'agit pas seulement des plans généraux prévoyant des infrastructures lourdes (autoroutes, voies ferrées nouvelles). Il s'agit aussi des plans de circulation détaillés, précisant la surface de voirie réservée aux transports en commun (voies pour autobus, sites propres, etc.) ; les priorités qui peuvent leur être accordées aux carrefours ; les avantages réservés à certains véhicules (taxis, petits véhicules urbains), la coordination des feux tricolores et les sens uniques (qui permettent d'augmenter le débit de 25 % sans travaux de voirie). Il s'agit encore de plans de stationnement distinguant les quatre fonctions précisées ci-dessus (nocturne, diurne, temporaire, livraison). Dans tous les cas, l'échéancier des réalisations de transport devra être étudié pour correspondre à celui des opérations d'urbanisme (quartiers nouveaux surtout), dont la desserte doit être assurée dès l'arrivée des habitants, comme en Suède ou en Allemagne.

Les conséquences des infrastructures de voirie sur l'environnement doivent aussi être appréciées au niveau d'un quartier. Un premier effet est celui de

(22) Cf. Pierre Merlin, *Incidence de la structure et de l'étendue du développement urbain sur le choix des modes de transport : le cas des grandes agglomérations*, Conférence européenne des ministères des Transports, 33^e table ronde, Paris, 1976, 60 pages.

coupure exercé par les infrastructures lourdes (autoroutes ou voies ferrées), voire par une avenue ou une ligne de tramway. Cet effet peut seulement être réduit par des passages piétonniers, en passerelle ou en souterrain. Par contre, les axes de transport peuvent aussi servir de repères visuels et, par là, contribuer à l'identité d'un quartier.

Il ne faut jamais oublier que les principaux bénéficiaires d'une infrastructure de transport ne sont pas nécessairement les habitants des quartiers qu'elle traverse, qui en supportent plutôt les nuisances. Pour éviter les réactions de rejet, qui se sont souvent produites (le train au milieu du XIX^e siècle, mais plus près de nous l'autoroute A 86 en banlieue ouest, par exemple), il faut discuter, expliquer les choix, sans pour autant confondre les intéressés et un groupe de pression particulier.

Transports et urbanisation dans les pays en voie de développement

Dans les villes des pays en voie de développement, les choix de transport peuvent avoir des conséquences importantes sur l'urbanisation. A l'inverse, « les structures urbaines peuvent être aménagées de manière à réduire le coût des transports et des autres éléments d'infrastructure, tout en facilitant l'accès aux lieux de travail et en améliorant les conditions d'existence ». Compte tenu de la très rapide évolution des villes des pays sous-développés, cette action sur les structures urbaines n'est pas seulement à long terme. A un horizon de dix ans, ces structures peuvent être profondément modifiées. Les choix de transport peuvent grandement y contribuer.

Les villes des pays en voie de développement sont, en général, fortement centralisées. Le centre des affaires est le point nodal du réseau de transports, ce qui contribue à un processus cumulatif. Les améliorations apportées au système de transport ne font, elles aussi, que renforcer la centralisation. Cette concentration présente des inconvénients en matière de transport :

- congestion dans le centre et sur les axes radiaux ;
- difficultés de circulation pour les véhicules commerciaux, souvent obligés de passer par le centre, même en transit, en raison de la disposition radiale des axes routiers ;
- rejet à la périphérie des quartiers d'habitat ;
- élévation des valeurs foncières et des loyers.

Elle présente, cependant, des avantages rarement soulignés :

- accès plus facile, les réseaux de transport en commun convergeant vers le centre unique ;
- facilité des relations à l'intérieur de la zone centrale.

La Banque mondiale et la plupart des observateurs penchent pour une structure polycentrique (qu'on rencontre par exemple à Los Angeles et dans une moindre mesure à Rio de Janeiro ou à New Delhi) et appellent de leurs vœux des réglementations limitant les possibilités de construction dans le centre.

Une meilleure utilisation des réseaux de transport, notamment par un équilibrage du trafic entre les deux sens, en est attendue. Ce polycentrisme permettrait également d'éviter la construction d'un métro, incompatible avec les ressources financières d'un pays en développement. Mais une telle politique présente aussi des inconvénients :

- le coût des équipements publics pour la création de centres périphériques risque d'être élevé ;

- la longueur des réseaux de transport nécessaires pour desservir plusieurs centres urbains et les relier entre eux risque d'être plus grande que dans le cas d'une ville monocentrique ; les fréquences risquent d'être plus réduites. Il semble que la structure polynucléaire, recommandée par la Banque mondiale, soit surtout adaptée au cas des très grandes agglomérations où elle peut constituer une alternative économique à la construction de transports lourds (métro).

Il semble en tout cas recommandable de :

- ne mettre en œuvre un renforcement de l'accessibilité du centre que parallèlement à des mesures visant à limiter son développement ;

- prendre des mesures de taxation à l'égard des activités centrales ; outre l'éventuelle taxation de la congestion de la circulation, il peut être envisagé de jouer sur le coût payé pour les services publics, et sur les impôts fonciers, voire d'instituer un impôt sur les entreprises installées dans les zones centrales ;

- planifier les quartiers nouveaux d'habitat, à distance modérée du centre et sur les axes de transport ;

- prévoir des zones d'activité à proximité de ces quartiers d'habitat ;

- construire des voies de rocade et des gares de marchandises pour éviter la circulation des camions dans le centre ;

- mettre en place, dans les quartiers d'habitat, des structures de voirie qui limitent la longueur des voies à revêtir et facilitent la circulation à pied et à bicyclette ;

- être prudent en matière de rénovation du centre, nécessairement coûteuse et qui conduit le plus souvent à sa densification.

L'impact des améliorations de transport sur les prix du terrain et des logements doit également être prévu : des mesures doivent être prises pour protéger les ménages à faible revenu, soit par des acquisitions foncières, soit par des mesures de protection des logements de ces catégories. Or c'est souvent l'inverse qui se produit, les autorités décidant d'un aménagement de transport ayant souvent partie liée avec les propriétaires fonciers, dont ils cherchent à valoriser les terrains.

Contrôle de l'utilisation des sols (par un plan d'urbanisme à jour et d'autres mesures d'intervention et de réglementation) (23), choix sélectif des investissements de transport pour orienter l'urbanisation et favoriser l'apparition de centres secondaires entourés de zones d'habitat dense, et taxation à leur juste prix des services publics dans le centre ville pour éviter sa densification et sa congestion sont des mesures à promouvoir simultanément et de façon coordonnée.

(23) C. Baehrel, R. Hennion, *Transports urbains dans les pays en développement*, Coopération et Aménagement, Paris, 1979, 117 pages.

Menées parallèlement à la réduction de la congestion automobile par tarification ou réglementation, elles devraient considérablement réduire les besoins en investissements lourds dans les transports urbains, dégageant par là même des ressources qui seront mieux utilisées pour promouvoir cette politique ordonnée de l'urbanisation et/ou pour développer les transports régionaux et nationaux, contribuant ainsi à un meilleur équilibre de l'aménagement général du pays, donc à une réduction des flux migratoires vers la ville principale.

Conclusion : les réseaux de transports façonnent le cadre urbain

Les conséquences des choix de transport sur l'environnement urbain sont donc considérables : consommation d'espace, nuisances et accidents générateurs de coûts sociaux, influence sur les formes de l'urbanisation. Sur tous ces plans, une limitation du rôle de l'automobile est apparue indispensable pour éviter l'asphyxie de la ville. Dans les pays en développement, le concept de coût social peut apparaître bien théorique et la réduction des nuisances non prioritaires, mais ces pays doivent économiser leurs ressources, notamment en devises et en énergie, ce qui les conduit aux mêmes conclusions.

L'impact des modes de transport sur l'environnement urbain est aussi qualitatif. Le style de vie quotidien n'est pas du tout le même dans une ville bâtie en fonction de l'automobile (Los Angeles ou Detroit, par exemple) et dans une ville où les transports en commun ont reçu la priorité (Stockholm) bien que le niveau de vie y soit comparable.

Dans les grandes villes américaines, dont les deux cas cités constituent des exemples extrêmes, tout est organisé en fonction de l'automobile : l'espace (les deux tiers sont consacrés à la voirie et au stationnement), les lieux ouverts au public (cinémas *drive in*, restaurants, banques, etc.). Une personne ne disposant pas d'une automobile est marginalisée, pratiquement privée d'un accès aux centres commerciaux, proches des échangeurs d'autoroutes et entourés de places de stationnement, aux équipements de la ville et même aux lieux de travail. La vie dans la rue est presque nulle. Un piéton, le soir, risque d'être interpellé par la police, tant son comportement paraît étrange. Même si le tempérament scandinave ne transforme pas Stockholm en une ville exubérante, l'organisation du métro et de l'urbanisme favorise les rencontres à tous les niveaux : au centre du quartier, où se trouvent les commerces, les écoles, les services et la station de métro ; au centre subrégional, où une gamme plus large de choix est offerte ; au centre de Stockholm, où toutes les lignes de métro se recourent.

Il est indéniable que l'organisation d'une ville en fonction de l'automobile favorise le repli sur la maison familiale. Elle encourage le développement des valeurs individuelles. Au contraire, les transports collectifs favorisent les occasions de contact, parfois aussi de confrontation et, de ce fait, développent plus les valeurs collectives.

L'enjeu urbanistique n'est donc pas comptabilisable : il déborde le champ du spatial pour atteindre celui du social, voire du politique.

Première partie / chapitre 5

Les transports et l'innovation

Aucun moyen de transport n'a, au départ, été conçu pour un usage strictement urbain. Dès lors, il n'est pas surprenant qu'aucun n'apparaisse spécifiquement adapté à la ville. Adapter la ville aux moyens de transport existants serait lourd de dangers, bien que certains urbanistes y aient songé, comme le montre l'exemple des villes américaines développées en fonction de l'automobile (Los Angeles). Est-il possible, à l'inverse, de concevoir de nouveaux moyens de transport en fonction d'un usage urbain, ou à tout le moins d'améliorer à cette fin les moyens existants ?

Le mythe des technologies nouvelles

L'automobile assure un service de très bonne qualité pour l'utilisateur (confort, disponibilité, intimité, rapidité relative...) mais peu rentable pour la collectivité (infrastructures coûteuses, forte consommation d'espace, coûts sociaux élevés). Les transports en commun sont plus efficaces (capacité, économie en espace et en infrastructures, sécurité élevée, nuisances réduites), et cependant moins agréables pour l'utilisateur. Les voies de recherche les plus prometteuses semblaient être, soit d'adapter l'automobile à la ville en la rendant plus efficace, soit de personnaliser le service offert par les transports en commun. Ce n'est pas exactement la voie suivie par les techniciens qui ont d'abord cherché à mettre au point des transports en commun plus rapides (ce qui concernait plutôt les liaisons interurbaines) ou à plus forte capacité.

Transports à grande vitesse

La recherche de la vitesse devait d'abord conduire à envisager l'emploi des transports aériens à travers l'hélicoptère (1), la troisième dimension pouvant,

(1) Une desserte horaire existe, en France, entre l'héliport d'Issy-les-Moulineaux et les aéroports d'Orly et de Roissy. (Son tarif est de 350 F en 1985 et de 450 F pour une liaison directe d'aéroport à aéroport).

d'après les futuristes, résoudre les problèmes de capacité. La sécurité (météorologie, couloirs de vol) et son coût très élevé (de l'ordre de dix fois celui des transports au sol) limitent en pratique son usage aux situations où le coût n'intervient plus : usages militaires, secours en mer ou en montagne, transport de personnalités ou, à la rigueur, liaisons entre aéroports pour hommes d'affaires.

Quant aux transports terrestres, deux voies principales ont été suivies et ont donné lieu à des prototypes.

o L'**aérotrain** français des années soixante (Bertin), puis l'**hovertrain** anglais (Cockerell) reposent sur le principe (avancé dès 1865 par le Français Girard) de la sustentation et du guidage par coussins d'air. Mais c'est la propulsion qui pose problème : une turbine d'avion entraînant une hélice fut utilisée sur les prototypes et, pour un usage urbain, il fallait surtout mettre au point un moteur électrique à induction linéaire (le véhicule ne touchant pas le sol, il ne peut recevoir l'énergie électrique que par un procédé d'induction électromagnétique), ce qui ne fut pas possible pour des vitesses élevées. La ligne La Défense-Cergy-Pontoise, pour laquelle la technique de l'aérotrain avait été retenue, en 1971, par le Gouvernement dut finalement être réalisée en technique classique, après la révision du projet en 1974.

o Le **train à sustentation magnétique** utilise la sustentation et le guidage magnétiques (quatre aimants sous le véhicule agissent par réaction sur les rails latéraux) tandis que la propulsion est assurée par un moteur électrique linéaire.

Les applications de ces techniques de grande vitesse semblent limitées :

— pour les liaisons interurbaines, l'impossibilité d'installer des aiguillages ne permet pas de réaliser des réseaux complets et il n'y a pas compatibilité avec les réseaux ferrés traditionnels ; pour ces raisons, pour les liaisons à grande vitesse Paris-Lyon puis Paris-Atlantique, on leur a préféré la technique ferroviaire classique qui, avec des lignes dessinées en conséquence, permet aussi des grandes vitesses (TGV) ;

— pour les liaisons urbaines, la vitesse n'a d'intérêt que si le temps gagné n'est pas reperdu par des arrêts trop fréquents ou par les trajets terminaux ; seules les liaisons directes et sans changement sont donc intéressées, ce qui ne peut concerner finalement que des liaisons centre-aéroport ou centre principal-centre secondaire. Mais de telles liaisons ne pourraient être réalisées, en termes d'investissement, qu'au détriment des liaisons classiques assurant la desserte quotidienne des banlieues. De même, les « percées », c'est-à-dire l'espace physique pour pénétrer dans le centre, sont en nombre limité. Il apparaît préférable de réserver les crédits et les percées aux liaisons ferroviaires classiques qui peuvent seules répondre aux besoins des usagers quotidiens : les dessertes rapides, n'ayant peu (ou pas) de stations intermédiaires, ne les concernent guère.

Transports continus

La recherche d'une capacité très élevée, supérieure aux quelque 60 000 voyageurs par heure dans chaque sens que permet un métro moderne comme le RER parisien (ce chiffre est même dépassé sur le métro de Moscou), a conduit à rechercher une utilisation « en continu » des infrastructures et, en particulier, des tunnels du métro. Il a été imaginé un train indéfini dont la capacité pourrait atteindre en théorie quelque 600 000 voyageurs par heure dans chaque sens.

Un tel système peut être conçu de plusieurs manières :

— des bandes parallèles à la voie à des vitesses intermédiaires : ce système est encombrant, peu sûr et ne permet donc que des vitesses limitées ;

— la bande intermédiaire peut être unique et elle-même accélérée de l'arrêt à la vitesse du transport continu (système Taylor) ;

— les véhicules peuvent ralentir en stations, mais la capacité est alors réduite dans le rapport entre la vitesse en ligne et la vitesse en stations, ce qui ôte son intérêt principal au système (Stephens-Adamson-Carveyor expérimenté aux Etats-Unis) ;

— le système conçu par Batelle (Genève) et fabriqué par Dunlop, le Speedaway, comporte un chargement de passagers par un escalier mécanique perpendiculaire à la voie, chaque place de cet escalier recevant une accélération longitudinale qui l'amène à la vitesse du transporteur continu lorsqu'il est en contact avec celui-ci. Un prototype (à 16 km par heure) a été réalisé mais, pour une vitesse plus élevée, les problèmes de sécurité et d'encombrement spatial rendent le système très coûteux ;

— l'AT 2000 (société Matra) est un train indéfini dont certaines voitures (le chargeur) sont programmées pour quitter la rame, ralentir, s'arrêter en stations puis rejoindre, avec de nouveaux passagers, la rame. En pratique, plus qu'une rame continue, la société Automatismes et Technique, qui a réalisé une maquette, utilise des rames discontinues comportant un « transporteur » qui ne s'arrête pas et un « chargeur » qui, après un arrêt en station, rejoint un autre transporteur : cette version, tout en nécessitant une automatisation complète, fait perdre le bénéfice de la capacité élevée ; seul subsiste l'avantage second d'un gain de temps grâce au parcours sans arrêt intermédiaire pour les passagers. Le système a fait l'objet de plusieurs prototypes, construits par Matra depuis 1973 sur l'aéroport d'Orly, sous le nom d'Aramis. Une ligne commerciale est envisagée par la RATP sur la « petite ceinture » sud de Paris, avec correspondances avec le métro.

En fait, aucun de ces systèmes n'assure à la fois :

— la sécurité indispensable ;

— l'automatisme absolu ;

— le maintien du principe du transporteur continu, condition d'une capacité supérieure à celle du métro classique ;

— l'économie d'espace nécessaire dans le centre des villes.

A vrai dire, ce n'est que dans l'hypercentre (dans un rayon de 3 km environ) des très grandes agglomérations (au moins 5 millions d'habitants) et

sur quelques axes seulement que les capacités des métros classiques sont insuffisantes. Faute d'avoir effectué ce constat, les concepteurs de transporteurs continus se sont condamnés à une utilisation exceptionnelle (expositions) ou à l'abandon du principe même de la continuité à vitesse élevée (Aramis, Stephens, Adamson) (2).

Les fausses innovations

A côté de ces innovations technologiques réelles, mais dont le rôle restera très limité en ce qui concerne les transports urbains, il faut mentionner quelques « fausses innovations », soit qu'elles aient déjà été rejetées dans le passé, soit qu'elles n'apportent aucun élément significativement nouveau aux technologies classiques :

- **Les monorails.** En fait, le principe en est aussi ancien que le chemin de fer (système Palmer expérimenté dès 1820). Que le monorail porte le véhicule (système allemand Alweg, utilisé notamment pour la desserte de l'ancien aéroport de Tokyo, mais aussi le système français Lartigue, utilisé en Irlande de 1887 à 1924, etc.) ou que celui-ci soit suspendu (monorail de Wuppertal, construit en 1900 et toujours en service, prototype Safège construit à Châteauneuf-sur-Loire, projet américain du Rotocar), le monorail ne présente aucun avantage par rapport à un métro classique (le gain d'encombrement au sol, avancé pour le monorail sur pylônes, peut être obtenu pour un métro classique), et s'est révélé plus coûteux, dans le cas du tronçon Charenton-Créteil, que le métro classique. Il pose en outre des problèmes techniques supplémentaires (aiguillages et, pour le monorail suspendu, balancement des rames et problèmes en cas d'évacuation d'urgence).

- **Les cabines suspendues** selon le principe du téléphérique, qu'il s'agisse de cabines de capacité réduite (10 personnes environ : Poma 2000, Télémail) ou plus élevée (50 à 100 personnes : aérobis, Swish), ne permettent que des capacités limitées (de l'ordre de 5 000 voyageurs par heure par sens) pour des vitesses théoriquement comparables à celles d'un métro (en fait, plutôt à celles d'un tramway). Leur encombrement et leur fiabilité (en cas de vent, par exemple) limitent leur intérêt par rapport à un tramway de capacité comparable ;

- **Les véhicules urbains sur coussin d'air**, notamment le système Urba 30 de M. Barthallon, composé de véhicules suspendus de 30 passagers et le Personal Transit System d'Otis (tous deux propulsés par un moteur électrique linéaire), offrent des capacités limitées (respectivement 10 000 et 3 600 au maximum), comparables à celle d'un tramway et posent des problèmes techniques (moteur linéaire, aiguillage) ; ils n'apportent donc aucun élément nouveau par rapport à une ligne de tramway, si ce n'est la possibilité, pour le PTS, d'un service

(2) Pour plus de détails sur les transports continus, cf. J.R. Fradin, « Les technologies nouvelles de transport », *Cahiers de l'IAURP*, vol. 26, février 1972, 56 pages ; vol. 27, mai 1972, 48 pages ; ainsi que les suppléments de la même publication *Transports nouveaux de 1972 à 1977*, n° 29 à 46.

personnalisé direct de la station de départ à la station de destination (mais les automatismes et les aiguillages par système magnétique n'ont pas été testés). (Cette possibilité de service personnalisé existe aussi, théoriquement, sur le Poma 2000 et sur un système classique de sustentation sur pneumatiques, l'Airtrans, qui assure la desserte intérieure de l'aéroport de Dallas depuis 1974.)

Les améliorations fondamentales

Si les technologies nouvelles ne semblent guère susceptibles de bouleverser l'offre de transport urbain, peut-être certaines améliorations des modes existants sont-elles à même d'avoir un impact plus important. Ces améliorations peuvent être essentiellement techniques ou au contraire porter sur la façon d'utiliser des moyens de transport déjà connus.

Des améliorations techniques

Les améliorations techniques ont surtout concerné l'automobile, visant à l'adapter à la ville, en augmentant sa capacité et sa sécurité ou en supprimant ses nuisances.

Le guidage automatique des automobiles vise à assurer, à la fois, une plus grande capacité et une meilleure sécurité. Etudié depuis plus de trente ans aux Etats-Unis et en Angleterre, il peut être considéré comme techniquement au point. Le guidage est assuré par un câble électrique enfoui sous la chaussée qui induit un champ magnétique reçu par deux antennes symétriques placées à l'avant du véhicule : si les signaux sont inégaux, le véhicule est automatiquement redressé. La régulation automatique de la vitesse est assurée par la mesure du temps écoulé entre des signaux émis par des courants induits par le passage du véhicule au-dessus de cadres métalliques enfouis sous la chaussée. Le coût élevé de l'équipement du véhicule (environ 10 000 francs) et surtout de l'aménagement de la chaussée (500 000 francs par kilomètre et par piste) ainsi que des problèmes techniques aux carrefours expliquent qu'on n'ait pas utilisé un procédé qui pourrait être intéressant sur autoroute, encore qu'il semble que le gain de capacité ne soit important que si les véhicules sont de même type, au moins de même longueur.

Cela a conduit à pousser plus loin la recherche de l'automatisation et de la standardisation avec les véhicules bi-modes, pouvant circuler à la fois sur la voirie normale, en conduite manuelle, et, regroupés, sur une voie guidée, en conduite automatique (le passage de l'un à l'autre s'effectuant aux stations de la voie guidée).

Tous deux d'origine américaine, le StaRRcar, proposé par la société Alden et l'Urbmobile, développé par le CAL (Cornell Aeronautical Laboratory) (qui ont

travaillé ensemble), n'ont jamais fait l'objet que d'études théoriques. Ils retenaient des petits véhicules (4 places) ayant un double système de propulsion et de guidage, pour les deux types de voirie :

- moteur à essence et pneumatiques pour la voirie banale ;
- moteur électrique rotatif à induction et roues à boudins métalliques (jumelées aux autres roues) pour la voie guidée.

La capacité de la voie guidée, d'abord annoncée comme quatre fois plus élevée que celle d'une voie d'autoroute, ne semblait pas devoir lui être très supérieure. C'est ce qui a empêché le développement du système, par ailleurs complexe et coûteux.

En conséquence, les recherches se sont plutôt concentrées sur les autobus bi-modes. La voie peut être soit une voie ferrée, les autobus circulant comme des trains à l'aide de boggies et de roues en fer (un bus par minute, soit 3 000 passagers à l'heure) et pouvant à l'aide de roues à pneumatiques poursuivre leur trajet sur la voirie ordinaire (système General Motors Corporation-Fairmont) ; soit une voie d'autoroute équipée d'une rainure de guidage pour un bras mobile (un bus toutes les 12 secondes, soit 15 000 voyageurs à l'heure : système Throughways) ; soit encore une voie de métro sur pneumatiques, les trains pouvant quitter la voie pour rouler sur la voirie ordinaire (Strada Guidata italienne). Le système Throughways semble le plus intéressant, à condition de bien résoudre les problèmes d'entrée et de sortie des autobus. De plus, la capacité qu'il offre peut être obtenue par une simple voie d'autoroute réservée aux autobus.

Le véhicule électrique a été essentiellement étudié pour répondre aux problèmes de nuisances (bruit et pollution) engendrés par le moteur à explosion. Il peut — mais ce n'est en rien nécessaire — être associé au développement d'un petit véhicule destiné à un usage urbain et être utilisé de façon banalisée. Le principal problème technique est celui de l'alimentation. Les accumulateurs ont l'inconvénient d'être lourds (ce qui limite les performances du véhicule) et de ne permettre qu'une autonomie limitée (100 kilomètres au maximum). Ces deux contraintes conduisent à un véhicule d'usage strictement urbain avec recharge quotidienne. Les piles à combustible (à basse température de type hydrogène-oxygène ou à combustible dissous), qui permettraient de s'affranchir de ces deux contraintes (malgré les recherches menées en France par l'IFP et Alstom-CGE entre 1965 et 1975) restent très coûteuses, de faible puissance et ne sont pas produites industriellement. On ne peut donc, pour longtemps encore, utiliser que des accumulateurs, la meilleure solution semblant être le couplage utilisé au Japon, d'un accumulateur cadmium-nickel fournissant la puissance d'accélération et d'un accumulateur au plomb produisant la puissance utilisée constamment.

Pour toutes ces raisons, le domaine d'utilisation du véhicule électrique ne concerne que quelques secteurs limités :

- véhicules de service internes à une entreprise ou à un équipement (golf), etc. ;
- voiturette urbaine (2 places, 50 km à l'heure) : de tels modèles existent (certains sont commercialisés) aux Etats-Unis, au Japon, en Italie, en France, etc. ;

— véhicules utilitaires spécialisés : voitures postales ou de livraison, bennes à ordures ménagères, qui, toutes, effectuent un trajet quotidien régulier et limité et peuvent être rechargées la nuit.

Jusqu'à présent cependant, ces innovations technologiques fondamentales, dont certaines remontent à vingt ans déjà, sont restées au stade du prototype ou de l'expérience marginale. Il est douteux qu'elles puissent bouleverser, d'ici à la fin du siècle, les données des transports urbains.

Autres modes d'utilisation des transports classiques

La seconde famille d'améliorations, celles qui portent sur le mode d'utilisation des moyens de transport classiques, sont peut-être plus susceptibles d'apporter des nouveautés sensibles à l'éventail de choix actuel. Elles ont concerné avant tout l'automobile, visant à accroître son efficacité en réduisant ses dimensions (véhicule urbain) ou en augmentant son taux d'occupation (véhicule banalisé). Des idées un peu similaires ont aussi été appliquées au taxi, à l'autobus, etc.

Le **véhicule urbain** est une petite automobile biplace (94 % des automobiles circulent en ville avec une ou deux personnes à bord) conçue exclusivement pour la circulation urbaine. Si des modèles de ce type ont parfois existé (Isetta, Vespa 400) ou s'en sont rapprochés (Fiat 500, Austin Mini), aucun grand constructeur n'a lancé de façon durable et à vaste échelle, un tel modèle (Renault n'a pas donné suite à un projet de R2 urbaine), car le marché apparaissait trop étroit. Limité à la population des grandes villes, il ne peut concerner que la deuxième (voire la troisième) voiture du ménage : or, les habitants des centres villes sont peu motorisés (5 % de ménages avaient deux voitures à Paris en 1976 (3), contre 15 % en banlieue). La généralisation d'un véhicule urbain comme deuxième voiture poserait des problèmes importants de stationnement résidentiel. L'intérêt pour ceux qui en disposent est limité : la largeur des voies de circulation et la dimension des places de stationnement restent fixées pour les véhicules classiques.

Seules des mesures des pouvoirs publics pour avantager le véhicule urbain, par rapport aux autres véhicules, pourront créer un marché suffisant pour qu'un grand constructeur s'intéresse à sa production en grande série : emplacements de stationnement réservés, droit exclusif de circulation dans certaines rues, utilisation des voies d'autobus, fiscalité plus légère (pas de vignette), etc. Jusqu'à présent, les pouvoirs publics n'ont pas envisagé de telles mesures d'incitation et n'y ont été poussés ni par les constructeurs, ni par l'opinion publique. Là réside, sans doute, le principal obstacle.

Le **véhicule banalisé** innove dans le temps plus que dans l'espace. Il garde l'idée qu'une automobile n'est utilisée qu'une heure par jour en moyenne. Si plusieurs utilisateurs peuvent l'employer successivement, comme un « taxi

(3) Dernier chiffre connu, en raison de la longueur des délais de dépouillement des recensements et des enquêtes.

sans chauffeur», en quelque sorte, l'espace de stationnement utilisé sera considérablement réduit. Ces véhicules, accessibles dans des stations spécialisées ou le long des trottoirs, seraient empruntés, chacun payant par un procédé *ad hoc* (jetons, par exemple), et le laissant à destination, prêt à être utilisé par un autre usager ou à être récupéré par la société exploitante. Pour être crédible, cette solution suppose un nombre élevé de véhicules (100 000 à 200 000 pour Paris), donc un investissement (véhicules, stations, etc.) très important. La nature même du système interdit un essai limité. Quelques expériences ont eu lieu : à Montpellier, avec des Simca 1000, l'échec a été causé par un manque de contrôle des véhicules et le faible nombre d'utilisateurs rebutés par un coût voisin de celui du taxi. A Amsterdam, l'expérience menée avec des véhicules urbains électriques, un tarif modéré et un meilleur contrôle des véhicules (les Witcars), ne fut pas prolongée : la limitation à trois stations rendait ces véhicules peu attractifs.

En fait, la voiture banalisée ne peut être envisagée qu'à grande échelle et pour un usage urbain. Encore faut-il que le stationnement du véhicule familial classique soit préservé et que les avantages en matière de circulation et de stationnement consentis par les pouvoirs publics aux véhicules banalisés soient précisés.

Le **covoiturage** (*car pool* des Américains) consiste, pour des usagers, à se regrouper pour employer quotidiennement le même véhicule conduit par l'un d'entre eux. Cela suppose qu'ils résident et travaillent dans le même quartier et aient des horaires de travail identiques, ce qui limite la portée de ce procédé pour l'essentiel aux salariés d'une même entreprise. Le véhicule peut appartenir à l'un des usagers, à leur entreprise ou être loué. Ce système très économique est assez répandu aux Etats-Unis. Lorsque le véhicule appartient à l'entreprise, c'est en quelque sorte une version plus souple et plus agréable du ramassage des salariés en autocar.

Le **taxi collectif** repose sur une idée similaire : regrouper, dans un seul véhicule, plusieurs usagers. Cela se pratique beaucoup dans certaines villes du Tiers Monde (Istanbul, Téhéran, Mexico, etc.). Le taxi suit un itinéraire général (grand axe de circulation), dont il peut éventuellement s'écarter un peu. Le système peut être modernisé par un équipement de contact électronique entre le conducteur et les clients éventuels postés sur le trottoir permettant de faire connaître, par exemple, la destination. Sous sa forme rustique, ou sous sa forme électronique, un tel système ne peut cependant résoudre les problèmes des flux massifs de migrants quotidiens.

Appliqué aux autobus, ce principe conduit à l'autobus à la demande qui peut être appelé par téléphone : c'est le **busphone** (le même système peut fonctionner avec des taxis). Plusieurs villes américaines, anglaises et françaises — Saint-Cloud et les villes du confluent Seine-Oise (Conflans-Sainte-Honorine, Maurécourt, Andrézy) ont choisi l'appel par téléphone, Angers l'appel à partir de bornes-appels — ont adopté ce système qui est très souple pour l'usager (mais avec des attentes parfois longues), comme pour l'exploitant (l'autobus peut, par exemple, servir pour le ramassage scolaire et être utilisé en busphone dans la journée), mais très coûteux car sophistiqué (le prix de revient avoisine

celui du taxi). L'exploitation par les collectivités territoriales de ces services est d'ailleurs très déficitaire.

Une autre amélioration de l'utilisation de l'autobus, déjà évoquée, vise à améliorer sa vitesse en l'affranchissant de la congestion de la circulation : elle consiste à réserver, sur la voirie, un **site propre à l'autobus**.

Ce principe peut recevoir diverses applications :

- les voies réservées pour autobus dans le centre ville ou sur les axes radiaux (à Paris depuis 1964) supposent un regroupement de lignes assez nombreux (il faut environ un autobus par minute pour que le nombre de passagers transportés dépasse celui des automobiles exclues de la voie) ou l'ouverture à d'autres véhicules : taxis (comme à Paris, mais n'est-ce pas un privilège offert à ceux qui peuvent s'offrir celui-ci ?) ou véhicules urbains ;

- les voies réservées sur autoroutes ;

- le site propre intégral, qui consiste à construire une voirie spéciale pour l'autobus, a été expérimenté dans des villes nouvelles (Runcorn en Angleterre, Evry en France), mais est très consommateur d'espace ; l'autobus peut aussi utiliser une voie existante, le séparant matériellement du reste du trafic comme dans la banlieue de Paris ;

- les rues réservées aux piétons et aux autobus dans le centre ville, expérimentées notamment à Besançon depuis 1974.

Mais l'autobus en site propre diffère peu du tramway. Ce mode de transport, presque abandonné en France entre 1930 et 1970, connaît, à juste titre, un regain d'intérêt sous la forme du **tramway moderne** qui circule largement en site propre intégral, avec des passages souterrains sous les principaux carrefours ou une priorité aux feux tricolores. Sa capacité, avec des rames de plusieurs voitures, peut atteindre 10 000 voyageurs par heure dans chaque sens. Après de nombreuses villes allemandes, belges, néerlandaises, plusieurs villes françaises ont décidé de créer (Nantes, Strasbourg, Grenoble) ou de moderniser (Saint-Etienne) des réseaux de tramways. C'est sans doute une solution d'avenir pour les villes moyennes (100 000 à 1 million d'habitants) et pour certains axes complémentaires (rocares en particulier) des grandes agglomérations (plusieurs lignes sont en projet dans la banlieue de Paris).

Le tramway moderne peut, d'ailleurs, être conçu comme une solution intermédiaire permettant une transformation ultérieure en métro : c'est le principe du **prémétro** de Bruxelles.

Enfin une dernière voie pour l'amélioration des moyens de transport existants, la plus prometteuse peut-être, consiste à associer des innovations technologiques avec des innovations concernant leur utilisation. C'est là l'idée des **transports en commun personnalisés** qui cherchent à donner à des transports en commun guidés certains des avantages reconnus de l'automobile : disponibilité, souplesse des trajets grâce à de nombreux aiguillages commandés par l'utilisateur lui-même, voire intimité par l'emploi de petites cabines ou de petites voitures. Mais aucun des systèmes de ce type, qui ont été proposés, n'a fonctionné dans des conditions d'exploitation commerciale. Tout permet de penser par ailleurs qu'un tel système serait très coûteux.

Conclusion : la véritable innovation ne passe pas par des technologies nouvelles

Le tableau qui vient d'être brossé peut paraître quelque peu pessimiste. Il ne laisse pas présager, dans un avenir prévisible, même à long terme, de révolution technique dans le domaine des transports urbains analogue à celle qu'a connue le XIX^e siècle. Les pouvoirs publics, au début des années soixante-dix, ont eu tendance à laisser croire le contraire. Quoi qu'il en soit, aujourd'hui, les illusions sont un peu partout dissipées.

Cela ne veut pas dire que l'innovation n'ait aucun rôle à jouer dans ce secteur. Les techniques d'automatisation, l'informatisation de la gestion et de l'utilisation du matériel roulant, l'amélioration des matériels, la réduction des nuisances constituent, entre autres, des domaines où des progrès importants et réalisables restent à faire. Mais, comparés aux autres enjeux, sociaux, économiques, écologiques et « urbanistiques », les enjeux techniques apparaissent à la fois comme les plus aisés à cerner et ceux où le risque d'erreurs est le moins grand.

Ici encore, la situation particulière des pays en voie de développement appelle quelques remarques particulières. Ces pays ne peuvent guère nourrir l'espoir d'apporter par eux-mêmes des innovations techniques importantes. Puisque, dans les pays développés, aucun saut technologique n'est prévisible, ils ne peuvent non plus espérer, comme c'est le cas dans d'autres domaines, profiter d'un tel saut pour économiser une étape du développement de leurs réseaux de transport urbain. En revanche, des solutions qui paraissent ailleurs artisanales ou archaïques peuvent être adaptées à leur situation. C'est le cas de ces véhicules divers, initialement conçus pour un tout autre usage, et qui sont employés comme moyens de transport en commun et dits informels parce qu'ils ne sont pas organisés à l'initiative des pouvoirs publics. Là aussi, ce sont plus les innovations concernant le mode d'utilisation de ces moyens de transport qui sont susceptibles d'améliorer sensiblement la situation.