

DIX-SEPTIÈME TABLE RONDE

(1-3 mars 1972)

RAPPORT DE LA DIX-SEPTIÈME TABLE RONDE

D'ÉCONOMIE DES TRANSPORTS

tenue à Paris, sur le thème :

**influence des infrastructures
existantes de transport
sur le choix de techniques propres
à assurer des liaisons modernes
urbaines et suburbaines**

RAPPORT DE LA DIX-SEPTIÈME TABLE RONDE
D'ÉCONOMIE DES TRANSPORTS

tenue à Paris, sur le thème :

**influence des infrastructures
existantes de transport
sur le choix de techniques propres
à assurer des liaisons modernes
urbaines et suburbaines**

(1-3 mars 1972)

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	I
LISTE DES PARTICIPANTS	III
INFLUENCE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES DE TRANSPORT SUR LE CHOIX DE TECHNIQUES PROPRES A ASSURER DES LIAISONS MODERNES URBAINES ET SUBURBAINES	
MM. J. MEISE et M. WEGENER	1
SYNTHESE DE LA DISCUSSION (Débat de la Table Ronde sur le rapport)	99

INTRODUCTION

Ainsi qu'il convient dans un document qui analyse les problèmes de l'innovation en matière de transports urbains, le rapport d'introduction à la 17ème Table Ronde de la CEMT présente le sujet sous un jour nouveau.

On s'accorde de plus en plus à reconnaître que les transports publics urbains méritent de retenir particulièrement l'attention en raison de la forte incidence que la présence ou, plus exactement, l'absence d'un service compétitif et rentable de transports publics exerce sur le développement général des zones urbaines. L'un des principaux phénomènes que l'on ait observé sur le plan démographique au cours des années qui ont précédé la dernière guerre, c'est la dispersion de la population des grandes villes d'Europe, sauf à Paris, cette population tend à s'éloigner du centre des agglomérations pour rechercher un agrément d'existence qui corresponde mieux aux conceptions actuelles. Or il semble que, dans les grandes villes, les transports privés ne peuvent faire face aux exigences qui résultent de cette évolution en matière de transport. Il est donc nécessaire de déterminer dans quelle mesure on peut élaborer un système de transports publics capable de répondre à ces besoins et assurer cependant la rentabilité. Les auteurs du rapport d'introduction n'avaient pas la prétention de résoudre ce problème; ils se proposaient plutôt de définir les fondements d'un système permettant d'évaluer les caractéristiques techniques de diverses options. Les délibérations de la Table Ronde ont mis en lumière certaines complexités inhérentes à la planification urbaine, et les participants ont souligné à maintes reprises les problèmes immédiats qui requièrent une solution. Toutefois, cette discussion a aussi confirmé la nécessité de prendre du

recul par rapport aux problèmes actuels et de considérer la situation dans une perspective plus large et à plus long terme. Si pressants que soient les besoins actuels, on doit se demander si nous avons le droit de prendre des décisions qui risquent d'engager l'évolution pendant la première partie du siècle à venir. A cette question, on peut répondre par l'affirmative, Assurément la flexibilité se paie, mais si cette question peut-être examinée et si les diverses éventualités ont été quantifiées aussi objectivement que possible, les participants à la réunion auront atteint leurs objectifs.

La CEMT tient à remercier M. Stewart Joy, Président de la réunion, pour la compétence avec laquelle il a dirigé le débat sur un problème aussi complexe. Le Président a bénéficié du concours des participants et bien entendu, de l'aide que constituait l'excellent rapport d'introduction. A tous ceux qui ont participé à la Table Ronde, la CEMT présente ses remerciements.

LISTE DES PARTICIPANTS

Dr. Stewart JOY
Chief Economist
British Railways Board
222 Marylebone Road
LONDON NW1 (Royaume-Uni)

Président

M. J. MEISE, Dipl. Ing.
Battelle-Institut e.V.
Am Römerhof 35
6 FRANKFURT/Main 90 (Allemagne)

Rapporteur

Dr. W. HASSELMANN
Abteilungsleiter
Battelle-Institut e.V.
Am Römerhof 35
6 FRANKFURT/Main 90 (Allemagne)

Rapporteur
(représentant
M. WEGENER)

Mr. S. CAMP
Directeur
Göteborgs Spärvägar
Alströmergatan 4
GOTEBORG 1 (Suède)

M. J. CHAPPERT
Ingénieur des Ponts et Chaussées
Service Régional de l'Équipement
23, Rue Miollis
PARIS (15°) (France)

M. O.A. GOICOECHEA
Ingénieur Civil
Paseo Pinto Rosales 54
MADRID (Espagne)

M. E. JACOBS
Transporteconomist
Vlaams Economisch Verbond
Kastanjelaan 2
1700 ASSE (Belgique)

M. H. KAISER
Civil Engineer
Centrum voor Vervoersplannen
Willem Dreeslaan 16
UTRECHT (Pays-Bas)

M. G. SCIARRONE
Centro Studi sui Sistemi di Trasporto
Via Luccullo, 8
00187 ROMA (Italie)

M. S. SIMONOVIC
Conseiller
Institut "Kirilo Savić"
51, Vojvode Stepe
BELGRADE (Yougoslavie)

Dr. W. STERTKAMP
Bundesbahndirektor
Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn
Friedrich-Ebert-Anlage 43/45
6 FRANKFURT/Main 1 (Allemagne)

Dr. W. STOCKMANN
Bereichsleiter
METRA DIVO Beratungen GmbH
Hanhstr. 40
6 FRANKFURT/Main-Niederrad 1 (Allemagne)

Mr. D.J. WAGON
Operational Research Officer
London Transport
Transad House
Leicester Square Station
LONDON WC2H 7AB (Royaume-Uni)

MM. A. DE WAELE	}	Secrétariat
J.H. REES		

INFLUENCE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES DE TRANSPORT
SUR LE CHOIX DE TECHNIQUES PROPRES
A ASSURER DES LIAISONS MODERNES URBAINES ET SUBURBAINES

J. MEISE et M. WEGENER

Battelle-Institut e.V.

Frankfurt/Main

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	4
RESUME	5
I. LA SITUATION ACTUELLE DES TRANSPORTS URBAINS	10
1. Evolution et retard des structures urbaines	10
2. Evolution des transports urbains	11
3. L'infrastructure des transports urbains	13
4. L'infrastructure actuelle des transports urbains : ses caractéristiques	17
4.1. Evolution des systèmes de transport urbain	18
4.2. Les systèmes actuels de transport urbain	20
4.2.1. Systèmes équipés d'un dispositif fixe de guidage	22
4.2.2. Systèmes dépourvus de dispositif fixe de guidage	24
4.2.3. Systèmes de transport aérien	26
4.3. La résistance au changement et le "coût du changement"	27
4.3.1. Les résistances technologiques	28
4.3.2. Les résistances opérationnelles	32
4.3.3. Les résistances institutionnelles	34
4.3.4. La résistance au changement et ses conséquences économiques	37
5. Le problème des transports urbains	43
5.1. La nécessité du changement et le "coût de l'inertie"	43
5.2. Insuffisance de la planification actuelle des transports	48

<u>SOMMAIRE</u> (suite)	Page
II. CE QUI POURRAIT ETRE : CHOIX ET OPTIONS	50
1. Les objectifs du choix	50
2. Les options possibles	51
2.1. Modifications de la demande	52
2.1.1. Planification urbaine	52
2.1.2. L'étalement des heures de pointe	54
2.1.3. Restrictions légales, prix et fiscalité	54
2.1.4. Transformation des habitudes, évolution sociale	55
2.2. Modification de l'offre	55
2.2.1. Modifications technologiques	56
2.2.2. Modifications opérationnelles	56
2.2.3. Modifications institutionnelles	61
2.2.4. Changement de système	61
3. Contraintes s'exerçant sur le choix	63
3.1. Coût du changement du point de vue des composants	63
3.2. Coût du changement du point de vue des systèmes	67
3.3. Coût des options	68
4. Conclusion : Influence de l'infrastructure actuelle des transports sur le choix de nouvelles options dans ce domaine	76
III. RECOMMANDATIONS	78
1. Les différentes étapes de la décision	80
2. Planification évolutive	84
3. Une conception souple	88
4. Recherche et expérimentations	89
<u>ANNEXES</u>	95

INTRODUCTION

Le présent rapport, qui a été établi à l'occasion de la 17ème Table Ronde, était destiné à servir de cadre aux débats. Il ne pouvait être question, dans un tel document, de pousser tous les raisonnements jusqu'à leur conclusion logique ni d'étudier à fond un problème aussi important. Les auteurs ont préféré mettre en lumière quelques-uns de ses aspects et les replacer dans un ensemble plus vaste, celui de la planification des transports urbains.

Ce rapport débute par un examen rapide de la situation actuelle des transports ; l'analyse des systèmes actuels de transports urbains fait ressortir leur résistance au changement et ce qu'il faut payer pour surmonter cette résistance ; autrement dit le "coût du changement". Ce coût est ensuite confronté au besoin de changement et au "coût de l'inertie" c'est-à-dire au prix dont il faut payer l'absence de toute mesure visant à modifier le système de transport.

Dans la deuxième partie, les auteurs examinent les choix et les options que comporte nécessairement la planification des transports. Après avoir analysé les contraintes qui pèsent sur ces choix, ils énoncent certaines conclusions concernant l'influence qu'exercent en cette matière les infrastructures actuelles.

Dans la troisième partie, on trouvera des recommandations fondées sur l'analyse précédente. Elles ont pour objet de mieux intégrer dans la planification des transports urbains les notions de temps, d'évolution et d'incertitude.

RESUME

Les grandes villes ont accumulé avec le temps une quantité énorme d'"enclaves" structurelles, de services d'utilité publique et de moyens de communication ou de transport ; ces immobilisations qui représentent d'importants capitaux, ont une très longue durée. Toute tentative visant à modifier la structure urbaine se heurte à des résistances et coûte très cher. C'est pourquoi des déséquilibres se produisent entre une demande en constante évolution et l'offre de services urbains (I.1). Cette situation est particulièrement frappante aujourd'hui dans le domaine des transports urbains ; elle pourrait même aller en s'aggravant, car les facteurs socio-économiques, technologiques et institutionnels liés aux transports évoluent rapidement (I.2).

Le terme d'"infrastructure des transports urbains" désigne les voies de transport et les points de croisement, les aménagements fixes et les véhicules, aussi bien que les moyens et les procédures d'exploitation, et les diverses formes que peut prendre leur environnement institutionnel. Cette infrastructure a elle-même des effets externes importants : elle agit sur la structure des zones urbaines et influe sur la qualité de la vie urbaine. Comme le mécanisme des prix ne peut fournir de ressources à l'infrastructure des transports urbains, il faut que les décisions des pouvoirs publics en matière de dépenses viennent se substituer au marché ou compléter son action (I.3). Les systèmes actuels de transports urbains répondent à toute une série de

demandes de mouvements ; ils évoluent lentement modelant les exigences des usagers, des exploitants, des concessionnaires et de la société en général, et modifiés eux-mêmes par ces différents facteurs (I.4.1). Sur le plan technique, ils comprennent divers systèmes : les uns sont équipés d'un dispositif fixe de guidage, qui impose des contraintes latérale et verticale au mouvement des véhicules, les autres sont dépourvus de dispositif fixe destiné à guider les véhicules le long des voies publiques ; d'autres encore n'ont aucune infrastructure matérielle (I.4.2).

En matière de transport urbain, le choix des options dépend fortement des caractéristiques spécifiques des systèmes actuels de transport, mais aussi de celles de l'environnement urbain dans lequel fonctionnent ces systèmes (I.4.3). A toute modification des systèmes existants correspond un certain coût (coût du changement). Les auteurs soulignent les diverses caractéristiques qui confèrent aux systèmes une résistance inhérente au changement. La résistance technologique est imputable aux caractères physiques des systèmes (durée, indivisibilité et interdépendance) (I.4.2.1). La résistance opérationnelle dépend des procédures d'exploitation en vigueur et des besoins en personnel (I.4.3.2). La résistance institutionnelle découle des dispositions légales, administratives et réglementaires, du régime fiscal et du mode de financement (I.4.3.3). Le "coût du changement" qui en résulte se traduit par certaines caractéristiques économiques (I.4.3.4).

Malgré l'ampleur des coûts en jeu, il importe de modifier les systèmes de transport si l'on veut réduire l'écart entre les exigences des usagers, des exploitants et de la société et la réalité présente. Faute d'opérer les changements nécessaires, nous devons supporter, inversement, ce qu'on pourrait appeler le "coût de l'inertie", ce terme désignant ce qu'il en coûterait de continuer à vivre avec les problèmes actuels de transport (I.5.1). La planification des transports vise à réduire le coût du changement ; mais les techniques actuelles de planification telle qu'on la pratique de nos jours présentent diverses insuffisances : axées sur les besoins actuels, elles ne favorisent pas l'innovation, elles mettent rarement au point des solutions de rechange et elles favorisent à l'excès les systèmes de grande ampleur, coûteux et durables (I.5.2).

Les choix sont fonction d'objectifs, d'options et de contraintes. De nombreuses recherches ont été faites pour définir les objectifs de la planification des transports, mais on n'a presque jamais abordé l'importante question de la compatibilité des systèmes, en liaison avec le problème qui fait l'objet du présent rapport. Pourtant, la compatibilité d'un système de transport projeté avec les systèmes existants et avec ceux qui sont sans doute appelés à leur succéder pourrait influencer les options dans ce domaine et, partant, le cours général du développement urbain (II.1).

Les options sont des programmes et des actions destinés à modifier le système actuel dans un sens souhaité (II.2) . Elles peuvent agir sur la demande de transport (II.2.1) ou encore sur l'offre de transport (II.2.2).

La transformation de l'offre peut être progressive, si elle porte seulement sur certains éléments du système. Si la modification est technologique, elle affectera les composants matériels d'un système de transport (II.2.2.1). Si elle est opérationnelle, elle mettra en jeu les procédures et modalités de fonctionnement du système (II.2.2.2). Si elle est institutionnelle, elle portera sur les lois et règlements en vigueur (II.2.2.3). Toutefois, aux fins de l'analyse, chacune de ces modifications doit être considérée comme un changement du système (II.2.2.4).

Le "coût du changement" est constitué par un ensemble de contraintes qui pèsent sur les options (II.2). Ce coût peut être envisagé sous trois angles : il y a d'abord des données générales qui concernent la flexibilité d'un composant. Elles donnent une certaine idée globale de l'aptitude de ce composant à résister à tel ou tel changement probable (II.3.1). En second lieu, si toutes les modifications relatives à des composants sont assimilées à des changements du système, la flexibilité du système constitue un indicateur général de la mesure dans laquelle il se prête au changement (II.3.2). Toutefois, ces deux types de données ne permettent pas d'estimer la résistance au changement que

représente une option particulière. On analyse donc en troisième lieu le coût des options ou ce qu'il en coûte pour passer d'un certain système de transport à un autre. A ce niveau, la notion de flexibilité devient opérationnelle et prend une signification accrue (II.3.3).

Ces réflexions permettent de formuler plusieurs recommandations :

- (1) La planification des transports devrait correspondre à une suite de décisions (processus séquentiel) tenant compte explicitement de l'incertitude, des interdépendances et des rigidités des systèmes de transport (III.1).
- (2) La planification des transports devrait être évolutive c'est-à-dire que les options devraient être considérées comme des chemins conduisant vers un certain état souhaité du système, au moyen d'une suite d'actions progressives (III.2).
- (3) La planification des transports devrait viser à doter les systèmes d'une certaine flexibilité dans le temps, dans l'espace, sur le plan économique et sur le plan fonctionnel (III.3).
- (4) La planification des transports devrait s'appuyer de plus en plus sur de puissantes stratégies d'acquisition de l'information et de recherche, ainsi que sur une expérimentation en milieu réel et une simulation mathématique.

I. LA SITUATION ACTUELLE DES TRANSPORTS URBAINS

1. Evolution et retard des structures urbaines

Les villes sont le produit de l'histoire. Leur structure spatiale est l'effet combiné d'une série de décisions, de retards, d'inerties et des déséquilibres accumulés. Une énorme quantité de matériels et d'installations s'y est peu à peu constituée au cours du temps. Elle comprend :

- les diverses installations qui abritent les activités urbaines : foyers domestiques, établissements scolaires, bureaux, supermarchés, stations de métro, stades,
- les voies et le matériel roulant servant au transport des voyageurs qui se rendent à leurs activités et à celui des marchandises que les producteurs livrent aux consommateurs : rues, lignes de métro, autobus, tunnels, ascenseurs et escaliers,
- les réseaux de communication qui transmettent l'information et les messages : réseaux de télévision et de radio, lignes téléphoniques, systèmes de signalisation,
- les services d'utilité publique qui distribuent l'énergie et qui évacuent les déchets de la production : distribution d'électricité, conduites d'eau, centrales électriques, décharges.

Cette structure urbaine représente un énorme investissement. Elle est figée et encombrante ; elle ne vieillit que lentement et il en résulte une inertie (immobilités et rigidités) qui rend difficile toute adaptation. Les modifications sont en effet fort coûteuses, au point qu'on doit souvent se contenter de compromis. Pourtant, il devient de plus en plus nécessaire de modifier cette structure à mesure que les zones urbaines évoluent : la mutation rapide des valeurs et des normes culturelles, les changements subis par les institutions et les types d'organisation, exigent une stratégie nouvelle pour faire place à cette évolution.

2. Evolution des transports urbains

La quasi-totalité des services d'utilité publique qui fonctionnent actuellement dans les zones urbaines ne sont pas en état de fournir toutes les prestations qu'on attend d'eux. Il y a un décalage entre ce qui serait technologiquement possible et les produits réellement offerts à l'utilisateur. Pour beaucoup de ceux qui résident dans les zones urbaines, cette insuffisance est particulièrement manifeste et irritante dans le domaine des transports. La distribution des activités économiques, les goûts et l'attitude des voyageurs en matière de déplacement ont changé. De ce fait, le volume et la composition de la demande ne sont plus les mêmes. D'ores et déjà, un processus s'est amorcé auquel les systèmes de transports actuels sont incapables de s'adapter rapidement et sans difficulté.

Il est probable que ce processus ira en s'accéléralant et que le "déphasage" ne fera que s'aggraver. De nombreuses variables socio-économiques et technologiques affectant les transports urbains évoluent rapidement: spécialisation et augmentation de la productivité, élargissement des secteurs tertiaire et quaternaire de l'économie, augmentation des revenus, allongement des loisirs, abaissement de l'âge de la retraite, accroissement de la demande de déplacements et de distractions. Tous ces changements coïncident avec une concentration de plus en plus accentuée des activités dans les zones métropolitaines, avec une spécialisation plus poussée de l'utilisation des terres et avec l'apparition de complexes urbains qui entraînent une mobilité géographique croissante des citoyens.

L'ampleur de ces changements, leurs incidences sur la structure physique des villes et sur leurs interactions dans le temps et l'espace sont extrêmement mal définies. La simple adaptation à ces transformations - sans même qu'il soit question de chercher à modifier leur allure et leur orientation - nous oblige à mettre en jeu tous nos moyens de prévision et de contrôle, toutes les possibilités d'adaptation au changement des institutions sociales et toute la flexibilité de la structure physique actuelle des grandes villes.

Malgré ces incertitudes, de nombreuses municipalités - préoccupées par les problèmes matériels que pose et que posera à l'avenir la circulation urbaine - rénovent leurs

métros, leurs tramways souterrains et leurs réseaux express D'importantes ressources sont consacrées à des systèmes technologiquement statiques et rigides, en une spéculation hasardeuse sur l'avenir.

Il semble donc nécessaire d'introduire plus explicitement les notions de temps, de changement et d'incertitude dans les études de planification urbaine, et plus spécialement de prévoir largement les moyens de l'avenir, afin d'éviter que leur simple existence ne limite de façon excessive les choix.

3. L'infrastructure des transports urbains

Le mot d'infrastructure a de nombreux sens. Il désigne assez souvent l'infrastructure "matérielle", c'est-à-dire la fraction du stock de biens capitaux dans laquelle tous les secteurs peuvent puiser puisque son existence conditionne la production et la consommation de biens et de services. Cependant, au sens le plus large, ce terme d'"infrastructure" désigne aussi une infrastructure "institutionnelle" et une infrastructure "humaine" (capital humain) (1). Dans le présent exercice, on l'utilisera pour désigner un domaine intermédiaire, englobant ces deux dimensions, physique d'une part, administrative et institutionnelle de l'autre, en matière de transports urbains, il dé-

(1) R. Jochimsen, Theorie der Infrastruktur, Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung, Tübingen, 1966.

signe d'une part les installations fixes, voies, correspondances, bâtiments et véhicules, d'autre part les moyens et procédures d'exploitation, ainsi que les normes et règlements dans le cadre desquels sont prises les décisions relatives à la production de transports.

Les différents secteurs de l'infrastructure urbaine - transports, éducation, énergie, distribution d'eau, évacuation des déchets, services d'hygiène, etc. - ont en commun certaines caractéristiques : indivisibilité technologique, longue durée, interdépendance des divers éléments. C'est pourquoi leurs coûts ne sont pas linéaires ; les fonctions correspondantes sont décroissantes, en raison de cette indivisibilité de l'importance des installations, de leur coefficient élevé de capital, de leur longue durée, du caractère spéculatif des capitaux qui y sont investis, de leurs effets externes très étendus et de la diffusion très générale de ces répercussions.

L'infrastructure des transports, souvent citée comme un exemple classique d'infrastructure, présente elle-même des caractéristiques très particulières :

- elle exige une forte proportion de capital, elle n'est efficace que si une certaine taille minimale est atteinte, et sa durée est très longue,
- ses effets externes commandent dans une large mesure la structure d'une région et influent sur la qualité de la vie qu'on y mène.

C'est pourquoi l'affectation de ressources à l'infrastructure des transports ne peut se faire en fonction du mécanisme des prix du marché. Les choix des individus et la recherche du profit maximal doivent être ici remplacés et complétés par les décisions et les dépenses du secteur public, fondées sur un certain critère du bien-être.

Les services chargés de planifier les transports se sont inspirés de diverses stratégies pour préparer les décisions des pouvoirs publics (1) : des normes techniques définies par un niveau absolu de qualité du service ; certaines conditions découlant des niveaux de service fixés par les représentants élus de la population, enfin et surtout le principe que le consommateur est roi (principe si bien illustré par la planification des autoroutes) ; le tout visant à fournir au "marché" les services qu'il requiert. Depuis un certain temps, on s'intéresse de plus en plus à l'analyse coût/avantages, aux analyses de systèmes et à la rationalisation des choix budgétaires, qui devraient permettre d'améliorer l'efficacité et le réalisme des décisions relatives aux transports urbains. On admet aujourd'hui que l'infrastructure des transports n'est qu'un moyen, que sa finalité dépasse les transports et que les dépenses consenties dans ce domaine doivent être fondées sur quelque critère d'efficacité qui permette d'apprécier la contribution relative de l'infrastructure des transports et des autres services urbains à la réalisation des objectifs fixés par les pouvoirs publics.

(1) M. Webber, On Strategies for Transport Planning
Document de Travail N° 100, IURD, Berkeley, 1969.

Les décisions relatives à l'infrastructure des transports dépendent d'une série d'agents très divers dont les uns posent des problèmes, les autres formulent des politiques et les derniers mettent en place, exploitent et utilisent les installations :

- les usagers, dont les revenus, la situation géographique et la demande de déplacement sont très variés,
- les exploitants ou fournisseurs de services de transports, entreprises privées, ou publiques et leurs fournisseurs (entreprises de travaux publics, constructeurs de matériel de transport, industrie pétrolière),
- les organismes chargés notamment de la mise en oeuvre : services de planification (fédéraux, d'Etat ou communaux), établissements financiers (publics et privés), organes de réglementation et autres groupes (consultants, syndicats, organisations professionnelles),
- l'ensemble de la société, c'est-à-dire les divers milieux économiques et sociaux qui, dans une zone urbaine, sont affectés par ces décisions autrement que comme acheteurs ou vendeurs.

4. L'infrastructure actuelle des transports urbains : ses caractéristiques

Un système de transport peut se définir comme un ensemble de biens, de règles et de procédures d'exploitation, qui servent à produire des transports (1). Les systèmes actuels de transport urbain (pour voyageurs) englobent les divers moyens mis à la disposition des individus pour leurs déplacements dans les agglomérations.

La demande de déplacement à laquelle ils répondent se compose d'une multitude de trajets qui varient par leur longueur, leur durée, leur place dans le temps, leur but, les services qu'ils requièrent et les tracés géographiques qu'ils suivent. Grosso modo, les déplacements de personnes dans l'espace urbain peuvent se diviser en trois catégories :

- des mouvements se situant dans des zones de grande activité, extrêmement développées, mais de surface restreinte, que caractérisent un volume considérable de circulation et des parcours relativement brefs (jusqu'à 3 km) : dessertes à courte distance intéressant le centre des villes, les zones commerciales, les aéroports, etc.
- des mouvements qui se déroulent à l'intérieur de zones moins importantes et entre des centres mineurs générateurs de circulation, caractérisés par un débit plus faible et des distances moyennes (5 km) déplacement de banlieusards vers des stations de métro ou de réseaux express vers des établissements scolaires, déplacements privés, etc.

(1) E.K. Morlock "The Comparison of transport technologies", Highway Research Record.

- mouvements entre les divers quartiers d'une agglomération, le long de voies radiales ou dans des zones de moindre densité.

Les systèmes actuels de transports urbains sont l'aboutissement d'une lente évolution - ils sont nés de ces mouvements, qu'ils ont contribué à façonner.

4.1. Evolution des systèmes de transport urbain

On peut représenter l'évolution des systèmes de transport par une courbe de croissance, comme l'évolution technologique dans les industries ("cycle évolutif d'une industrie") (1).

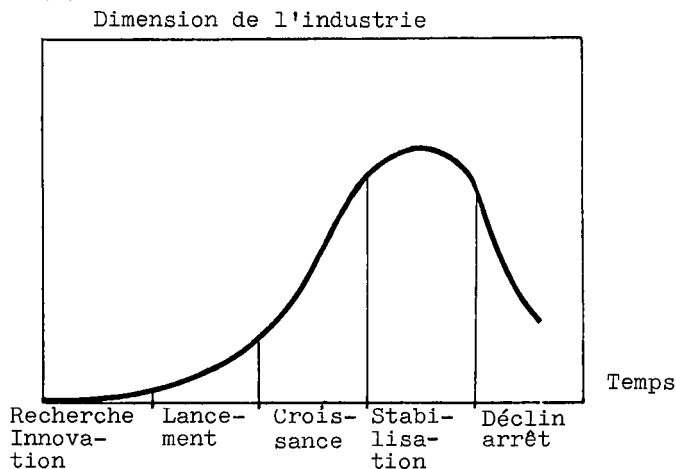


Figure 1 : Cycle évolutif d'une industrie (2).

(1) "Bay area Transportation Report", Bay Area Transportation Study Commission, Supplément I, Berkeley, Cal. 1969.

(2) "Bay Area Transportation Report", op. cit.

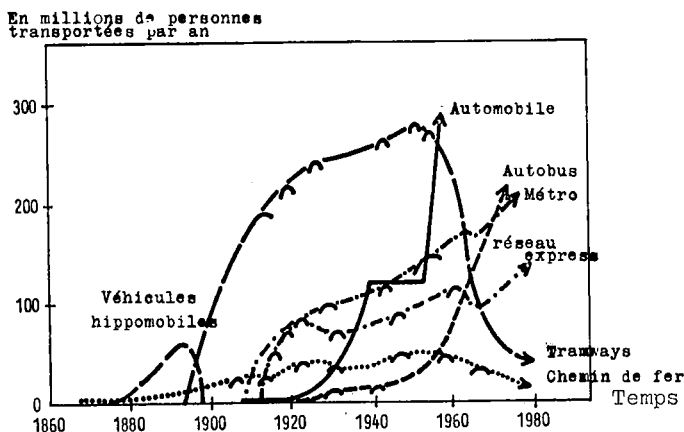


Figure 2 : Evolution des systèmes de transport urbain (1)

Si l'on prend le nombre des personnes transportées comme indicateur des dimensions de cette industrie, dans la ville de Hambourg par exemple, on constate que :

- l'automobile privée, l'autobus et le métro sont en phase ascendante ;
- les tramways et les chemins de fer de banlieue sont en phase de déclin;
- depuis 50 ans, aucune technique vraiment nouvelle de transport n'est apparue ;
- la durée des cycles s'est allongée : 40 ans pour les véhicules hippomobiles, de 80 à 90 ans pour les tramways et sans doute plus de 100 ans pour le métro et les réseaux express.

(1) H. Weigel, "Evolution der Nahverkehrssysteme", ITE

Mitteilungen N° 4, Institut für die Erforschung der technischen Umwelt, Hanovre, 1971.

Cet allongement de la durée du cycle évolutif semble dû :

- (1) à l'accroissement des coûts d'investissement et à la longue durée des systèmes actuels de transport par voie ferrée ;
- (2) à l'interdépendance croissante entre les systèmes de transport et la structure physique des villes (1).

4.2. Les systèmes actuels de transport urbain

Les systèmes actuels de transport urbain présentent les caractéristiques suivantes :

- des réseaux de voies de liaison (sur lesquels se déplacent les véhicules) ;
- des correspondances (qui relient entre eux les itinéraires) ;
- des points d'arrêt ;
- des véhicules ;
- des bâtiments servant aux activités de garage, d'entretien et d'administration ;
- certains modes d'exploitation (procédures en usage pour l'exploitation et le contrôle de la circulation, horaires, entretien et réparations) ;
- des contraintes juridiques et institutionnelles (lois et règlements, impôts et subventions).

Les caractéristiques de ces systèmes permettent de les grouper en trois catégories :

(1) Weigel, op. cit.

- (1) des systèmes munis d'un dispositif fixe de guidage qui limite les déplacements latéraux et verticaux des véhicules ;
- (2) des systèmes dépourvus de dispositif fixe de guidage, ce qui laisse au véhicule une certaine liberté dans le sens latéral ;
- (3) des systèmes dépourvus de toute contrainte latérale ou verticale.

Cette classification correspond à la notion "d'autonomie" des transports. Elle permet quelques constatations générales (1) :

1 DEGRE D'AUTONOMIE	2 DEGRES D'AUTONOMIE	3 DEGRES D'AUTONOMIE
Tramways (souterrain)	Autobus	Hélicoptère
Métropolitain	Automobile	
Réseau express	Taxi	
Trottoir roulant	Cyclomoteur	
←	COUTS FIXES	→
→	COUTS D'EXPLOITATION	→
→	FLEXIBILITE	→
→	SYSTEME DE CONTROLE	→
←	CAPACITE	→
←	FIABILITE	→
→	ESPACE NECESSAIRE	→
→	COUTS SOCIAUX	→

Les flèches indiquent le sens de l'accroissement.

(1) H.R. Ross, New Transportation Technology, Science and technology, November, 1966.

Cette classification est suivie d'une courte description des systèmes qui servent actuellement au transport des voyageurs urbains. Certaines caractéristiques en sont résumées dans l'annexe.

4.2.1. Systèmes équipés d'un dispositif fixe de guidage

Il s'agit d'un dispositif de guidage qui est particulier au système, dont les véhicules circulent principalement en site propre. A quelques exceptions près, ces systèmes appartiennent à des organismes du secteur public, qui en assurent le contrôle.

- (1) Les tramways ne circulent pas en site propre, ils partagent la voie publique avec d'autres modes de transports, ce qui abaisse les dépenses d'infrastructure, mais ils se trouvent mêlés au reste de la circulation ce qui nuit à la qualité du service assuré. Leur fonction principale est de prendre et de déposer des voyageurs dans le centre de la ville et d'assurer des liaisons entre les quartiers périphériques. Ils font place peu à peu à des lignes souterraines de tramways ou à des métropolitains ;
- (2) Le tramway souterrain est conçu pour circuler en site propre sous terre dans le centre de l'agglomération et en surface dans les zones de moindre densité. Les tramways souterrains peuvent tirer parti des capitaux investis dans l'infrastructure, les véhicules, et les autres moyens

d'équipement des tramways existants ; certaines villes mettent en service des tramways souterrains, à titre de transition avant la création d'un réseau de métropolitain ;

- (3) Le métropolitain est un système typique de moyen de liaison, à grande capacité, qui assure un service rapide le long de grandes artères à forte densité de circulation. Son réseau est distinct et indépendant du reste de la circulation et ses lignes sont tantôt souterraines, tantôt en surface ou aériennes. Son aménagement exige de gros investissements : lignes en site propre, tunnels, systèmes de guidage, stations, voies de garage, etc. La construction d'un métro est une oeuvre de longue haleine. Une fois mis en place, un métro n'offre aucune souplesse et il ne peut s'adapter aux variations de la demande. En raison de leur coût élevé, les réseaux de métros sont peu nombreux. Ils ne peuvent atteindre une haute productivité que dans les zones très peuplées ou bien là où ils sont alimentés par des services affluents. Malgré les grosses dépenses d'investissement qu'elle représente, la construction de métros se développe très rapidement depuis quelques années dans beaucoup de grandes villes.
- (4) Les réseaux express relient entre eux les divers quartiers d'une agglomération. Beaucoup de villes, devant les progrès de la "métropolisation" envisagent de se doter de réseaux rapides de ce type

soit en les créant de toutes pièces, soit à partir de lignes de chemins de fer existantes. En Allemagne (Berlin, Hambourg, Ruhr-Rhénanie, Francfort, Stuttgart et Munich possèdent déjà ou construisent des "S-Bahn"). Tout comme les métropolitains, ces systèmes exigent d'importants investissements et assurent un service de liaison à grande capacité et à grande vitesse.

- (5) Les trottoirs roulants sont des moyens dont se dotent de plus en plus souvent les grands centres d'activité (aéroports, centres commerciaux, etc.) les piétons disposent ainsi de systèmes continus qui les transportent sur de courtes distances et peuvent alimenter d'autres systèmes de transport. Les trottoirs roulants, qu'il faut doter de leur propre système de guidage, sur des itinéraires fixes, exigent au départ des investissements relativement élevés mais leur coût d'exploitation est faible.

4.2.2. Systèmes dépourvus de dispositif fixe de guidage

Ces systèmes de transport circulent sur la voie publique. Les chaussées sont construites selon des normes techniques différentes, selon leur fonction et leur emplacement (autoroutes, grandes artères, voies affluentes, voies de grande desserte locale). Le réseau des rues présente l'avantage d'être dense et installé par les pouvoirs publics. Les véhicules et l'infrastructure de ces voies

appartiennent soit au secteur public (autobus, points d'arrêt, parcs de stationnement et garages publics), soit à des particuliers qui en assurent le fonctionnement (automobiles).

- (1) Le réseau des autobus est un des systèmes de transport public les plus souples dont on dispose. Il n'est pas besoin d'installer de voies en site propre pour le faire fonctionner si bien que les coûts d'immobilisation sont relativement bas ; en revanche, les coûts d'exploitations sont élevés. Comme le système fonctionne par petites unités, il offre des services très variés (services affluents locaux, services express) et permet une grande souplesse dans le choix des itinéraires, l'établissement des horaires et autres adaptations au changement. Les autobus se déplacent au milieu de la circulation générale, si bien que la qualité du service est faible dans les zones encombrées. Pour diminuer la gêne que leur cause la circulation des autres véhicules, certaines villes créent des couloirs réservés exclusivement aux autobus. Les zones urbaines de faible importance sont entièrement tributaires de leurs autobus, mais ce moyen de transport est tout aussi indispensable dans les grandes villes où il assure la desserte des zones de faible densité et la liaison avec les stations du réseau ferré.

- (2) Les trolleybus exigent de gros investissements pour l'installation de leur système fixe de distribution d'électricité et ils manquent de souplesse dans leurs itinéraires et leur exploitation. La plupart des systèmes de ce type sont en voie de disparition rapide.
- (3) La voiture particulière occupe désormais la place principale parce qu'elle combine des avantages fonctionnels et psychologiques : liaisons de porte à porte, pas de changement de véhicule, pas d'attente, souplesse de l'itinéraire, intimité et confort, mais prix de revient élevé. Toutefois, beaucoup de ces avantages disparaissent par suite des encombrements de la circulation et des difficultés que l'on éprouve à trouver une place de stationnement. En outre, ce système impose de lourdes charges aux pouvoirs publics qui doivent fournir des surfaces de chaussée suffisantes pour satisfaire la demande de déplacement, et faire face aux autres coûts sociaux. Les taxis individuels, voitures de grande remise, taxis publics sont des variantes de l'automobile privée qui assurent des transports publics.

4.2.3. Systèmes de transport aérien

Il s'agit de systèmes qui fonctionnent sans dispositif matériel de guidage :

- (1) Avec l'hélicoptère, les coûts fixes d'infrastructure sont réduits au minimum. Néanmoins, à mesure qu'augmente la flexibilité, les dépenses d'exploitation, les problèmes de contrôle de la circulation et de bruit deviennent extrêmement ardues. Aujourd'hui, les hélicoptères ne sont utilisés que dans de rares occasions pour assurer une liaison très rapide entre de grands centres d'activité.

4.3. La résistance au changement et le "coût du changement"

En matière de planification des transports urbains, l'infrastructure actuelle des transports pèse lourdement sur le choix des options. D'une façon générale, les caractéristiques spécifiques des systèmes de transport et celles de l'environnement urbain dans lequel ils fonctionnent leur confèrent une résistance inhérente au progrès : la modification des systèmes actuels pose le problème du "coût du changement".

L'exposé qui suit sera surtout consacré aux caractéristiques spécifiques, technologiques, opérationnelles et institutionnelles qui contribuent à cette inertie.

En fait, ce sont les caractéristiques de l'environnement urbain, lui-même façonné par l'infrastructure actuelle des transports, qui imposent des contraintes aux options en matière de transport. Les systèmes de transport ont modifié l'environnement urbain en permettant d'accéder à certains sites ; ils ont ainsi influé sur la répartition

des activités génératrices de transport, de même que, sur le comportement des citoyens à l'égard des déplacements et sur leurs styles de vie ; ils ont eu des répercussions sur l'économie locale, sur les institutions et sur la qualité de l'environnement. En revanche, l'environnement urbain a exercé diverses influences, ou plutôt diverses contraintes sur le choix des options en matière de transport. Ces contraintes sont très variées ; ainsi, la structure urbaine figée, qui rend particulièrement coûteux le choix des opérations de transformation, le manque de plasticité des activités - pour le ménage, les entreprises et institutions, la stabilité des services de transport est un élément particulièrement important - enfin, l'opposition que soulève la redistribution des fonctions urbaines, des valeurs foncières, etc. qui découle de la possibilité nouvelle d'accéder en certains points. Toutes ces questions jouent un rôle capital dans la planification urbaine, mais comme elles sortent du cadre du présent rapport, on se contentera de les mentionner, sans les examiner en détail.

4.3.1. Les résistances technologiques

L'infrastructure des transports urbains est un énorme ensemble matériel dont l'ampleur, la durée, l'indivisibilité et les interdépendances font de toute modification une opération lente et coûteuse :

- (1) La Figure 3 et le Tableau 4 indiquent schématiquement l'importance physique de cette infrastructure :

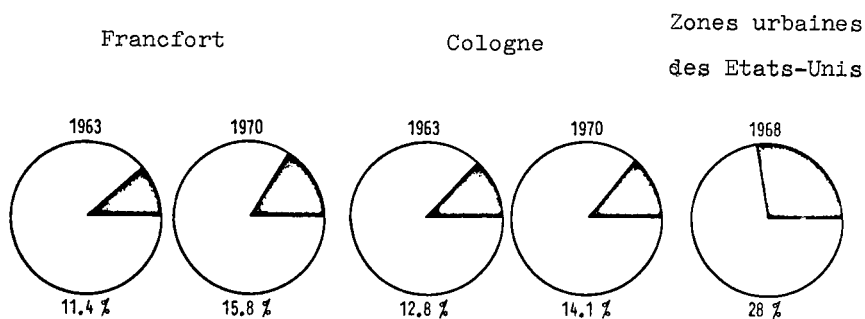


Figure 3 : Superficie consacrée aux transports dans les zones urbaines

Années	Longueur des voies utilisées (km)		Parc de matériel roulant (en unités)		
	1969	1970	1965	1968	1970
Tramway	3.635	3.558	8.970	7.394	6.579
Réseau express ou métro	199	205	1.527	1.605	1.669
Autobus	53.684	57.845	11.337	12.379	14.379
Trolleybus	214	177	590	349	199
Total	57.732	61.785	22.424	21.727	22.826

Figure 4 : Longueur des voies utilisées et parc de matériel roulant en service dans les zones urbaines (En Allemagne)

(2) La durée de cette infrastructure est à la fois longue et inégale. Pour des raisons de technique ou de sécurité, les installations et le matériel sont construits très solidement et de façon durable. La Figure 5 donne une idée du "degré d'élasticité" de quelques éléments des systèmes de transport, d'après la durée d'usage :

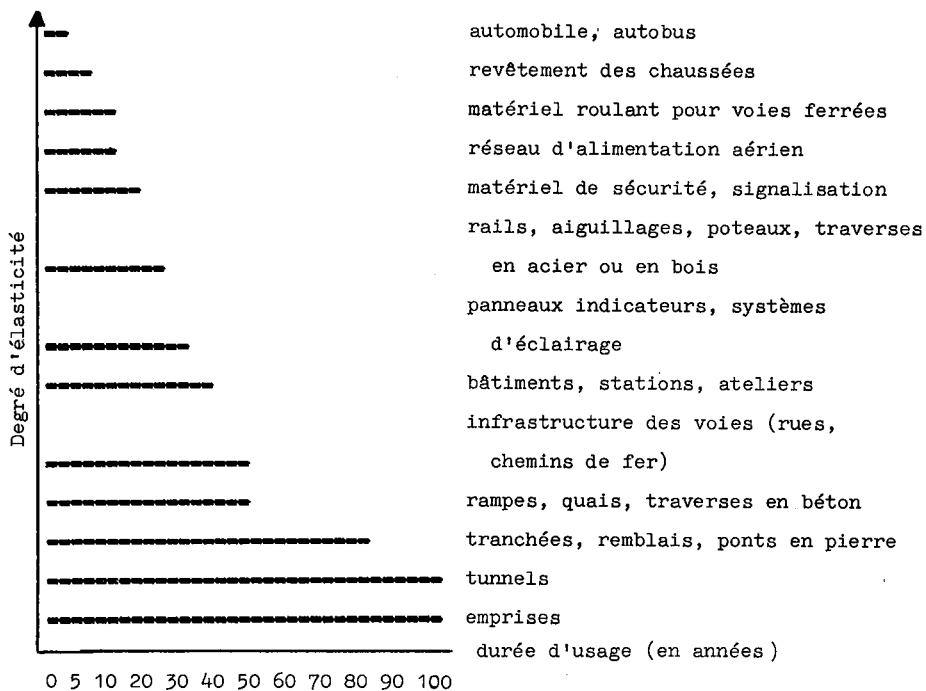


Figure 5 : Durée du service des composants d'un système

- (3) En raison des indivisibilités, l'infrastructure des transports ne peut suivre l'évolution de la demande ; il faut prévoir des étapes distinctes. Une fois que l'on a adopté un système donné, le tracé des itinéraires, le gabarit des tunnels, le rayon des courbes, les déclivités, la longueur des quais, le confort des voitures, le système de contrôle de la circulation, etc. sont autant de "données" qui limitent plus ou moins les options futures en matière de planification. Par exemple, le rayon des courbes ne permet pas de dépasser certaines vitesses, la longueur des quais limite celle des trains, le système de contrôle de la circulation détermine la fréquence maximale de desserte. Pour modifier ce dispositif matériel, il faut payer le "coût du changement".
- (4) Les conditions requises pour passer d'un mode de transport à un autre et les effets de réseau provoquent encore d'autres résistances au changement. Il faut intégrer dans les systèmes existants de nouveaux composants - véhicules, voies, points d'accès. Changer les anciennes installations ou risquer des incompatibilités : les deux solutions peuvent entraîner des "coûts" élevés : de nombreuses villes ont éludé les problèmes d'intégration en évitant de prendre de nouvelles options. En revanche, le système BART à

San Francisco a renoncé aux normes classiques : l'adoption d'un écartement, plus large doit permettre d'améliorer les quantités de roulement, mais elle exclut toute intégration avec l'ancienne ligne de banlieue.

- (5) La construction d'installations nouvelles exige beaucoup de temps ; elle peut nécessiter des expropriations et obliger à verser des indemnités. Le fait que les systèmes actuels de transports urbains forment en quelque sorte un ensemble interdépendant augmente leur résistance à toute transformation : les troubles apportés dans une partie du réseau par les travaux de construction peuvent se répercuter dans tout le système et rendre ces modifications si coûteuses qu'on y renonce à l'avance.

4.3.2. Les résistances opérationnelles

En matière d'exploitation de personnel et d'administration, les systèmes de transport ont des caractéristiques qui influent sur leur élasticité par rapport au changement :

- (1) La marge de souplesse dont disposent les transporteurs pour modifier leur exploitation est très variable. Les services, une fois créés acquièrent une certaine permanence, il est impossible de modifier rapidement les horaires pour suivre les variations de la demande, il y a une fréquence minimale au-dessous de laquelle on ne peut guère descendre, il est impossible

de transformer du jour au lendemain des horaires fixes en un système d'exploitation "à la demande". Ces rigidités ne sont pas seulement d'origine technologique et institutionnelle : elles sont dues aussi à la répugnance des dirigeants à modifier leurs procédures et à abandonner des principes consacrés par l'usage.

- (2) Une forte partie du budget d'exploitation sert à rémunérer le personnel : la conduite des véhicules ou des rames, la vente des billets , la surveillance, les travaux d'entretien et de réparation, l'établissement des horaires et les tâches générales d'administration : autant d'activités qui font que les systèmes de transport ont besoin d'une main-d'oeuvre spécialisée. Toute politique qui se traduit par une modification des besoins de main-d'oeuvre se heurte aux rigidités du marché du travail : pour des raisons sociales et politiques, il peut être difficile de licencier des travailleurs ; inversement il peut être difficile de recruter de la main-d'oeuvre en raison de la pénurie de l'offre.
- (3) Les responsabilités en matière d'exploitation et d'entretien varient fortement selon le système de transport. Différents agents économiques - pouvoirs publics, entreprises privées ou particuliers - peuvent intervenir dans la mise en place, l'exploitation et l'entretien des voies,

véhicules et autres aménagements. Certains éléments d'un système peuvent ainsi acquérir une forte résistance au changement et certaines politiques peuvent être difficiles à mettre à exécution, surtout si elles dépendent de l'assentiment général et de la participation active d'une série d'agents économiques. Ainsi le régime privé de propriété et d'entretien de l'automobile conjugué avec le très faible degré de normalisation des véhicules, ne peut que freiner la mise en service de véhicules automatisés.

4.3.3. Les résistances institutionnelles

Les transformations des systèmes de transport s'inscrivent nécessairement dans le cadre des institutions et des administrations existantes. Les futures options en matière de transport seront fonction des obligations juridiques, administratives et réglementaires, de l'interdépendance entre les transporteurs, de l'inertie générale des organisations, ainsi que de la situation financière des transporteurs et de leur régime financier.

- (1) Beaucoup de dispositions réglementaires imposent des rigidités aux fournisseurs de transport : ainsi, l'obligation de service public (points à desservir, régularité des services, horaires, tarifs, etc.), l'obligation de respecter les règles de travail et de sécurité instituées dans le cadre de la politique sociale. Les exploitants sont tenus de maintenir leurs services, même si

la demande évolue ; les véhicules qu'ils mettent en circulation ne sont parfois utilisés à plein que quelques heures par jour, ils ne peuvent modifier les horaires ou les tarifs sans approbation préalable.

- (2) Toute une série de normes, de règles techniques et de lois de la circulation limitent également la gamme des options entre lesquelles ils peuvent choisir en ce qui concerne par exemple les dimensions des véhicules, les caractéristiques de chargement, la sécurité, la pollution et le bruit. Les modifications des systèmes peuvent obliger les transporteurs à opérer des mises au point techniques coûteuses pour continuer à respecter les règles mentionnées ci-dessus.
- (3) A ces inerties de type institutionnel, viennent s'ajouter la tendance au conservatisme et l'aversion que le risque inspire aux entreprises de transport et aux municipalités. Des résistances peuvent aussi se manifester si, des changements introduits dans la politique d'un système de transport se répercutent sur des systèmes voisins et modifient le rôle institutionnel d'un agent économique. "Les publications économiques considèrent en général les administrations et les institutions comme des entités gratuites ... Pourtant il faut bien tenir compte, dans le coût du changement, des efforts qui doivent être

faits pour amener une administration à modifier sa politique. Certains empêchements d'ordre juridique, psychologique, etc. peuvent rendre difficile ou impossible l'exécution des changements nécessaires" (1).

- (4) La vente des billets constitue la principale ressource des entreprises de transports en commun. Comme ces recettes ne permettent généralement pas d'amortir les gros investissements nécessaires, les transporteurs, se trouvent dans une situation délicate. En Allemagne, on estime que malgré l'amélioration de la productivité et des services, les pertes des entreprises de transport urbain ont atteint en 1970 près de 600 millions de DM, alors que les recettes n'ont totalisé que 2,2 milliards de DM (2).

La modernisation des transports urbains semble étroitement liée, non seulement à la situation financière des transporteurs et à la rareté des capitaux d'investissement, mais aussi au régime de financement de ces entreprises. Dans certaines villes, les transporteurs sont tenus de financer leurs dépenses d'exploitation sur leurs recettes, tandis que les coûts d'investissement sont couverts par une

(1) A. Wildavsky, "The Political Economy of Efficiency : Cost-Benefit Analysis, Systems Analysis and Program Budgeting", IURD, University of California, Berkeley, 1969.

(2) Handelsblatt, 25 février 1971.

subvention municipale ; dans d'autres villes, le budget d'exploitation est subventionné par le budget de l'Etat. L'Etat et le Gouvernement fédéral peuvent fournir, sous forme de subvention jusqu'à 50 % des capitaux nécessaires à l'amélioration de l'infrastructure. En Allemagne, les systèmes de transport urbain sont financés comme suit :

Communes	33 % à 50 %
Provinces (Länder)	17 % à 33 %
Etat fédéral	33 % à 50 %

Il arrive que le régime de financement ou le régime fiscal favorisent certaines politiques par rapport à d'autres. Par exemple, certains systèmes de transports ou certains de leurs composants peuvent opposer une forte inertie à toute modernisation si les organes de financement n'assignent qu'une faible priorité à ce type de transformation.

4.3.4. La résistance au changement et ses conséquences économiques

Le coût du changement, imputable à telle ou telle résistance technologique, opérationnelle ou institutionnelle apparaît dans les caractéristiques économiques des systèmes de transports urbains. L'ampleur des ressources en capital engagées, la structure spécifique des coûts, les relations d'indivisibilité et d'interdépendance qui se manifestent sur le marché du transport ; autant de facteurs qui contribuent à donner une forte inertie à l'infrastructure.

(1) L'ampleur des ressources consacrées à l'infrastructure des transports ressort des Tableaux 6 et 7.

Années		Matériel roulant	Installations fixes	Dont : tunnels et lignes surélevées	Total des investissements
1950-59	Valeur absolue	1.217,3	1.128,3	77,5	2.345,6
	%	51,9	48,1	3,3	100,0
1960-69	Valeur absolue	2.063,3	2.549,8	800,5	4.613,1
	%	44,7	55,3	17,3	100,0
1950-69	Valeur absolue	3.280,6	3.678,1	878,0	6.958,7
1971-80	Valeur absolue	6.243,0	27.602,0	22.810,0	33.845,0
	%	18,5	81,5	67,3	100,0

en millions de DM (non compris les
chemins de fer fédéraux)

Tableau 6 : Investissements consacrés aux
transports en commun en Allemagne
fédérale (1).

(1) VÖV, Verband Öffentlicher Verkehrsbetriebe, Cologne, 1970.

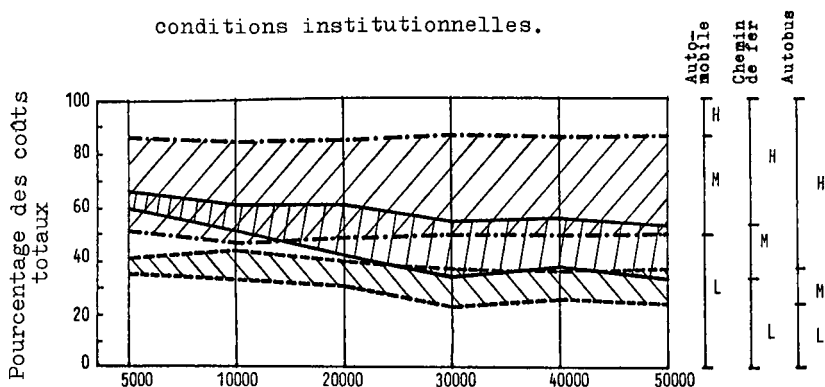
Années		Chemin de fer	Autobus	Trolleybus	Autres	Total des inves- tissements
1950-59	Valeur absolue	616,9	534,9	64,4	1,1	1.217,3
	%	50,7	43,9	5,3	0,1	100
1960-69	Valeur absolue	980,9	1.026,2	21,4	32,1	2.063,3
	%	47,5	49,7	1,1	1,5	100
1950-69	Valeur absolue	1.597,8	1.561,1	85,8	33,2	3.280,6
1971-80	Valeur absolue	3.093,0	3.150,0	-	-	6.243,0
	%	49,5	50,5			100

En millions de DM
(non compris les chemins
de fer fédéraux)

Tableau 7 : Investissements des systèmes de
transports en matériel roulant en
Allemagne fédérale (1)

(1) VOV Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe, Cologne, 1970.

- (2) Les investissements en capital fixe représentent une fraction importante du total des dépenses consacrées à un système de transports (Figure 8). Le pourcentage spécifique de chaque système dépend de la technologie utilisée, des modalités de l'exploitation et des conditions institutionnelles.



Nombre de voyageurs à charger à l'heure dans une même direction au point de charge maximale

H - Coûts à forte élasticité : entretien, exploitation, personnel

M - Coûts à élasticité moyenne : matériel roulant, dépôts de matériel

F - Coûts à faible élasticité : coûts des immobilisations (intérêts, amortissement) correspondant aux terrains, aux bâtiments, aux points d'arrêt, aux voies routières et ferroviaires de desserte, aux rampes, aux installations de stationnement.

Figure 8 : Structure des coûts en fonction de la capacité (1)

(1) Cf. J.R. Meyer, I.F. Kain, M. Wohl : "The Urban Transportation Problem", Cambridge, Mass., 1966.

La structure de coûts qui ressort de la Figure 8 découle d'hypothèses spécifiques sur la durée d'utilisation des systèmes. Si l'on était obligé de réformer prématurément un système, en raison par exemple de progrès technologiques ou de variations de la demande, le pourcentage des coûts fixes irait en augmentant (Cf. Figure 9) et le coût moyen de chaque trajet deviendrait prohibitif (Cf. Figure 10).

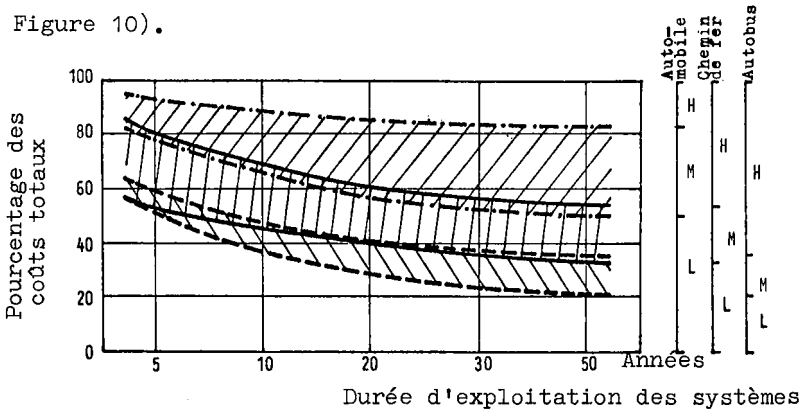


Figure 9 : Structure des coûts en fonction de la durée d'exploitation

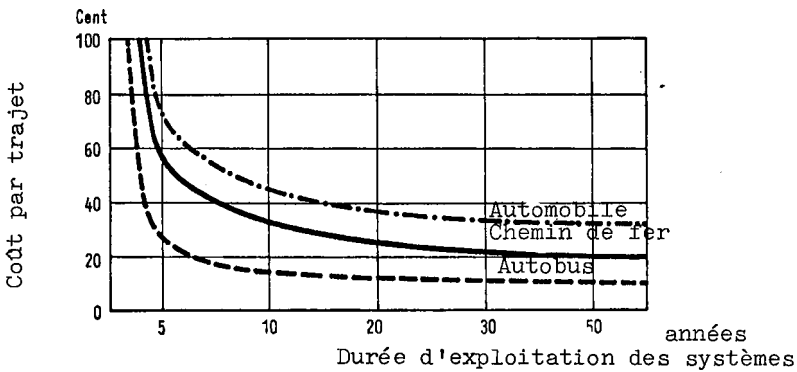
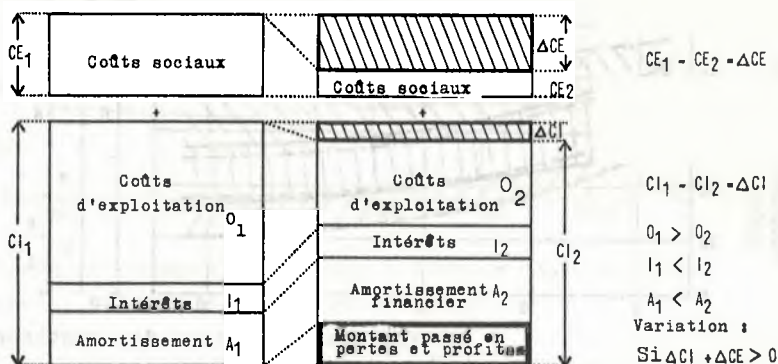


Figure 10 : Coût par trajet, en fonction de la durée d'exploitation.

Le montant passé en pertes et profits (sunk costs) correspond aux immobilisations que l'on est obligé d'amortir en raison de la réforme de certaines parties et système. L'ampleur de ces coûts ne permet guère de modifier aisément le stock de biens capitaux (Figure 11).

Système actuel (1)

Système envisagé (2)



(*) En raison de la réforme du système (1)

Remarque : Aux fins de l'analyse, les coûts des systèmes de transports sont divisés en coûts internes (CI) et coûts externes (CE). Si l'on modifie un système existant pour en faire un système nouveau, la comparaison des coûts doit tenir compte de la fraction de capital fixe que l'on ne pourra plus utiliser et dont la valeur est passée en pertes et profits (sunk costs).

Figure 11 : Analyse des coûts d'un changement de système (1)

(1) Cf. W. Effmert, Kosten, Investitions- und Wirtschaftsrechnungen im Verkehr, Francfort, 1970.

- (3) En raison des relations d'indivisibilité, les investissements d'infrastructure à prévoir sont généralement supérieurs à la demande actuelle. Le niveau élevé des coûts unitaires moyens dans les débuts d'une installation constitue sans doute encore un autre facteur qui retarde l'exécution des changements.
- (4) Les interdépendances entre les divers systèmes de transports limitent de diverses façons les choix d'ordre politique : les politiques d'investissement pratiquées pour un système de transport, doivent tenir compte des changements introduits simultanément dans d'autres systèmes (interdépendance horizontale) en même temps qu'elles tiennent compte du stock existant de biens capitaux et des futurs investissements à prévoir dans les transports (interdépendance verticale) (1).

5. Le problème des transports urbains

5.1. La nécessité du changement et le "coût de l'inertie"

Nous avons essayé de démontrer que l'infrastructure actuelle des transports se caractérise par des inerties et des résistances au changement : toute modification entraîne un "coût" - le "coût du changement" - qui est d'ordre technologique, opérationnel et institutionnel. Il se produit

(1) H. Jacobs, "Neue Entwicklung in der Investitionrechnung" Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 34, Jg (1964).

alors un décalage entre les services de transports fournis et les besoins de mobilité des individus : les transports ne répondent plus aux besoins de la société, c'est ce qu'on appelle le "problème des transports urbains". L'absence de changements destinés à améliorer les transports urbains se traduit inversement par un autre "coût" que l'on peut appeler "le coût de l'inertie". Quand le coût de l'inertie pèse plus lourd dans la balance que le coût du changement, on étudie des solutions nouvelles et l'on modifie les systèmes de transport.

L'étude des diverses mesures propres à améliorer les transports urbains conduit à s'interroger sur le but de ces améliorations et sur la réponse qu'elles apporteront aux besoins des usagers, des exploitants et de la société. On ne peut donner ici qu'un exposé schématique de ces problèmes et de ces besoins.

D'une façon générale, les usagers se voient offrir un service de transport de médiocre qualité, dont les coûts et les avantages sont inégalement répartis entre divers groupes de la population - les "sans voiture", les jeunes, les gens âgés, les infirmes. Pour mieux percevoir les problèmes actuels et les possibilités d'y remédier, il convient d'examiner les critères selon lesquels l'utilisateur évalue un service de transports (1).

(1) F.S. Pardee, Ch. T. Phillips, K.V. Smith, "Measurement and Evaluation of Alternative Regional Transportation Mixes", Volume II, The Rand Corporation, Santa Monica, Californie, 1970.

U S A G E R

Temps
du
trajet

Avec une voiture particulière
à partir d'un point d'arrêt
qualité du service, horaire, fréquence,
régularité

Coût
du
tra-
jet

Dépenses
possibilité de retarder les débours en espèces

Sécurité
et
garanties

Sécurité personnelle
garantie des individus
anxiété relative aux correspondances
sécurité des biens personnels

Commodité

Horaire (heures, fréquence, régularité)
responsabilité d'un véhicule individuel
responsabilité dans les stations
accès/sortie
contraintes matérielles

Confort

Réaction aux stimuli d'origine organique
bousculades
manque d'intimité
environnement
impressions visuelles
impressions auditives
facteurs esthétiques
facteurs psychologiques

Les exploitants doivent faire face à divers problèmes :
contraction de leur part sur le marché, diminution de leurs
recettes, inefficacité de la gestion et de l'exploitation, vieil-
lissement de la technologie et lenteur de l'évolution technologi-
que. Voici par exemple quelques-uns des critères en fonction
desquels ils évaluent leurs problèmes et les solutions nouvelles.

E X P L O I T A N T	Productivité	Structure des coûts technologie productivité de l'exploitation rendement financier de l'entreprise
	Flexibilité	Demande et offre compatibilité avec les autres systèmes de transport réglementation des prix règles d'exploitation
	Rentabilité	Part du marché liquidité obligation de service public productivité image expansion

L'ensemble de la société supporte une série de coûts sociaux, qui sont dus aux incidences extérieures des transports : pollution de l'environnement, mauvaise utilisation de terrains situés en zone urbaine et mauvaise répartition des activités urbaines, bouleversement des alentours. La définition des problèmes et la recherche de solutions nouvelles doivent être axées sur les caractéristiques que la société attribue aux transports :

S O C I E T E

Psycho- logie humaine	Pollution de l'air bruit accidents survenant à des non-usagers
Voie de circulation	Emplacement distinct expropriations difficultés de construction valeurs foncières
Inciden- ces écono- miques	Niveau de l'emploi revenu des individus répartition des industries
Méto : forme + conception	Distribution de la population utilisation des terres logements esthétique
Facteurs politiques et sociaux	Mode de vie des individus développement de la collectivité et communications forme de gouvernement et rapports entre les gouvernements politique fiscale autres services fournis par l'Etat
Res- sour- ces rares	Ecologie ressources en énergie électrique

Le "coût de l'inertie" est la somme de tous les coûts psychologiques, économiques, sociaux et politico-institutionnels que doivent supporter les usagers, les exploitants et la société en général du fait qu'ils continuent de vivre avec leurs problèmes actuels de transport ; on peut les mesurer par la différence entre les besoins de transports des individus et la réalité.

5.2. Insuffisances de la planification actuelle des transports

La planification des transports a pour objet de réduire le coût de l'inertie en définissant de nouvelles options et en modernisant les structures actuelles en vue d'atteindre les objectifs fixés (Figure 12).

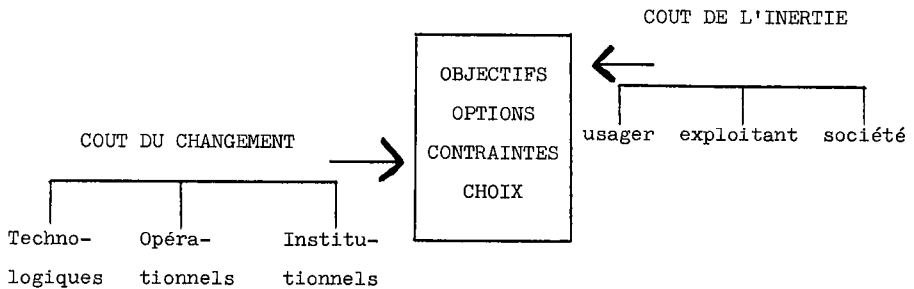


Figure 12 : Coût du changement comparé au coût de l'inertie

Toutefois, on adresse à la planification actuelle plusieurs reproches :

- (1) l'hypothèse implicite que les tendances actuelles se maintiendront et que l'avenir ne réserve aucune surprise ;
- (2) cette planification est tantôt conçue en fonction des besoins actuels, tantôt fixée sur une époque lointaine, à laquelle tel ou tel système donné devrait être optimisé : les problèmes de transition entre les systèmes actuels et futurs, ceux de l'échelonnement dans le temps et ceux de l'utilisation du système dans les années à venir ne sont pas explorés ;

- (3) on préfère des systèmes qui doivent être réalisés entièrement en une seule étape selon une conception initiale, des systèmes vastes, immuables dans leur fonction comme dans l'espace, durables, coûteux, caractérisés par une longue période de gestation et des transitions difficiles au risque de paralyser l'évolution future ;
- (4) on n'explore pas suffisamment les solutions de rechange possibles pour améliorer les transports : les options sont peu nombreuses, conçues sans largeur d'esprit et il n'est pas rare que les solutions soient prédéterminées avant toute analyse. L'évaluation est insuffisante en ce qui concerne les fins autres que les transports et les incidences générales sur l'urbanisme ; faute d'information, on ne sait pas mettre au point des stratégies efficaces, centrées sur différentes techniques, différents modes d'exploitation et différents degrés d'intégration des systèmes existants ;
- (5) on hésite devant les innovations qui limitent l'éventail des options possibles. Les systèmes sont planifiés dans un cadre de technologie qui ne se renouvelle pas ou qui va en vieillissant.

II. CE QUI POURRAIT ETRE : CHOIX ET OPTIONS

Dans la planification des transports, les choix sont fonction des objectifs des options et des contraintes :

1. Les objectifs du choix

On a dit plus haut que la fourniture de transports n'est jamais une fin en soi mais un moyen d'améliorer le bien-être de la collectivité. Toutefois, les notions d'utilité publique et de collectivité sont trop vagues pour servir de critères aux auteurs des plans. Le "bien-être" doit être divisé en un certain nombre d'éléments plus opérationnels, et l'on doit définir de façon précise les caractéristiques qu'on entend donner au service envisagé. De même, la notion de "collectivité" doit être divisée en groupes d'intérêts, à chacun desquels correspondent des besoins, des préférences, des espoirs et un poids politique. Leurs buts collectifs doivent être articulés ensemble et exprimés par un ensemble cohérent de critères quantitatifs, pondérés et bien définis.

Beaucoup de ces domaines ont fait l'objet de recherches plus ou moins poussées. On a beaucoup étudié les préférences des consommateurs, mais beaucoup moins les effets extérieurs des systèmes de transport destinés aux différentes couches sociales et leur action sur la qualité de l'environnement. En revanche, on n'a pour ainsi dire jamais abordé l'importante question qui fait l'objet du présent rapport,

à savoir la compatibilité d'un système de transport projeté avec les systèmes existants et leurs successeurs probables ; pourtant, de ce problème peut dépendre tout le cours du développement urbain.

Cette lacune est peut être due en partie à l'ambiguïté de la notion de compatibilité : s'agit-il d'un objectif en elle-même ou bien simplement d'une contrainte qui limite le choix des options ? Peut-être également cette lacune est-elle imputable à la difficulté de faire entrer ce concept dans le domaine opérationnel. Nous verrons qu'il est impossible d'arriver à une mesure de compatibilité simple et générale, sauf dans le cas spécifique de deux systèmes de transport bien définis. Dans ce cas, la compatibilité est fonction de la résistance au changement. Exprimée par le "coût du changement", c'est une contrainte qui pèse sur l'option envisagée. Un aspect plus intéressant de ce problème concerne la compatibilité avec tous les futurs systèmes de transport prévisibles. Ce type de compatibilité, que l'on peut appeler la variabilité des systèmes, ne peut être directement lié à des coûts à court terme ; on doit en faire un objectif pondéré.

2. Les options possibles

Nous étudierons d'abord les différents types d'options qui s'offrent aujourd'hui aux services de planification des transports. Le mot "option", au sens utilisé ici, désigne toujours des choix politiques, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'un état final souhaitable des systèmes de transport urbain, mais plutôt des programmes ou des mesures appelés à modifier les systèmes existants dans un sens déterminé.

2.1. Modification de la demande

La plupart du temps, la planification des transports est axée sur l'offre et traite en quelque sorte la demande de transport comme une variable indépendante. Les planificateurs savent parfaitement que le nombre et la direction des trajets à l'intérieur d'une zone métropolitaine sont eux-mêmes largement fonction des conditions physiques, économiques ou sociales à un moment donné mais il est rare que cette notion soit intégrée dans la méthodologie de la planification.

2.1.1. Planification urbaine

Il existe entre les réseaux de transports et l'utilisation des terres des liens bien connus, qui sont à la base même de la planification des transports : on estime les flux de circulation futurs entre les divers quartiers d'après les prévisions relatives à l'utilisation des terres. On définit ensuite le système de transport le plus apte à satisfaire cette demande. Ce qu'on connaît moins ce sont les effets produits par l'existence de ce système de transport - par l'offre de transport - sur l'utilisation des terres. Pourtant, ces effets sont un élément essentiel du développement urbain dans l'espace. Un quartier qui bénéficie de transports améliorés devient beaucoup plus attrayant. En conséquence, les flux de circulation en provenance ou à destination de cette zone iront en augmentant, il faudra développer encore le système de transport, etc. (Figure 13).

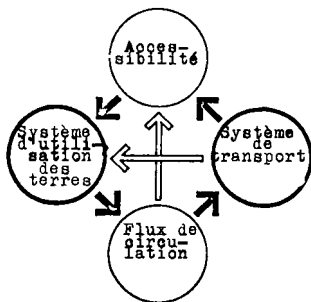


Figure 13 : Utilisation des terres et système de transport

Ce "développement urbain" en spirale prend fin lorsque sont épuisées les possibilités technologiques, les ressources ou la volonté de les utiliser. Beaucoup de grandes villes ont déjà atteint ce stade. Le volume de la circulation dépasse la capacité des grandes artères, les zones les plus sujettes aux embouteillages deviennent beaucoup plus difficiles d'accès, même si l'on accroît les investissements consacrés aux transports. D'autre part, ces investissements absorbent une part croissante des rares terrains urbains. Il en résulte un exode des citadins qui aggrave encore les problèmes d'encombrement : comme il n'est pas possible aujourd'hui d'organiser de bons transports en commun dans des zones à faible densité, leurs habitants sont pratiquement obligés de posséder des voitures et de s'en servir pour aller à leur lieu de travail - resté au centre de la ville.

La planification de l'utilisation des terres est donc un des aspects majeurs de la planification à long terme des transports. Une sélection judicieuse des lieux de travail et d'habitation, une implantation réfléchie des grands centres d'activités et surtout un contrôle efficace de la densité urbaine peuvent beaucoup contribuer à mieux équilibrer la répartition spatiale de la demande de transport - voire à en réduire l'importance globale.

2.1.2. L'étalement des heures de pointe

Beaucoup de problèmes de transport sont des problèmes de pointes et c'est pourquoi une série importante d'options consiste à réduire les encombrements aux heures de pointe en modifiant l'organisation des activités humaines dans le temps. Il suffit de décaler les heures de travail chaque fois que l'on diminue le temps de travail global pour étaler la vague quotidienne des arrivées et des départs. Sur une base hebdomadaire, des week-ends "tournants" - d'ores et déjà prévisibles dans certains pays socialistes - allègeraient les embouteillages du dimanche soir tout en permettant de répartir plus également l'utilisation de l'infrastructure destinée aux activités récréatives et culturelles. Dans les pays où une stricte réglementation régit la durée d'ouverture des magasins, l'assouplissement des horaires de fermeture contribuerait à atténuer les embouteillages qui se forment après cette fermeture ; réciproquement, cet allègement inciterait les salariés à accepter plus volontiers le décalage de leurs heures de travail.

2.1.3. Restrictions légales, prix et fiscalité

Les dispositions légales ont en général une influence restrictive sur la demande de transport. D'ores et déjà, les réglementations relatives au stationnement réduisent très efficacement le nombre des trajets en automobile privée vers le centre de la ville. Quelques municipalités envisagent de fermer à la circulation automobile des quartiers entiers au centre des villes. On envisage de faire payer l'usage de l'infrastructure urbaine. D'autre part, la fiscalité peut servir de stimulant ou de frein : si de fortes taxes frappent les automobiles et l'essence, nombreux seront ceux qui

renonceront à utiliser ce mode de transport. Si les entreprises de transport ne paient que peu ou pas d'impôts, la construction du réseau de transport en sera accélérée et sa situation en matière de concurrence améliorée.

2.1.4. Transformation des habitudes, évolution sociale

En définitive, la demande de transport sera à la fois fonction de l'évolution à long terme des comportements, des styles de vie, des habitudes de travail ou de loisirs, des normes et attitudes sociales. L'heure, l'emplacement et la fréquence selon laquelle les individus vont visiter leurs amis, faire leurs courses ou prendre l'air à la campagne se modifieront dans l'avenir comme ils l'ont déjà fait dans le passé. Toutefois, il est apparu que l'information du public, la persuasion ou l'information du public ont extrêmement peu de chances de modifier dans un sens déterminé à l'avance les habitudes et les attitudes de ce public.

2.2. Modification de l'offre

A long terme, il est peut-être plus efficace et moins coûteux d'agir sur la demande de transports pour planifier les transports, mais cette action ne peut être l'unique solution de tous les problèmes dans ce domaine - surtout pour ce qui concerne les problèmes actuels. Il faut l'intégrer dans un plan général relatif à l'offre de transport. De plus, les modifications de l'offre peuvent permettre de trouver une solution pour le proche avenir et elles constituent le principal domaine de la planification des transports.

Il y a diverses façons de s'y prendre pour modifier l'offre de transport. On peut agir progressivement sur certains éléments du système seulement, qui peuvent être d'ordre technologique, opérationnel ou institutionnel.

2.2.1. Modifications technologiques

Elles portent sur les composants matériels d'un système de transport. Le terme de "modification" peut désigner :

- une nouvelle utilisation des composants ;
- une nouvelle combinaison de composants ;
- l'introduction de composants nouveaux.

Les principaux composants matériels d'un système de transport sont : les voies qui servent aux trajets, le réseau, les correspondances, les véhicules, le système de régulation et les installations auxiliaires. Le Tableau 14 donne le détail de ces composants, indique leurs caractéristiques et leurs modalités. Dans ce contexte, la modification technologique consiste pour une caractéristique donnée, à passer d'une modalité à une autre.

2.2.2. Modifications opérationnelles

Les modifications opérationnelles intéressent toutes les procédures, règles et modalités d'exploitation, de même que le personnel d'un système de transport. Tous ces éléments sont des composants du système de transport au même titre que les composants technologiques ou physiques. La Figure 15 en donne une liste avec leurs caractéristiques et leurs modalités. Dans ce contexte, une modification opérationnelle consiste pour une même caractéristique à passer d'une modalité à une autre.

Composant	Caractéristique	Modalité	Composant	Caractéristique	Modalité
Voie de circulation	Guidage	1. chaussée à deux voies 2. chaussée à 4 voies 3. chaussée à 6 voies 4. autoroute 5. voie à deux rails 6. voie à deux rails, à grand écartement 7. voie à deux rails, sur route 8. monorail 9. rail aérien, léger 10. rail aérien, lourd 11. voie en béton avec système de guidage 12. trottoir roulant 13. coussin d'air 14. champ magnétique 15. transport par air	Véhicules	capacité unitaire	1. 1 voyageur 2. 5 voyageurs 3. 10 voyageurs 4. 50 voyageurs 5. 100 voyageurs 6. 300 voyageurs
	niveaux	1. tunnel 2. à niveau 3. voie surélevée sur piliers 4. voie surélevée sur remblai 5. transport par air		longueur de l'unité	1. 1 m 2. 5 m 3. 10 m 4. 30 m
	emprise	1. étroite 2. large		mode de propulsion	1. moteur à combustion interne 2. moteur électrique 3. moteur linéaire 4. hélice
	gabarit	1. étroit 2. large		suspension	1. roues en acier 2. roues en caoutchouc 3. coussins d'air 4. système magnétique
	alimentation en énergie	1. source située dans le véhicule même 2. par ligne aérienne 3. par rail		convois	1. une seule unité 2. 2 unités 3. jusqu'à 5 unités 4. plus de 5 unités
	tracé	1. à rayon étroit 2. à grand rayon		vitesse	1. jusqu'à 5 km/h 2. jusqu'à 20 km/h 3. jusqu'à 50 km/h 4. jusqu'à 100 km/h 5. jusqu'à 200 km/h 6. plus de 200 km/h
				accélération	1. jusqu'à 0,5 m/par sec. 2. jusqu'à 1,0 m/par sec. 3. jusqu'à 1,5 m/par sec. 4. jusqu'à 3,0 m/par sec. 5. plus de 3,0 m/par sec.
Réseau	intervalles entre les points d'arrêt	1. porte à porte 2. jusqu'à 100 m 3. jusqu'à 500 m 4. jusqu'à 2.000 m 5. plus de 2.000 m		conduite	1. par un agent 2. semi-automatisée 3. automatisée
	intervalles entre les "noeuds" du réseau	1. jusqu'à 100 m 2. jusqu'à 1.000 m 3. jusqu'à 5.000 m 4. plus de 5.000 m		confort	1. aucun voyageur assis 2. jusqu'à 50 % de voyageurs assis 3. plus de 50 % de voyageurs assis 4. Tous voyageurs assis
	lignes	1. plusieurs voies 2. une seule voie 3. pas de voie	Régulation du débit	véhicule	1. feux de circulation 2. block système 3. télécommande
Correspondances ou changements de direction	véhicules	1. embranchement à niveau 2. croisement à niveau 3. correspondance à deux niveaux 4. pas de correspondance		à l'extérieur du véhicule	1. poste de signalisation 2. calculateur central 3. néant
	voyageurs	1. courte distance 2. longue distance 3. changement de niveau 4. changement automatisé 5. pas de changement	Installations auxiliaires	dépôts	1. centralisés 2. décentralisés
				ateliers de réparation	1. centralisés 2. décentralisés

Figure 14 : Composants technologiques

Composant	Caractéristique	Modalité
fonctionnement du service	fréquence	1. 1 véhicule par heure 2. de 1 à 6 véhicules par heure 3. de 6 à 10 véhicules par heure 4. de 10 à 30 véhicules par heure 5. de 30 à 60 véhicules par heure 6. de 60 à 1.500 véhicules par heure 7. plus de 1.500 véhicules par heure 8. service continu
	disponibilité	1. aux heures de pointe 2. toute la journée 3. jour et nuit
	adaptabilité à la demande	1. long délai 2. immédiate 3. aucune
personnel	conduite des véhicules	1. par les usagers 2. 1 conducteur par unité 3. 1 agent par convoi 4. véhicules automatisés
	perception des prix des billets	1. par les conducteurs 2. par des receveurs 3. aux guichets de vente des billets 4. par des machines distributrices 5. rien à payer
	stations	1. chefs de station 2. surveillance par circuit de télévision 3. contrôle automatique
	contrôle de la circulation	1. local 2. centralisé
	entretien	1. par les usagers 2. par des agents 3. par des spécialistes
	réparations	1. pas de réparation 2. petites réparations 3. toutes les réparations
	gestion	1. nombreux agents 2. centralisé

Figure 15 : Composants opérationnels

Composant	Caractéristique	Modalité
Législation des transports	Droits d'exploitation	...
	Obligations des exploitants	...
Normes techniques	Dimensions	...
	Charges	...
	Sécurité	...
	Pollution	...
	Bruit	...
Règlement d'exploitation	Heures de fonctionnement	...
	Règles de sécurité	...
	Vérifications	...
	Permis	...
Règles de circulation	Vitesse	...
	Priorité	...
	Stationnement	...
Fiscalité	Taxes payées par l'utilisateur	...
	Impôts payés par l'exploitant	...
Subventions	Subventions versées à l'utilisateur	...
	Subventions versées à l'exploitant	...

Figure 16 : Composants institutionnels

2.2.3. Modifications institutionnelles

Les modifications institutionnelles intéressent l'environnement d'un système de transport. Tous les systèmes de transport fonctionnent dans le cadre de contraintes institutionnelles : législation des transports, normes techniques, règlements d'exploitation et de circulation. Sur le plan économique, leur existence dépend étroitement de la législation fiscale et des subventions. Ces contraintes sont des composants du système de transport au même titre que les composants technologiques et opérationnels. La Figure 16 énumère quelques-uns de ces composants et de leurs caractéristiques. Dans ce contexte, une modification institutionnelle consiste, pour une caractéristique donnée, à passer d'une modalité à une autre.

2.2.4. Changement de système

Un système de transport est un ensemble combinant diverses caractéristiques et modalités technologiques, opérationnelles et institutionnelles comme celle qui viennent d'être énumérées. Toutefois, on ne peut combiner entre elles n'importe quelles caractéristiques et n'importe quelles modalités, car toutes ne sont pas compatibles entre elles ; certaines modalités d'un composant ne peuvent se combiner qu'avec des modalités déterminées d'un autre composant, à l'exclusion de toutes les autres. Par exemple, un système de transport ferroviaire à grande vitesse et à fréquence élevée exige un système de régulation perfectionné, en l'absence duquel la sécurité ne serait pas assurée.

C'est pourquoi on ne peut envisager de modifier isolément certaines modalités d'un composant technologique, opérationnel ou institutionnel. Tous les composants du système vont être intéressés. En d'autres termes, toute conversion d'un système de transport en un autre, ou d'un ensemble de composants et de modalités en un autre, doit être considérée comme un changement de système.

Cette conclusion élargit quelque peu l'acception du terme "système de transport". On utilise habituellement ce terme comme une simple étiquette explicable à divers modes de transport ("métro") ; mais dans le cas présent, il désigne n'importe quelle combinaison de modalités affectant des composants. En ce sens, on peut dire que deux systèmes de transport sont différents, dès lors qu'ils diffèrent par une au moins des modalités affectant un de leurs composants.

Du point de vue de l'analyse, il n'y a donc aucune raison de faire une distinction entre des modifications peu importantes apportées à l'un des composants d'un système et un changement intégral de système. Par exemple, on peut modifier un système d'autobus (1) en installant des machines distributrices de billets, (2) en augmentant le nombre des voitures, (3) en créant des couloirs de circulation exclusivement réservés aux autobus, ou encore (4) en supprimant complètement les autobus. Toutes ces modifications sont finalement des changements de système.

3. Contraintes s'exerçant sur le choix

Le choix entre plusieurs options en matière de transport sera fonction d'une série de considérations, qui peuvent varier et qu'il convient d'élucider lors de l'évaluation ; on devra résumer d'une façon ou d'une autre les conséquences positives et négatives de chaque option puis les comparer aux coûts de mise en place et d'exploitation du système projeté. Ainsi, les coûts sont essentiellement des contraintes qui pèsent sur le choix des options. Dans le présent chapitre, l'accent sera mis sur le groupe de contraintes qui est lié à la modernisation d'un système de transport - c'est-à-dire sur le coût du changement.

Le coût du changement peut s'étudier sous trois angles : (1) du point de vue des composants, (2) du point de vue du système, (3) du point de vue de l'option. Nous allons montrer que pour la planification, seule la troisième méthode peut dans la pratique fournir des indications utiles.

3.1. Coût du changement du point de vue des composants

Le type le plus général de données concernant le coût du changement est celui qui concerne la flexibilité des composants. Affirmer que "tel composant se prête au changement" signifie que l'on peut apporter de multiples modifications à ce composant. Cette affirmation est d'ordre général, car elle ne donne aucune indication sur l'orientation spécifique du changement envisagé. C'est un jugement général sur la mesure dans laquelle les composants peuvent se prêter ou résister à des changements probables.

On exprime la résistance d'un composant au changement, par le rapport entre le coût du changement et le coût total du système, c'est-à-dire en fonction d'une certaine unité du service. La dernière colonne du Tableau 17 donne le coût du changement par rapport au coût du système, en fonction de :

- la durée d'utilisation du composant
- le coût du composant, comparé au coût total du système
- le coût du changement de composant, comparé au coût de ce composant.

L'effet total du changement d'un composant quelconque sur le coût global du système dépend par conséquent (1) de la durée assignée à l'usage de ce composant, (2) de son importance relative pour le système et (3) de la mesure dans laquelle il se prête au changement. Le remplacement total d'un composant peut donc avoir une incidence minimale sur le coût total d'un système lorsque ce composant est relativement bon marché (par exemple, un arrêt d'autobus), ou lorsqu'il faut en tout état de cause le replacer à des intervalles relativement rapprochés (par exemple, un autobus). Toutefois, si le cycle évolutif de ce composant est relativement long, tout changement même modeste apporté à des composants apparemment mineurs d'un système tend à provoquer des changements importants dans le coût total de ce système (par exemple, un gabarit étroit de tunnel).

Composant	Caractéristique	Modalité	Durée du composant	Coût du composant par rapport au coût du système	Coût du changement par rapport au coût du composant	Coût du changement par rapport au coût du système
Voie de circulation	Guidage	1. chaussée à deux voies	longue	moyen	moyen	moyen
		2. chaussée à 4 voies	longue	moyen	moyen	moyen
		3. chaussée à 6 voies	longue	élevé	moyen	moyen
		4. autoroute	longue	élevé	élevé	élevé
		5. voie à deux rails	longue	moyen	élevé	moyen
		6. voie à deux rails à grand écartement	longue	moyen	élevé	moyen
		7. voie ferrée, sur route	longue	faible	élevé	moyen
		8. monorail	longue	élevé	élevé	élevé
		9. rail aérien léger	moyenne	faible	élevé	élevé
		10. rail aérien lourd	longue	moyen	élevé	élevé
		11. voie en béton avec système de guidage	longue	moyen	élevé	moyen
		12. trottoir roulant	courts	élevé	élevé	élevé
		13. coussin d'air	longue	moyen	élevé	moyen
		14. champ magnétique	moyenne	élevé	élevé	moyen
		15. voie aérienne	-	-	-	-

Figure 17 : Résistance d'un composant (sélectionné) au changement.

L'expérience confirme ces indications. L'évolution du métro de Berlin en fournit un bon exemple : à l'origine, ce système comprenait un certain nombre de lignes en souterrain et de lignes aériennes dont quelques-unes avaient des voies étroites, des courbes à faible rayon et les tunnels à petit gabarit. Ces caractéristiques sont toujours les mêmes actuellement, si bien qu'il a fallu concevoir et construire deux types différents de voitures de métro pour le réseau, un large et rapide et le second étroit et lent.

3.2. Coût du changement du point de vue des systèmes

Si tous les changements de composants sont perçus comme des changements de système, (voir 2.2.4.), il est possible d'étendre le concept de flexibilité des composants à l'ensemble d'un système. La flexibilité d'un système de transport devient alors un indicateur général de son aptitude au changement, mais le sens du changement n'est toujours pas spécifié par cet indicateur.

La Figure 18 donne quelques indications générales sur la flexibilité des systèmes, sous forme de profils de flexibilité.

Les lignes de la Figure 18 représentent les caractéristiques technologiques, opérationnelles et institutionnelles des composants des systèmes de transport, tels qu'ils ressortent des Figures 14, 15 et 16. Chaque colonne représente le profil de flexibilité d'un système de transport, existant ou en projet (1). La largeur de la barre noire indique la résistance au changement de chaque caractéristique d'un composant, telle qu'elle a été évaluée au Chapitre 3.1. Aucune indication n'est donnée sur le sens du changement (ou de l'option), si bien qu'une fois encore les renseignements communiqués ne représentent qu'une mesure moyenne de la résistance à des changements probables.

3.3. Coût des options

Les observations relatives à la flexibilité des composants d'un système (3.1.) ou des systèmes eux-mêmes (3.2.) ne peuvent être que des observations générales : elles ne permettent pas d'estimer ce que serait la résistance probable au changement si l'on mettait à exécution une option déterminée.

Nous avons défini les options comme des programmes ou des mesures qui modifient le système de transport existant dans un sens souhaité ; ces programmes ou ces mesures ont pour résultat de créer un nouveau système de transport. Le coût d'une option est donc égal au coût de la conversion. Ainsi conçue, la notion de flexibilité devient opérationnelle et prend une signification plus nette.

(1) Quelques caractéristiques sélectionnées des futurs moyens de transport figurant dans cette analyse sont résumées en annexe.

		Méto	Réseau express	Tramway	Monorail type Alweg	Aérotrain	Mini-car public	Autobus	Trolley- bus	Autobus à la demande	Système d'auto- mobiles publiques	automobile privée	Voie express pour automobile	Automobile bi-modale	Autobus bi-modal	Trottoir roulant lent	Trottoir roulant rapide	Hélicoptère
		F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.	F. M. H.
Composants technologiques	Voie de circulation																	
	Guidage																	
	Profil en long																	
	Emprise																	
	Profil en travers																	
	Fourniture d'énergie																	
	Tracé																	
	Réseau																	
	Intervalle entre les stations																	
	Intervalle entre les noeuds du réseau																	
	Lignes																	
	Changements de direction																	
	Véhicules																	
	Voyageurs																	
	Capacité unitaire																	
	Longueur de l'unité																	
	Propulsion																	
	Suspension																	
	Rames																	
	Vitesse																	
	Accélération																	
	Commande																	
	Confort																	
Composants opérationnels	Régulation du débit																	
	Sur le véhicule																	
	A l'extérieur du véhicule																	
	Installations auxiliaires																	
	Dépôts																	
	Ateliers de réparation																	
	Fonctionnement du service																	
	Fréquence																	
	Disponibilité																	
	Adaptabilité																	
Composants institutionnels	Personnel																	
	Conduite																	
	Perception des prix du trajet																	
	Stations																	
	Surveillance																	
	Entretien																	
	Réparations																	
	Gestion																	
	Législation des transports																	
	Droits d'exploitation																	
	Obligations des exploitants																	
	Normes techniques																	
	Dimensions																	
	Charge																	
	Sécurité																	
	Pollution																	
	Bruit																	
	Règlements d'exploitation																	
	Heures de fonctionnement																	
	Instructions de sécurité																	
	Vérifications																	
	Permis																	
	Règles de circulation																	
	Vitesse																	
	Priorité																	
	Stationnement																	
	Fiscalité																	
	Taxe versée par l'utilisateur																	
	Taxe versée par l'exploitant																	
	Subventions																	
	Subventions à l'utilisateur																	
	Subventions à l'exploitant																	

Figure 18 : Résistance d'un système au changement

F. = faible, M = moyen, H = haut.

Soit, par exemple, un système de transport S_i , que caractérisent les modalités attribuées à ses caractéristiques

x_{ki} $k = 1, \dots, n$, soit :

$$S_i = \{x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}\}$$

La mise à exécution d'une option convertit le système S_i en S_j , système dont les caractéristiques sont x_{kj} , ce qui donne :

$$S_j = \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}\}$$

Pour obtenir ce changement de système, on convertit chaque caractéristique x_{ki} du système S_i en caractéristique correspondante x_{kj} du système S_j . Chaque transfert détermine un "coût de changement" spécifique, c_{kij} . Ce coût peut être d'ordre technologique, opérationnel ou institutionnel.

Le coût total de transformation d'un système (ou le coût d'une option) comprend le coût des divers éléments c_{kij} . Pour rendre ces éléments comparables, on leur applique un vecteur de pondération w_k . Le coût total de la transformation C_{ij} est le suivant :

$$C_{ij} = \sum_k c_{kij} \cdot w_k$$

Sa valeur indique la résistance de tel système de transport existant à l'application de telle option.

Cet examen, concentré ici sur deux systèmes de transport donnés (ou sur une option spécifique), peut être étendu au cas général de la conversion de chacun des systèmes dans chacun des autres systèmes. On peut alors écrire comme suit la matrice générale C du coût du changement :

$$C = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & . & j & . & . & . & . & m \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ . \\ . \\ . \\ . \\ i \\ . \\ . \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & & & & & & & & \\ & 0 & & & & & & & \\ & & 0 & & & & & & \\ & & & c_{ij} & & & & & \\ & & & & 0 & & & & \\ & & & & & 0 & & & \\ & & & & & & 0 & & \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Il est évident que les cases de cette matrice ne seront pas toutes remplies.

La Figure 19 donne à titre d'exemple, un calcul très simple du coût du changement. On a choisi à cette fin une série d'options ou de systèmes de transport classés par paires. Le coût du changement est spécifié par rapport aux composants technologiques, opérationnels et institutionnels des deux systèmes de transport. En pareil cas, des cotes sont assignées aux composants de chaque secteur. Ces cotes indiquent le coût du changement de chaque composant, soit c_{kij} . Ces cotes varient entre zéro (coût nul) et 10 (coût maximal) suivant l'option considérée (Figure 19a) (1).

Dans chaque secteur, les cotes sont comparables ce qui permet de combiner les cotes assignées aux composants dans chacune des trois catégories et d'en tirer un indicateur des coûts de changement correspondant à chacun (Figure 19b).

(1) Dans la pratique, on utilisera des unités monétaires et/ou une mesure d'utilité.

OPTIONS	TECHNOLOGIE				FONCTIONNEMENT			CARE INSTITUTIONNEL			TECHNOLOGIE	FONCTIONNEMENT	INSTITUTION	
	Voie de circulation	Réseau	Changement de direction ou correspondance)	Véhicule	Régulation du débit	Installations auxiliaires	Opérations	Personnel	Normes techniques	Règlement d'exploitation				Règles de circulation
1 D'autobus à trolleybus				0,1		0,1	2,1	0,7				0,2 0,2	2,8 1,9	0,0 0,0
2 D'autobus à autobus circulant en site propre	6,0						2,1	4,3			10,0	6,0 4,2	6,4 4,3	10,0 8,3
3 D'autobus à autobus à la demande				0,1	0,2	0,1	10,0	5,0	4,0	4,0		0,4 0,3	15,0 10,0	8,0 8,6
4 D'autobus à autobus bi-modal	8,5			0,1			2,1		6,0		6,0	8,6 7,4	2,1 1,4	12,0 10,0
5 De métro en réseau express, très rapide à haute fréquence	7,5			1,5			2,9		4,0			8,0 7,2	3,9 1,9	4,0 4,0
6 De métro en métro (système Coup)			5,0	1,2		0,3		0,7	2,0			6,5 2,8	0,7 0,2	2,0 1,8
7 De métro en système de minicars	2,0	10,0		0,4		0,8	2,9	6,3	2,0	2,0	4,0	13,1 10,0	9,2 8,2	8,0 8,0
8 De métro en trottoir roulant rapide	6,2	0,7				0,1		2,9	2,0	6,0		7,2 5,3	2,9 1,9	8,0 8,0

a - Au niveau du composant.

b - Au niveau du secteur

Figure 19 : Coût des options

Les cotes attribuées aux caractéristiques technologiques tiennent compte des investissements effectivement nécessaires pour mettre à exécution une option spécifiée ("la plus coûteuse" reçoit la cote 10). Les caractéristiques opérationnelles et institutionnelles sont cotées d'après l'opinion des experts ("la plus forte résistance" est cotée 10).

Les coûts technologiques, opérationnels et institutionnels du changement peuvent être liés les uns aux autres dans un espace coordonné à trois dimensions (Figure 20). Chaque point représente une option ou une série de cotes assignées à la résistance technologique, opérationnelle et institutionnelle. Cette méthode permet d'illustrer le coût relatif de chaque option et le poids relatif du coût du changement dans chaque secteur.

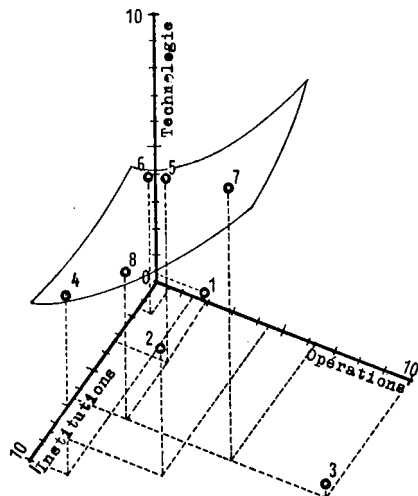


Figure 20 : Surface représentant le coût des options

Il semble probable que, pour différents systèmes existants, les points correspondant au coût des diverses options auront une distribution caractéristique : la diversité des degrés de résistance technologique, opérationnelle et institutionnelle des systèmes de transport devrait permettre d'isoler les propriétés qui caractérisent les systèmes par rapport au changement.

4. Conclusion : Influence de l'infrastructure actuelle des transports sur le choix de nouvelles options dans ce domaine

De ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes : l'influence de l'infrastructure actuelle des transports sur le choix de nouvelles options peut s'exprimer en termes de résistance technologique, opérationnelle et institutionnelle au changement.

Cet examen de la résistance au changement doit s'effectuer à trois niveaux :

- (1) La résistance au changement doit être considérée comme une contrainte qui limite le choix des options. Elle s'apprécie d'après le "coût du changement".
- (2) Il n'y a pas de mesure unique et générale du "coût du changement". Si l'orientation du changement n'est pas spécifiée, le "coût du changement" ne donne qu'une mesure globale de la résistance au changement. Cette résistance peut être celle des

composants du système ou celle de l'ensemble du système. La notion de flexibilité par rapport au changement et la mesure du "coût du changement" prennent un caractère opérationnel au niveau des options. Il n'est possible de calculer le "coût du changement" que si l'on définit un stade spécifique auquel on entend porter un système existant. Le coût d'une option représente l'influence du système existant sur le choix de cette option.

- (3) Le coût d'une option, autrement dit le "coût de conversion" d'un état à l'autre d'un système de transport n'indique que l'influence à court terme d'un système sur le choix des options. La planification des transports est une activité dont l'horizon temporel se situe dans un avenir éloigné ; les planificateurs doivent donc étudier l'influence des mesures qu'ils envisagent sur toute la série des mesures qui pourraient suivre à l'avenir. Autrement dit, il faut élargir la notion de flexibilité pour tenir compte de tous les successeurs probables d'un système de transport, tels qu'ils ont été définis pour l'avenir. Cet indicateur, en mesurant la "variabilité", aidera à évaluer jusqu'à quel point un système se prête à de futurs changements.

Les pages suivantes contiennent un certain nombre de recommandations établies à partir des présentes conclusions.

III. RECOMMANDATIONS

Dans les pages qui précèdent, on s'est efforcé de déterminer l'influence ou les contraintes qu'exercent sur notre action le passé et le présent lorsqu'on s'efforce de définir le système futur des transports urbains. Malgré son importance en matière de planification, cette question a rarement fait l'objet d'une étude explicite.

Pour en apprécier toute la portée, il est bon de rappeler certaines des observations déjà formulées :

(1) La planification intervient dans un climat de changement et d'incertitude

Des changements sociaux, économiques, institutionnels et technologiques rapides peuvent obliger à modifier à des intervalles toujours plus rapprochés le système de transport existant pour l'adapter à cette évolution et en orienter les étapes.

Comme les discontinuités ne font que s'aggraver il est de plus en plus difficile de prévoir ce que seront les systèmes de transport de l'avenir et le sens dans lequel ils se développeront.

(2) L'interdépendance des actions de planification

Les avantages des mesures concernant tel ou tel système de transport spécifique dépendent en partie des actions qui seront exécutées simultanément dans d'autres systèmes de transport.

Les mesures prises aujourd'hui ou demain peuvent influencer de façon plus ou moins bénéfique sur celles de l'avenir.

(3) Etendue et irréversibilité des politiques de planification

La mise en oeuvre des politiques de planification dans l'industrie des transports urbains exige de très gros investissements.

Les rigidités d'ordre technologique, opérationnel et institutionnel confèrent à ces investissements, une fois effectués, un caractère de rigidité, de sorte que le coût de leur changement devient très élevé.

Dans ce dernier chapitre, on examinera rapidement les conséquences de cette situation pour la planification des transports urbains. On essaiera, ce faisant, de lier le sujet principal du présent document au processus de planification des transports, dans lequel il prend tout son sens et sa pertinence.

1. Les différentes étapes de la décision

Lorsqu'il exerce son choix entre certaines options en vue de moderniser un système de transport urbain, le planificateur doit tenir compte de l'incertitude des investissements en matière de transport de leur interdépendance et de leur rigidité.

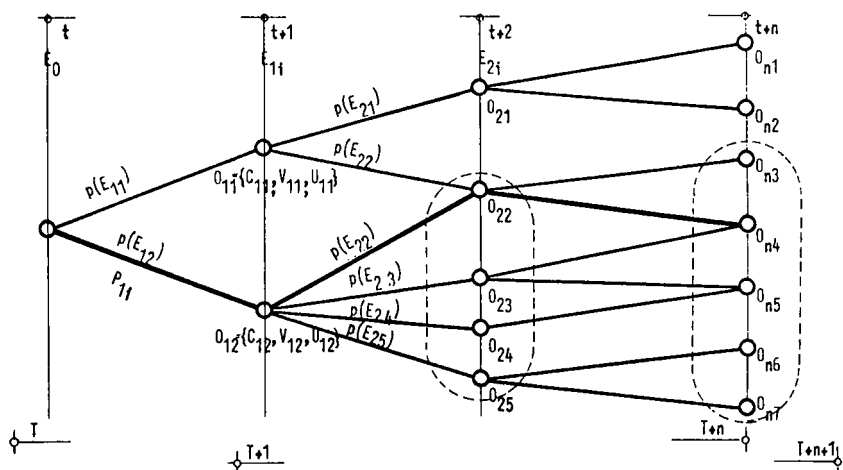
Lorsqu'il porte son regard vers l'avenir, le planificateur peut distinguer trois phases dans le processus de conversion à venir (1) : pendant une première période de courte durée, dite période d'inertie, il n'est guère possible de modifier le cours des événements. Dans un avenir un peu plus éloigné, que nous appellerons la période du choix, la planification permet de mieux en mieux d'imprimer à l'évolution l'orientation désirée. La dernière période dite période d'incertitude, se situe dans un avenir très lointain, si bien qu'on ne peut actuellement définir que des objectifs généraux. C'est seulement lorsque cette période se rapprochera que l'on pourra peu à peu préciser la "trajectoire" à venir.

La planification des transports doit englober toutes ces phases : à court terme, elle doit s'efforcer de tirer le maximum des installations actuelles ; à moyen terme, elle doit s'attacher à moderniser progressivement les systèmes existants ; à long terme, on peut faire intervenir des objectifs plus spéculatifs.

(1) J. Platt "How men can shape their future", Futures, Vol. 3, N° 1, mars 1971.

Ce processus évolutif peut se représenter par un arbre de décision, dont les caractéristiques sont les suivantes (Figure 21) :

- la période de planification va du moment présent jusqu'à un futur éloigné et se présente comme un enchaînement de phases (programme prévoyant une série d'actions échelonnées dans le temps) ;
- ces actions sont conçues comme des cheminements qui ménagent une transition entre le système de transport actuel et un certain état futur souhaité ;
- les options qui définissent ces stratégies sont exécutées étape par étape. On calcule le coût de la conversion d'un stade à l'autre du système pour connaître le coût du changement. En outre, on estime le coût du passage d'un état donné du système à tous les états probables, afin de mesurer jusqu'à quel point ce système se prête au changement (variabilité) ;
- des informations sont recueillies continuellement, afin de vérifier aussi bien l'état du système de transport que celui de l'environnement ; ces données serviront de base à un examen critique et à une révision des plans ;
- lorsqu'une option est mise à exécution, l'horizon de la planification avance d'une étape vers l'avenir.



- $T \quad T + n$ période de planification
- $t \quad t + 1$ période de mise en oeuvre
- t moment de la décision
- E_{1i} état de l'environnement au temps $t + 1$, assorti d'estimations subjectives sur son état véritable, soit une probabilité $p(E_{1i})$
- O_{1i} "option" au temps $t + 1$ (l'option désigne ici l'état du système de transport une fois la modification introduite), assortie du "coût du changement", de la "variabilité" et de l'"utilité" prévus. Pour chaque état de l'environnement, on définit une gamme d'options
- C_{1i} "coût du changement" = coût du passage de l'état du système au temps t à son état au temps $t + 1$.
- V_{1i} "variabilité" = indicateur de la convertibilité du système pris au temps t dans tous ses états ultérieurs correspondant aux temps $t + 1, t + 2 \dots t + n$, tels qu'ils ont été définis en t .

La variabilité se mesure sur chaque coût de conversion d'un état à un autre, ces divers coûts étant pondérés par la probabilité, actualisée au moment t que d'autres environnements possibles se réalisent. Dans la Figure 21, on a entouré d'un cercle la série d'options à inclure dans V_{12} . Les valeurs pondérées de C_{1i} et de V_{1i} donnent le coût total de l'option O_{1i} :

$$C_{1i}^* = a.C_{1i} + (1 - a). V_{1i}$$

Le choix du coefficient a a déterminé le poids que le responsable de la décision a l'intention d'assigner à l'"aptitude" de sa planification à subir les changements futurs, par rapport aux dépenses à court terme.

U_{1i} "utilité" = avantage net de l'option O_{1i} pour le décideur

P_{1i} cheminement = enchaînement des options $O_{1i} + O_{2i}, \dots O_{ni}$ qui permettront d'atteindre l'état souhaité du système au moment $t + n$

Figure 21 : Arbre de décision

2. Planification évolutive

La notion de planification évolutive est indispensable à l'introduction de l'innovation dans le processus de planification des transports. Cette planification évolutive a pour objet :

- d'intégrer les systèmes nouveaux dans les systèmes existants ;
- de progresser méthodiquement vers un certain état souhaité, en une succession d'actions secondaires, individuellement cohérentes, conçues comme des stratégies échelonnées dans le temps ;
- de réviser le plan quand de nouvelles données l'exigent et de guider l'évolution, en partant de la complexité du système et de son échelle, pour atteindre le niveau de service souhaité ;
- d'abaisser ainsi le coût du changement et de passer plus aisément à diverses configurations de systèmes ;
- de réduire la part de risque qui s'attache à la mise en oeuvre d'un seul système de grande envergure en une seule étape.

Voici quelques exemples de développement évolutif "dirigé" :

- (1) Tout d'abord, une succession d'étapes en vue de mettre en place des transports urbains automatisés à partir des transports actuels par autobus (1) :

(1) S. Breuning "Automated Highways, The problems of Transition to Fully automated Intra-and Inter-City Travel, High Speed Ground Transportation", Carnegie-Mellon Institute 1969

- (1) création d'emprises à l'usage exclusif des véhicules de transports en commun (site propre) ;
- (2) installation d'un système de guidage destiné à maintenir les véhicules sur une piste étroite ;
- (3) mise en place de structures normalisées pour séparer les bifurcations de la voie de circulation aux endroits où se forment des embouteillages ;
- (4) acquisition d'un espace aérien entre les constructions ;
- (5) espacement automatique des véhicules circulant sur les pistes (système de cantonnement, dispositif de détection des obstacles, etc.) ;
- (6) contrôle d'insertion des véhicules à leur entrée sur la piste ;
- (7) système automatique d'aiguillage pour les véhicules qui quittent la piste ;
- (8) créations d'arrêts d'autobus à l'extérieur de la piste, sur des voies latérales ;
- (9) créations d'itinéraires effluents pour réseau minimal ;
- (10) suppression des arrêts sur la piste ;
- (11) création d'accès à la piste, à partir du réseau des voies publiques ;
- (12) admission de certains véhicules privés sur la piste ;

- (13) raccordement de la piste à des voies de garage ;
 - (14) mise en service de véhicules de louage pour utilisation bi-modale, sur la piste et à l'extérieur ;
 - (15) mise en service de véhicules individuels de louage, destinés à circuler exclusivement sur la piste.
- (2) La transformation par étapes d'une voie ferrée en piste automatisée peut permettre dans la plupart des grandes villes, de tirer parti des infrastructures actuelles. Les transports de voitures par le train, l'exploitation bi-modale des autobus, les wagons plats et les palettes automatisées, les voitures bi-modales, etc. pourraient inciter à autoriser les entreprises privées de transport en commun à utiliser également ces emprises.
- (3) Dans les quartiers urbains, on pourrait créer progressivement, à partir d'un système de véhicules individuels, un système de transports automatisés, en procédant comme suit (1) :
- (1) mise à disposition de chaque usager à proximité de son domicile de petits véhicules individuels (électriques ?) ;

(1) S. Breuning, op. cit.

- (2) utilisation en location de ces véhicules individuels loués pour un trajet unidirectionnel (abandon au point de destination, à l'intérieur de la zone du service) ;
- (3) guidage automatique des véhicules sur une piste en site propre ;
- (4) artères séparées, équipées de pistes distinctes pour les véhicules locaux sur les grandes artères ;
- (5) prise d'énergie et recharge des batteries à partir de la piste ;
- (6) contrôle automatique de la vitesse et de l'espacement sur la piste ;
- (7) réseau de pistes avec changements de direction manuels ;
- (8) changements automatiques de direction (à l'entrée et à la sortie) ;
- (9) régulation de la circulation sur le réseau ;
- (10) admission d'autres véhicules sur la piste (voitures bi-modales) ;
- (11) moyens de stationnement associés à l'utilisation de la piste ;
- (12) service de ramassage et de livraison automatisé (sans conducteur).

3. Une conception souple

Dès le départ, il faut que l'infrastructure soit conçue pour être flexible pour disposer d'une large gamme d'options et diminuer le coût du passage d'un stade à l'autre du système :

- pour qu'il y ait flexibilité dans le temps, il faut que la durée d'utilisation matérielle de l'infrastructure des transports se rapproche de sa durée économique et fonctionnelle ;
- pour qu'il y ait flexibilité dans l'espace, il faut atténuer la rigidité de l'infrastructure et augmenter l'interchangeabilité et les possibilités de réemploi de ses composants ;
- pour qu'il y ait flexibilité économique, il faut réduire le volume des investissements fixes et raccourcir la durée des amortissements ;
- pour qu'il y ait flexibilité fonctionnelle, il faut prévoir une certaine adaptabilité des composants, des possibilités de combinaisons et un surcroît d'équipement qui permettent de modifier aisément les itinéraires, les changements de direction, les horaires d'acheminement et les autres modalités d'un service.

En matière de planification des transports, il est fréquent que l'on consente aujourd'hui un surcroît d'investissements pour assurer le fonctionnement d'un système futur, même si cet équipement doit rester inutilisé jusqu'à ce que le système ait progressé dans son évolution. Des emprises spacieuses, des ponts équipés d'un second tablier

permettant ultérieurement d'ajouter des voies supplémentaires, des systèmes de commande ultra-perfectionnés, ou une voie ferrée surdimensionnée, afin de pouvoir l'exploiter plus tard à grande vitesse, des tramways souterrains équipés de quais de grande longueur et des dispositions destinées à permettre d'agrandir les tunnels afin de pouvoir ultérieurement les transformer en métro.

Toutefois, il ne faudrait pas que la flexibilité ait pour unique objet de permettre de développer le système dans un sens déterminé à l'avance, fixé dès le début. Il faudrait que la flexibilité permette de réagir à toute une série de futurs états probables, chacun pouvant obliger à modifier le système suivant des modalités spécifiques.

4. Recherche et expérimentations

La recherche de l'information est un des moyens qui permettent de réduire l'incertitude. L'objet de cet exercice est de mieux déterminer le "véritable" état de l'environnement et de multiplier les chances d'arriver à des options appropriées. Selon la théorie de la décision, les coûts et les avantages des diverses stratégies qu'on peut envisager pour recueillir des informations, doivent être comparés directement à ceux des options en matière d'investissement (1).

(1) W.F. Johnson "Decision Theoretic Techniques for Information Acquisition in Transportation Planning", M.I.T., Cambridge, Massachussetts, 1969.

La planification des transports nécessite différents types d'information concernant :

- (1) la demande de transport :
 - volume et répartition de la demande,
 - types de service nécessaires aux voyageurs,
- (2) les caractéristiques des systèmes de transport :
 - technologie, coût et qualité de service propres à chaque système de transport,
 - coût du changement d'un système de transport à un autre,
- (3) les répercussions des systèmes de transport :
 - effets extérieurs de ces systèmes,
 - besoins de la société.

Dans le présent rapport, on a surtout insisté sur les caractéristiques des systèmes de transport eux-mêmes. Il faudrait absolument disposer de données sur les propriétés des systèmes de transport présents et futurs, tant sur le plan technologique, que sur celui des coûts et du service, afin de pouvoir établir en connaissance de cause des arbitrages entre les différentes politiques d'exploitation, les différentes qualités de service, les techniques et les coûts. On a fort peu étudié le coût du changement d'un système de transport à un autre, fût-ce en termes quantitatifs ; pourtant, comme on l'a montré plus haut, des politiques rationnelles d'investissement doivent pouvoir s'appuyer sur des données précises concernant le coût technologique, opérationnel et institutionnel du changement.

Le planificateur dispose de méthodes très diverses pour recueillir les informations dont il a besoin ; la plupart relèvent de l'extrapolation. Toutefois, quand les changements de l'environnement ne sont pas marginaux et qu'on étudie de nouveaux systèmes de transport dotés de propriétés qui n'existaient pas auparavant, on ne peut se contenter d'extrapolations pour explorer l'avenir. En pareil cas, des expériences faites dans des conditions réelles de même que les méthodes de simulation présentent des avantages appréciables.

L'expérimentation dans des conditions réelles d'utilisation est une stratégie qui permet d'élargir la gamme des options concernant les systèmes de transport. Elle nous permet d'enrichir nos connaissances sur les coûts et les avantages correspondant à telle ou telle modification des systèmes existants. De nouveaux systèmes sont essayés dans des conditions réelles d'utilisation afin de définir les performances de plusieurs configurations possibles et celles qui répondent à la demande des gens. Or, l'imagination des gens est fonction du monde qu'ils connaissent. L'expérimentation permet de leur enseigner de nouveaux modes de vie et de mesurer jusqu'à quel point ils sont prêts à les adopter. On peut en déduire des politiques propres à minimiser la résistance au changement et en déduire les coûts à prévoir en cas de réalisation.

Ces expériences en milieu réel sont le meilleur moyen d'essayer les nouvelles options de transport, mais elles n'ont pas que des avantages : elles comprennent une part de risque, leur échec peut entraîner des débours éle-

vés, elles peuvent ne pas être efficaces sur une petite échelle, on ne peut supprimer de nombreuses influences perturbatrices, et, partant, l'application des résultats ainsi obtenus à d'autres situations peut être hasardeuse.

La simulation mathématique est un type d'expérimentation où c'est l'ordinateur qui pratique l'expérience à l'aide d'un modèle logique, qui se substitue à la réalité elle-même. Cette méthode a de grands avantages, l'expérimentation ne se limite pas à une option particulière de transport et l'on peut, au contraire, appliquer de nombreuses options différentes à l'environnement urbain considéré. Des expériences qui, en milieu réel, sont obligatoirement à court terme et à un échelon modeste peuvent désormais englober toute la zone urbaine et tenir explicitement compte du facteur temps et de l'incertitude des décisions futures. Comme ces exercices sont relativement peu dispendieux, le pourcentage de risques reste faible et l'on évite ainsi d'engager des ressources en faveur d'une solution dont on ignore le mérite.

Naturellement, ni l'expérimentation en milieu réel ni la simulation mathématique ne pourront jamais entièrement faire disparaître la part du risque et de l'incertitude. Toutefois, un exercice de simulation exécuté avec soin devrait fournir des renseignements importants sur les incidences les plus probables de plusieurs types d'actions possibles. Pour y parvenir, il ne faut pas trop restreindre la portée de l'exercice de simulation. Il faut qu'il comprenne, outre l'industrie des transports, l'ensemble du système urbain dans la mesure où il est affecté par cette industrie qui se trouvera ainsi intégrée dans le cadre général d'une planification du développement urbain.

A N N E X E S

SYSTEME DE TRANSPORTS ACTUELS											
Unité	PISTE FIXE					CIRCULATION SUR LA VOIE PUBLIQUE			ESPACE AERIEN		
	Tramway	Tramway souterrain	Méto	Réseau express	Trottoir roulant pour piétons	Autobus	Automobile				
Niveau de la voie de circulation Voie surélevée/de plain pied/souterraine	0 / 100 / 0	5 / 75 / 20	5 / 25 / 70	10 / 60 / 30		5 / 95 / 5	5 / 90 / 5	0 / 0 / 100			
Voie de circulation	2 rails	2 rails	2 rails	2 rails				Espace aérien			
Mode de guidage	roues en acier	roues en acier	roues en acier	roues en acier	bande transporteuse	pneumatiques	Voie publique pneumatiques				
Véhicule : longueur/largeur	31,0 / 2,5	31,0 / 2,5	30,0 / 2,8	30,0 / 3,0	- / 2,0	18,0 / 2,5	4,0 / 2,0	10,0 / 3,0			
Mode de propulsion	moteur électrique	moteur électrique	moteur électrique	moteur électrique	moteur électrique	moteur à combustion interne	moteur à combustion interne	moteur à combustion interne			
Vitesse maximale	60	60	80	120	3,6	80	110 - 250	400			
Vitesse moyenne	8 - 18	22	32	50	3,6	15 - 20	20 - 40	150			
Capacité par véhicule	290	290	350 - 400	250	7.000 - 16.000	110 - 160	5	30			
Capacité par voie et par heure	9.000	12.000	48.000	75.000	7.000 - 16.000	6.600 - 10.000	1.200 - 2.000	2.000			
Nombre de véhicules maximal par convoi	2	2	5	5		1	1	1			
Superficie nécessaire par kilomètre de voie	160	200	200	4.000	1.200 - 2.500	3.000	2.500				
Superficie nécessaire par voyageur et par kilomètre de voie	0,32	0,35	0,60	5		0,5	21				
Investissement par kilomètre de système	750.000	18.000.000	30 - 50.000.000	5 - 8.000.000		150.000	400.000				
Investissement par unité de matériel roulant	390.000	390.000	600.000	1.000.000		70 - 170.000	5 - 30.000				

Annexe 1 : Caractéristiques des systèmes de transport actuels

SYSTEMES DE TRANSPORT PROJETES									
	Unité	Aérotrein	Monorail	Mini-car public	Trottoir roulant (rapide) pour piétons	Autobus bi-modal	Automobile bi-modale	Autobus à la demande	Système d'automobile public (SAP)
Niveau de la voie de circulation	%	100 / 0 / 0	100 / 0 / 0	100 / 0 / 0	40 / 40 / 20	0 / 80 / 20	0 / 100 / 0	0 / 100 / 0	0 / 100 / 0
Voie surélevée/de plain pied/souterraine									
Voie de circulation		Poutre en béton	poutre en béton	rail aérien	bande caoutchoutée	voie publique, piste en béton	voie publique, rail	voie publique	voie publique
Mode de guidage		coussin d'air	pneumatiques	roue de suspension en acier		pneumatiques/guidage sur rail	pneumatiques	pneumatiques	pneumatiques
Véhicule :									
longueur/largeur	en m	14,40 / 2,80	27,50 / 3,00	1,00 / 1,00		9,00 / 3,10	3,00 / 1,70	6,00 / 2,00	3,00 / 1,70
Mode de propulsion		moteur linéaire à induction	moteur électrique	moteur électrique	moteur électrique	moteur électrique/moteur à combustion interne	moteur électrique	moteur à combustion interne	moteur électrique
Vitesse maximale	en km/h	250	120	36	18	100	60	100	80
Vitesse moyenne	en km/h	120	36	32	18	36	36	25	25
Capacité par véhicule	nbre de voyageurs	44	300	1	-	125	2	12	2
Capacité par voie et par heure	nbre de voyageurs	4.000	38.000	20.000	72.000	30.000	2.300	720	1.300
Nombre de véhicules par convoi	nbre maximal d'unités	1	2	40	-	4	1	1	1
Superficie nécessaire par kilomètre de voie	en m ²	3.400	400	150	1.500	3.200	2.000	2.500	2.000
Superficie nécessaire par voyageur et par kilomètre de voie	en m ²	113	0,35	0,23	0,3	3,6	25	15	25
Investissement par kilomètre de système	en DM	1.500.000	10.000.000	1.000.000	3.000.000	150.000	200.000	150.000	150.000
Investissement par unité de matériel roulant	en DM			2.000		30.000	4.000	20.000	4.000

Annexe 2 : Caractéristiques des systèmes de transport projetés

SYNTHESE DE LA DISCUSSION

Principales conclusions des débats

L'adoption d'une innovation ne peut être envisagée dans les zones urbaines que si elle présente des avantages réels. Cette innovation peut porter sur la conception de l'équipement ou sur les pratiques opérationnelles et commerciales. Pour l'économiste, qui veut évaluer les possibilités d'investissements, le plus difficile est de se faire une idée satisfaisante de l'orientation et de l'incidence des changements qui interviendront dans la structure des zones urbaines. On a étudié la possibilité de concevoir des projets qui puissent s'adapter à l'évolution, mais on s'est aperçu qu'il était difficile d'intégrer ce concept dans un système opérationnel. Si l'on veut rendre le marché plus perméable aux innovations urbaines, il faut réduire les obstacles aux changements qui sont dûs à des problèmes de financement et au conservatisme des administrations. Pour améliorer cette situation, des dispositions devraient être prises pour faciliter la mise à l'essai de nouveaux systèmes dans les villes ou sur des parcours expérimentaux. Un effort coordonné à l'échelon européen en vue de promouvoir et de garantir de nouvelles techniques atténuerait un bon nombre des difficultés auxquelles se heurte la diffusion de nouvelles techniques. Comme les problèmes des grandes agglomérations européennes se concentrent sur certains points bien identifiés, la possibilité d'élaborer et d'expérimenter de nouveaux modes de transport grâce à des efforts conjugués est plus grande que jamais.

Les problèmes que l'on rencontre lorsqu'on veut introduire de nouveaux systèmes de transport dans une agglomération où existe déjà tout un complexe d'équipements et de méthodes font intervenir tout une série de facteurs qui

touchent au financement, à la gestion et à la psychologie. Dans une situation commerciale ou de marché libre, le processus d'innovation est orienté par la recherche du profit qu'on peut tirer de la mise au point d'idées nouvelles. Dans le cas de l'urbanisation, cependant, le mobile que constitue la maximisation du profit est remplacé par un ensemble beaucoup plus complexe d'objectifs qui interviennent dans la prise de décision; on s'efforce de tenir compte des divers facteurs qui entrent en ligne de compte dans les décisions d'ordre politique (ces facteurs ont trait à la maximisation du bien-être et aux divers éléments dont elle dépend). Cette transformation radicale du processus normal de décision revêt une grande importance dans le cas de l'innovation et exige une analyse approfondie de la façon dont s'élabore la politique dans le contexte urbain.

1. L'innovation et son climat

Les possibilités d'innovation sont déterminées, dans une grande mesure, par les idées et les théories qui ont cours à l'époque considérée. Dans le domaine technique, l'éducation et la formation des ingénieurs peut constituer un obstacle, que les idées nouvelles doivent franchir avant que des systèmes fondamentalement nouveaux, et non de simples modifications des systèmes en usage, aient des chances de s'imposer.

Cette constatation a conduit les économistes à mettre au point le modèle dit de ("abstract mode" model) "mode abstrait" qui permet de représenter les besoins du public en faisant abstraction des modes de transport; les critères utilisés pour évaluer une formule nouvelle se rapportent notamment au temps, au coût et au confort. Cette méthode, originaire des Etats-Unis, a été utilisée

lors des études relatives au Corridor Nord-Est (1). Elle permet d'échapper aux contraintes imposées par les conceptions actuelles de la technologie et met l'accent sur les besoins des usagers et sur les caractéristiques (indépendantes des différents modes) à réaliser pour satisfaire ces besoins. Cette approche a été recommandée parce qu'elle aboutit à des "objectifs" qui permettent de définir le critère général grâce auquel on pourra mesurer les résultats des techniques nouvelles.

2. Les villes nouvelles - possibilités et contraintes en matière d'innovation

On s'est beaucoup intéressé aux possibilités qu'offrent les villes nouvelles en matière d'expérimentation des innovations techniques. Il est évident que les villes nouvelles ont l'avantage essentiel de permettre de planifier une zone entière, selon les principes fondamentaux et en espérant que les contraintes seront réduites au minimum. Toutefois, les participants qui ont une expérience concrète de la planification des villes nouvelles ont fait observer que même dans ces conditions, il existe encore des contraintes. La principale tient à la difficulté de coordonner les travaux de telle manière que les nouveaux systèmes de transport soient opérationnels dans les délais prévus par le calendrier de la construction. On a également fait remarquer que la mise en oeuvre de nouveaux systèmes comporte une autre contrainte, du fait qu'il faut relier la ville nouvelle au réseau existant de transports publics - pour les liaisons entre agglomérations - encore qu'il ne s'agisse pas là normalement d'un point crucial.

(1) Ce terme désigne le "corridor" Boston-Washington à l'intérieur duquel le Département des Transports des Etats-Unis expérimente de nouveaux systèmes de transport.

Il serait possible d'apporter une solution partielle au premier problème mentionné - coordination de la planification entre les différents secteurs - en facilitant les échanges d'informations et de critiques entre les différentes autorités responsables de la planification. La distinction entre la recherche et la planification ne se justifierait que pour laisser de plus grandes latitudes aux différents spécialistes; elle ne saurait être maintenue comme une barrière entre la pensée et l'application.

3. Incidence de l'évolution des transports sur l'aménagement du territoire

Quelle est la relation entre la planification des transports et l'aménagement du territoire ? Cette question a intéressé de nombreux participants, qui y voient un problème essentiel pour l'avenir. L'une des transformations les plus importantes que l'Europe occidentale ait connues du point de vue de l'aménagement de l'espace au cours des dix dernières années a été l'exode croissant du centre des villes vers les faubourgs; cet exode a eu une influence considérable sur la demande de transports.

Le débat à ce sujet a montré qu'il était très difficile de parvenir à des conclusions bien définies. Dans la pratique, on se trouve en présence de deux forces qu'il est malaisé de séparer :

Premièrement, en général, les désirs des particuliers et des entreprises en matière de logement se modifient sans cesse du fait de l'évolution des idées et des conceptions qui dominent la société : par exemple, le désir d'habiter un pavillon séparé, situé dans un "espace vert" est un des motifs de l'exode des citoyens mentionné plus haut.

Deuxièmement, les possibilités de transport influent fortement sur les contraintes de l'offre. On peut faire remonter l'expansion des banlieues actuelles de Londres et des autres grandes villes à l'essor que le chemin de fer électrifié a connu au cours des années 1920 et 1930. C'est l'exemple d'un cas où l'innovation a réussi à créer de nouvelles possibilités de logement pour les citadins, permettant ainsi à la "ville" d'absorber une population beaucoup plus importante dans un tissu aux mailles assez lâches. Là encore, il est difficile de définir une relation de cause à effet. Les éléments qui sont intervenus dans cette évolution sont nombreux et variés; la possibilité que l'électrification offrait aux chemins de fer de fournir des services de banlieue fréquents et réguliers, le désir des citadins d'être mieux logés etc. Tous ces facteurs ont joué un rôle dans cet exode, mais il est difficile de délimiter exactement ce rôle.

Les participants se sont demandé s'il était possible d'inclure dans une étude des coûts et des avantages les diverses incidences que les différentes solutions pourraient avoir sur l'utilisation du terrain, ils sont convenus que cette recherche devrait être entreprise dans le contexte d'un plan général concernant la ville ou la région. Inclure les changements d'utilisation du terrain comme avantages dans différents programmes qui ne seraient pas rattachés au développement général, ce serait courir le risque d'un double comptage. On a cité en exemple un projet qui visait à améliorer une ligne de chemin de fer de banlieue et qui comprenait entre autres avantages une modification de la valeur des biens immobiliers desservis par les nouvelles installations. Il y avait là un double comptage et le calcul était inexact, car les avantages ainsi mesurés étaient de simples avantages de transfert, que l'on aurait obtenus dans un autre secteur si ce projet n'avait pas été réalisé.

La conclusion ne serait pas la même s'il s'agissait d'améliorations importantes, dues à un changement profond touchant la nature même de l'infrastructure urbaine. Les améliorations majeures peuvent avoir sur la nature de la ville une incidence que l'on ne saurait estimer sans procéder à une analyse globale portant sur l'ensemble des secteurs d'activité.

4. Les objectifs de la planification des transports urbains du point de vue de l'innovation

L'accent a été mis particulièrement sur les problèmes auxquels les responsables de la planification urbaine doivent faire face dans tous les secteurs de l'activité urbaine. Le principal danger auquel les grandes conurbations sont exposées pour ce qui est de la continuité de leur croissance et peut-être même de leur survie à long terme tient au fait que leurs centres sont étouffés par les encombrements de la circulation. La possibilité d'établir des conditions de vie satisfaisantes à une distance raisonnable du centre de nombreuses villes, se trouve réduite, non seulement par les embarras de la circulation, mais par les pressions auxquelles sont soumis tous les services publics. Devant ces problèmes, certains responsables estiment que l'on n'a simplement pas le temps d'étudier en profondeur le cadre même de la vie urbaine, et de se demander quelles sont les exigences auxquelles doivent répondre les transports sur le plan des activités professionnelles et de la vie en général. Comment alors orienter les investissements afin d'assurer des transports correspondant aux normes du XXIème siècle. Telles sont les questions fondamentales auxquelles il est apparu qu'on devait répondre. Selon l'approche normalement adoptée dans la planification urbaine, on s'efforce de déterminer des objectifs au moyen d'un processus qui va "de la base au

sommet" et qui part des programmes et des initiatives actuelles pour identifier les objectifs que ces programmes doivent permettre d'atteindre. On voit immédiatement quel est le risque qu'il y a à procéder ainsi. Comme on ne peut pas établir de comparaison entre l'ensemble des objectifs, on risque d'adopter des programmes sectoriels qu'il sera très difficile de modifier et qui peuvent obliger à choisir dans des secteurs connexes des options qui limiteront sérieusement la possibilité d'adapter la ville à l'évolution des besoins.

Une meilleure approche, qui suppose nécessairement un plus grand effort de recherche, consiste à essayer d'identifier les facteurs qui déterminent en fait l'évolution des conditions fondamentales de la vie urbaine, de la vie professionnelle, du logement et des activités de loisir. Ces domaines constituent des objectifs généraux, à partir desquels il est possible d'élaborer des objectifs sectoriels spécifiques, pour chacun desquels on établira un programme. L'une des phases essentielles du processus consistera à comparer les programmes actuels des différents secteurs et à déterminer, d'après certains critères, dans quelle mesure ces programmes atteignent les objectifs fondamentaux. Dans ce cas, les transports sont considérés à la fois comme une industrie de services et comme une activité qui offre un certain nombre de possibilités, notamment du point de vue des implantations. L'objectif à long terme doit être de mettre au point un modèle opérationnel de la ville à l'aide de paramètres représentant des facteurs qui peuvent indiquer les composantes d'un plan à long terme.

5. Nécessité de faire preuve de souplesse dans la planification des systèmes

On voit aisément les mérites de la souplesse, mais on accorde souvent moins d'attention à son coût. L'un des

problèmes particuliers à ce concept de souplesse tient au fait qu'un changement de rapport entre les coûts fixes et variables entraîne souvent le risque d'une escalade des coûts réels de main-d'oeuvre avec le temps, ce qui rend l'opération de plus en plus onéreuse. Les systèmes fonctionnant à la demande, c'est-à-dire ceux qui reproduisent le plus fidèlement les caractéristiques des transports privés, sont ceux qui risquent le plus de présenter cette difficulté. La souplesse n'est donc pas une vertu économique, tout au moins dans les formes classiques de l'exploitation d'un système de transports. Il faut intensifier les recherches visant à mettre au point de nouveaux modes de transport qui soient économiques du point de vue de l'utilisation de la main-d'oeuvre sans entraîner de très lourds travaux imposant des coûts élevés d'installation et une longue durée d'amortissement. La voiture de voyageurs dont les chemins de fer se servent traditionnellement en fournit un excellent exemple. Des véhicules qui datent des premières années du siècle sont encore en service sur certains réseaux, car la solidité de leur construction leur assure une durée de vie quasi illimitée. Le niveau de confort des voitures qui datent de plus de vingt ans est faible et contribue à la réputation peu favorable dont souffrent les transports publics. Sans doute la solution consiste-t-elle à trouver des voitures moins coûteuses, qui peuvent être remplacées au bout de peu de temps ou qui peuvent être entièrement modifiées au bout de 8 ou 10 ans de manière à être modernisées suivant les caractéristiques de l'époque.

Ces considérations nous ramènent d'une certaine manière au problème de la recherche psychologique visant à déterminer ce que les voyageurs attendent des transports. Les modèles de "mode abstrait" dont il a déjà été question sont ceux qui offrent le meilleur cadre pour l'examen de

cette question. Tout plan de base ayant pour objet d'améliorer les systèmes de transports publics doit faire place en principe aux exigences traditionnelles en matière de vitesse, de sécurité, de fréquence et de tarifs, mais ces facteurs doivent être pondérés, et il convient de tenir compte d'autres facteurs qui contribuent à rendre les transports publics attrayants. Plusieurs participants ont souligné la nécessité de faire une propagande plus dynamique en faveur des transports publics, d'autant que ceux-ci sont dans une large mesure en concurrence avec la voiture particulière qui bénéficie souvent d'une publicité excessive, mais insistante et efficace. C'est avec une certaine lenteur que les exploitants des transports publics adoptent les techniques de la publicité moderne qui permet d'équilibrer les chances des transports publics et des transports privés, et ils paraissent même manifester à cet égard une certaine réticence. Très souvent, ces exploitants estiment sans doute que leur "produit" est assez connu et qu'il faut disposer d'un équipement nouveau avant de lancer une campagne qui ait quelque chance d'élargir la part que les transports publics prennent sur le marché. Leur attitude révèle, toutefois, une répugnance à modifier fondamentalement leurs conceptions par rapport au temps où les transports publics étaient prédominants et répondaient bien aux besoins de l'époque. Il est certain qu'un changement d'attitude dans ce sens est indispensable si l'on veut créer, dans l'industrie des transports publics un état d'esprit dynamique, ouvert aux idées nouvelles. Il faut que ce secteur ait confiance dans son aptitude à appliquer efficacement les idées nouvelles, afin de remplir le rôle qui lui est assigné dans la planification des transports urbains.

6. Incidence de la voiture particulière sur l'innovation

Selon les enquêtes qui ont été effectuées dans les pays membres de la C.E.M.T. l'idée que le public se fait

des transports terrestres, aériens et maritimes diffère selon la situation concurrentielle de chacun de ces modes de transport. Toutefois, le public juge essentiellement les transports urbains en fonction de la voiture particulière, qui a permis d'accroître considérablement la mobilité et qui reste encore, aux yeux de nombreux usagers, un concurrent sérieux. Dans les zones urbaines, les nécessités de la planification et les facteurs sociaux plaident fortement en faveur d'un contrôle de l'utilisation de la voiture particulière si l'on veut réduire les coûts qui en résultent pour la société en termes de bruit, de pollution et de tension en général. Tant qu'il n'existera pas de formule directe de réglementation pour limiter l'utilisation de la voiture (et cette possibilité n'a pas été examinée comme elle l'avait été au cours d'autres réunions de la C.E.M.T.), il faudra définir la forme des transports publics en fonction de la voiture particulière(1). Comme il est manifestement utopique de s'attendre à ce qu'un système de transports publics présente tous les avantages d'une voiture pour un coût raisonnable, il faudra modifier quelque peu les normes, ce qui devrait être compensé par une amélioration de la durée du trajet et une réduction de la fatigue nerveuse. Toutefois, il est manifestement indispensable d'innover si l'on veut modifier l'image que l'utilisateur éventuel se fait des transports publics, afin que ceux-ci, au lieu de constituer un mode de transport de "dernier recours", deviennent un moyen de transport que l'on peut choisir parmi plusieurs possibilités.

Dans l'ensemble, on a insisté sur la nécessité de concevoir à l'avenir les transports publics en termes et

(1) M.E. BEESLEY, "Tarification de la circulation routière" Symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, mars 1967, C.E.M.T. Paris 1969.

qualité, de vitesse etc., comparables aux services qu'offrent les transports privés. Certains problèmes auxquels les transports publics doivent aujourd'hui faire face sont souvent le résultat de décisions erronées, prises dans le passé par des exploitants et par des administrations municipales. Cela montre l'importance d'une planification globale si l'on veut faire face aux besoins de l'avenir.

Dans ce domaine de la planification en fonction des besoins futurs, besoins qu'il est d'autant plus difficile de déterminer avec précision que l'horizon s'étend, les participants ont souligné la nécessité d'une planification flexible. Il existe manifestement un lien entre la création d'une infrastructure et le développement ultérieur, mais l'évolution peut toujours prendre des directions imprévues.

7. Evolution des techniques actuelles et innovation

L'innovation n'a pas de valeur en elle-même; la réussite d'une technique nouvelle se mesure, non pas en fonction des objectifs du progrès technique, mais plutôt suivant la manière dont elle contribue à la satisfaction des besoins des usagers éventuels. Les formes traditionnelles de transports publics urbains : autobus, tramway, train, offrent encore un potentiel technique et opérationnel considérable. De nouvelles techniques, fondées sur de nouveaux systèmes de suspension ou de guidage, permettraient sans doute d'accroître les vitesses, d'améliorer le confort, etc., mais elles n'ont pas subi l'épreuve de la pratique. Leur mise en oeuvre, qui entraînera nécessairement de fortes dépenses initiales, constituera souvent pour l'administration intéressée un saut dans l'inconnu.

L'examen de la situation de trois agglomérations européennes a permis de discerner trois tendances principales dans l'évolution des transports publics :

1. La construction au coeur des agglomérations de nouvelles lignes de métro, dont le tracé suit souvent celui des lignes de tramways;
2. La création de réseaux coordonnés de transports de banlieue sur des emprises améliorées ou même nouvelles, comme les réseaux de S-Bahn (réseau express) en Allemagne;
3. La délimitation de parcours protégés pour les autobus dans les zones d'encombrement - "couloirs réservés".

Ces mesures ne peuvent être envisagées que comme le prolongement des pratiques actuelles. Les deux premières auront à long terme des répercussions très étendues sur le développement de l'agglomération, auquel elles donneront beaucoup de rigidité, de même que l'extension des réseaux de chemin de fer de banlieue pendant les années 1920 et 1930 a exercé une forte influence sur l'évolution à cette époque.

8. Nouvelles techniques

Plusieurs participants ont souligné que, si l'on continue à recourir aux techniques classiques en matière de transports, c'est souvent par pénurie de nouveaux systèmes ayant fait leurs preuves. Du fait qu'aujourd'hui on cherche normalement à remplacer l'automobile plutôt qu'à limiter son utilisation, il faut apporter des améliorations rapides. Or, on continue à développer les systèmes classiques, bien qu'ils n'offrent souvent que des possibilités limitées lorsqu'il s'agit de trouver une solution satisfaisante pour remplacer les transports privés. Il reste à savoir si cette évolution permettra de résoudre efficacement le problème des quartiers d'affaires situés au coeur des villes, ou si elle n'encouragera pas plutôt la concentration des immeubles

à usage de bureaux que l'on peut constater dans beaucoup de grandes agglomérations. Ici encore, le débat a montré qu'il était fondamental de considérer la planification urbaine comme un tout.

9. Problèmes posés par l'évaluation des nouveaux développements

On fait fréquemment une distinction entre programmes relatifs aux réseaux routiers et ceux qui concernent les programmes relatifs aux transports publics. En outre, on établit souvent une autre distinction dans les programmes entre les divers secteurs des transports publics. Le résultat est que les décisions prises ne sont pas toujours les meilleures possibles en l'occurrence, et cela pour deux raisons :

Premièrement : Les moyens financiers, considérés globalement, ne sont pas affectés aux projets qui offrent le meilleur rendement;

Deuxièmement : Des fonds sont disponibles pour certaines dépenses, mais non pour d'autres; c'est ainsi que dans certaines villes des Etats-Unis on ne dispose de fonds pour l'entretien du matériel roulant que s'il s'agit de nouveaux véhicules.

Dans l'ensemble, les participants se sont accordés à reconnaître qu'il y avait lieu d'examiner ces ensembles de problèmes administratifs, car ils constituent un obstacle important à la création de nouveaux systèmes.

10. Nécessité d'un examen approfondi des besoins financiers en matière de transports publics urbains

Deux problèmes relatifs au financement ont déjà été évoqués :

Premièrement : l'exploitation de réseaux dont les tarifs sont fixés à des niveaux non commerciaux, ce qui

exige des subventions de la part de l'Etat ou des pouvoirs locaux;

Deuxièmement : il n'existe pas de système central efficace de planification, ce qui fait qu'il est très difficile de répartir globalement les ressources d'une manière satisfaisante.

A ces difficultés il faut ajouter les problèmes posés par l'établissement des tarifs et par la vente de billets valables sur plusieurs systèmes, etc. Des tentatives ont été faites pour résoudre ces problèmes dans des villes comme Hambourg, mais il y a encore beaucoup à faire pour parvenir à une utilisation rationnelle des ressources disponibles et pour définir un cadre permettant d'évaluer les formes d'évolution qui offrent les meilleures possibilités. Ce point aura une importance particulière au cours des dix prochaines années, pendant lesquelles les besoins d'investissements dans les transports publics urbains seront sans doute considérables.

11. La flexibilité envisagée comme un concept opérationnel

Que signifie la flexibilité dans la pratique ?
En tant que concept opérationnel, cette notion présente divers aspects :

a) un aspect spatial; par exemple, un réseau à voie fixe, qui se limite nécessairement à son tracé;

b) un aspect temporel : par exemple, peut-on faire varier les horaires du système dans la journée et sur de longues périodes sans modifier sensiblement l'équipement fixe ?

c) un aspect qualitatif : par exemple, est-il possible de modifier la qualité du service offert dans une direction appropriée, pour suivre l'évolution des goûts des usagers ?

d) un aspect coût : par exemple, est-il possible de faire varier les inputs nécessaires au fonctionnement du service ? ou encore, peut-on remplacer la main-d'oeuvre par du capital, si la main-d'oeuvre devient plus onéreuse en termes réels ?

Tels sont certains des aspects qui se dégagent lorsqu'on examine le sens réel du mot flexibilité dans le cas d'un système déterminé.

Afin de tenir compte de ces divers concepts dans une évaluation, on a suggéré qu'il y avait lieu d'apprécier les coûts auxquels il faudrait faire face pour modifier les éléments de chaque système au bout d'un certain temps, par exemple dans 5, 10, 15 ans, etc., afin de faire face à l'évolution probable de ces facteurs. Ce processus, qui ressemble à une forme de test de sensibilité à grande échelle, permet d'identifier les systèmes qui offrent le plus de résistance aux changements pour ce qui est de l'évolution possible.

Le principal point d'interrogation que pose ce genre d'approche est le suivant : comment peut-on apprécier objectivement la probabilité d'un événement déterminé ? Il n'y a pas de réponse à cette question, car il est évident que l'avenir ne peut être prévu avec certitude. Toutefois, à mesure que la planification de l'expansion globale d'une agglomération étend son champ d'action, on devrait mieux comprendre les facteurs dont dépendra l'évolution future. On devrait être ainsi en mesure d'examiner plus en détail les options générales de caractère fondamental. Cette possibilité peut s'envisager sous forme d'une analyse input - output, propre à révéler les corrélations sectorielles qui existent au sein de l'agglomération. Il faut introduire dans ce "modèle" les principales variations des déterminants essentiels, tels que les heures de travail, le mode de logement, etc., et l'on peut considérer les répercussions dans chaque secteur. Nous sommes encore loin de pouvoir matérialiser cette possibilité, toutefois, certains participants

ont estimé qu'il serait intéressant d'étudier si une approche générale des problèmes urbains fondamentaux ne serait pas plus judicieuse que la méthode actuelle qui consiste à concentrer l'attention sur des modèles sectoriels très complexes, mais en réalité très limités, des flux de circulation et sur les nouveaux besoins d'investissements routiers. Ces modèles posent finalement autant de questions qu'ils apportent de réponses pour ce qui est des rétroactions fort importantes entre par exemple le mode de transport et les causes des voyages, et l'explication que les équations peuvent donner en réalité de la situation fondamentale.

12. Examen d'un modèle simplifié

Afin d'examiner les difficultés pratiques auxquelles se heurtent les innovateurs, on a défini un problème simplifié, destiné à servir de cadre pour l'examen de l'évolution possible.

On a envisagé une ville hypothétique, caractérisée comme suit :

Premièrement, : le réseau ferroviaire est peu important;

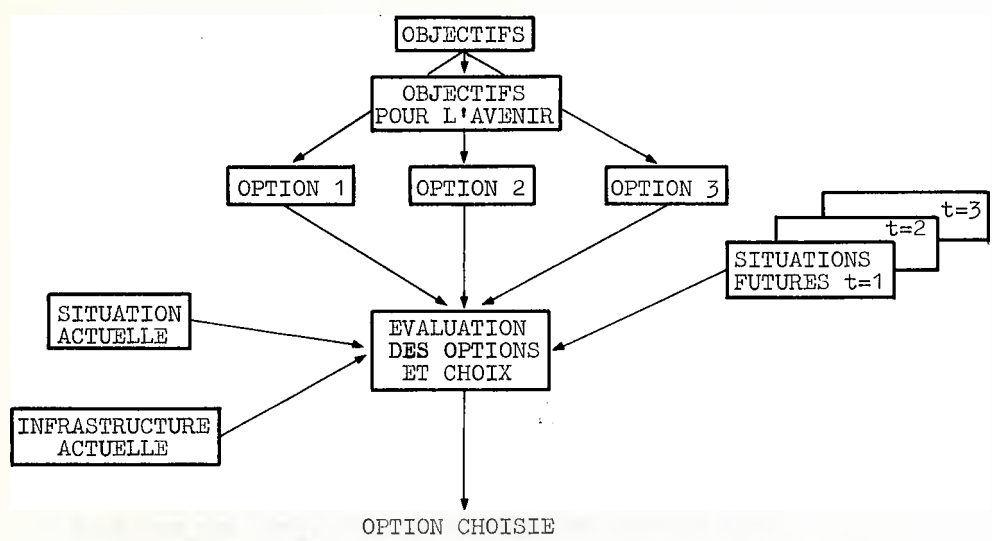
Deuxièmement : les transports publics sont essentiellement assurés par la collectivité;

Troisièmement : les transports publics sont gérés par un organisme distinct, mais celui-ci peut obtenir une subvention.

Il s'agit de réduire au minimum le coût global, c'est-à-dire la somme des divers éléments qui entrent dans le coût du voyage - tarif payé, temps passé etc. Il est évident que les coûts extérieurs (coûts sociaux) ne sont pas compris dans le calcul.

Afin d'illustrer le passage de la situation actuelle à la situation souhaitée (objectif), il faut considérer différentes étapes (Diagramme 1) .

Diagramme 1



Le diagramme 1 représente des options qui représentent différentes approches possibles des objectifs, compte tenu des estimations concernant la situation future. On introduit également dans le modèle certaines données de base sur la situation future, heures de travail, temps de loisir, concurrence à laquelle doivent faire face les transports publics, etc. Les options peuvent être élaborées sur la base d'une étude de mode abstrait, modifiée de manière à tenir compte de l'évolution future, ou bien à partir des systèmes actuels, par extension des réseaux souterrains, par exemple.

Aux fins de la discussion, il était spécifié que la notion d'évolution englobait ici toutes les formes de l'évolution et non seulement le progrès technique, c'est-à-dire que l'on pouvait inclure dans le modèle l'évolution des techniques de gestion ou celle des techniques opérationnelles.

On a établi une liste des informations nécessaires pour mettre au point l'approche à suivre. Ces informations sont les suivantes :

- Coûts d'exploitation des systèmes actuels;
- Coûts des encombrements sur le réseau routier (il s'agissait de chiffrer le temps perdu et de recueillir des données sur les flux de circulation);
- Coûts sociaux;
- Possibilités de développement concernant les quartiers d'affaires au centre des agglomérations (ou la zone où sévissent actuellement les encombrements - c'est-à-dire où le coût marginal des encombrements dépasse le coût marginal des mesures propres à réduire ces encombrements);
- Avis général des magistrats municipaux sur certains aspects qui ont une importance politique telle que les limites imposées à l'utilisation des voitures.

Lorsqu'on possède ces données de base, on peut chercher à définir des options qui permettent de se rapprocher davantage d'une solution des problèmes. On peut inclure dans l'étude de nouveaux systèmes lorsqu'on estime qu'ils offrent des possibilités vraiment concrètes. Le mot concret, tel qu'il est utilisé ici, signifie que ces systèmes sont techniquement utilisables, quelles que soient par ailleurs les contraintes de caractère institutionnel, le processus de planification devant permettre d'étudier l'incidence réelle de ces contraintes. Si l'on ne prend en considération que les problèmes techniques, il est possible de déterminer le coût des autres contraintes qui limitent la liberté de choix entre les systèmes. S'il existe une opposition syndicale à un système déterminé dont la valeur actuelle nette est de "x" millions par rapport aux autres systèmes, il faut que la "valeur" de l'opposition syndicale soit supérieure à "x" pour que le projet soit abandonné. Cette approche a

L'avantage de présenter sous leur véritable jour des ensembles de problèmes tels que la mise en service d'autobus sans receveur, qui permet d'éviter certaines difficultés mais qui crée des problèmes considérables dans d'autres domaines, tels que les encombrements de la circulation et l'allongement de la durée du trajet pour les voyageurs.

Il faut toujours évaluer les différentes possibilités par rapport à une situation où l'on ne fait rien, c'est-à-dire où l'on continue à agir comme par le passé. Toutefois, cela soulève des difficultés très réelles dans un vaste système unifié dont on renouvelle séparément les différents éléments. Si l'on doit comparer le coût d'un nouveau matériel roulant destiné à une ligne en service et un système entièrement nouveau, il faudra évidemment que le nouveau système présente des avantages considérables et un coût très faible pour que son adoption se justifie. Dans ce cas, il faudra faire une analyse complète s'étendant sur une certaine période et qui comprenne tous les investissements de "remplacement" sur la base du système actuel, en procédant à une opération appropriée d'actualisation au taux reconnu. Il en ira de même pour toute période à venir où sera mis au point un nouveau système qu'il faut évaluer.

Une complication, de caractère théorique mais qui peut se produire, tient au fait que les revenus assurés par les systèmes doivent être composés à la fois d'avantages matériels et d'avantages sociaux. Dans ce cas, le mieux à faire est alors de les traiter exactement de la même façon, puisque les autorités locales ou autres qui bénéficient des avantages sociaux doivent, pour les obtenir, verser une contribution financière.

13. Acceptation de l'innovation par la direction des entreprises

L'innovation entraîne une modification des composantes du système actuel, soit au niveau de la planification, soit

à celui de la technique, du financement ou de la gestion. La motivation en faveur des principaux changements peut provenir, soit de la direction d'une entreprise, soit de l'extérieur, sous forme d'une demande d'améliorations touchant la nature du service offert. L'attitude générale des cadres supérieurs a une forte incidence sur le climat que l'innovation rencontre dans toute l'entreprise. Une direction qui fixe comme objectif essentiel l'excellence de systèmes opérationnels ne peut guère être très sensible aux possibilités offertes par des méthodes nouvelles, qu'elles se présentent à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement. L'exception se produira vraisemblablement lorsque se présentera du côté de l'offre un problème qui a une incidence défavorable sur les possibilités de réalisation des objectifs opérationnels. On peut en trouver un exemple dans la situation découlant par les pénuries de main-d'oeuvre dans certains pays. Cette pénurie a conduit à mettre en service des autobus sans receveur et à automatiser les réseaux de métro.

Il a été suggéré que l'établissement d'objectifs financiers pourrait fournir une solution. Indépendamment de la difficulté que présente pour l'exploitation l'alignement des objectifs financiers sur les critères globaux coûts/avantages, la seule réponse possible à ce problème qui se soit dégagée des débats est qu'on pourrait combiner des mesures destinées à réduire les risques de l'innovation dans telle ou telle agglomération et à encourager la diffusion de l'information avec des enquêtes régulières visant à déterminer jusqu'à quel point la gestion permet de réaliser les objectifs globaux assignés aux transports par les pouvoirs publics responsables de l'entreprise. Il est clair, toutefois, que ces examens supposent un niveau élevé de coordination entre les critères utilisés. Il a été suggéré que l'institution d'un secrétariat national chargé de procéder à un examen global permettrait d'améliorer la qualité

des activités consultatives et d'assurer une évaluation constante et approfondie des travaux. On a évoqué dans ce contexte les activités du Prices and Income Board du Royaume-Uni.

14. Nécessité de développer les échanges d'information

L'un des principaux obstacles au changement tient au manque d'informations sur les réussites obtenues et, ce qui est peut-être plus important encore, sur les échecs rencontrés dans les travaux de recherche menés jusqu'à ce jour. Une direction, qui est pressée d'obtenir rapidement des résultats et qui s'expose à de vives critiques en cas d'échec sans avoir l'assurance qu'on lui saura vraiment gré d'opérer de profondes transformations, hésitera beaucoup à courir les risques de lancer une nouvelle technique. Ce risque peut être considérablement atténué par une plus large diffusion de l'information sur les possibilités nouvelles et les résultats pratiques déjà obtenus.

La nécessité d'améliorer l'information vaut aussi pour les secteurs autres que les transports; elle s'applique aux critères par lesquels les utilisateurs mesurent le succès des entreprises de transport. Dans une entreprise industrielle de type normal, les actionnaires peuvent évaluer de façon plus ou moins exacte le comportement de la direction par les résultats que fait apparaître chaque année le compte des profits et pertes. Cette évaluation est rarement exacte, mais elle permet, dans les limites imposées par la transparence du marché et par l'honnêteté de la direction, de se faire une idée de l'efficacité dont les gestionnaires doivent tenir compte. Dans les entreprises européennes de transports urbains qui sont nationalisées ou contrôlées par la collectivité, des problèmes nombreux et divers surgissent lorsqu'il s'agit de procéder à une évaluation subjective de la gestion, même si cette évaluation est menée par le comité de gestion des pouvoirs publics intéressés. Pendant des années les transports publics n'ont pas

reçu les capitaux qui leur auraient permis de maintenir leur matériel roulant et d'autres équipements à un niveau conforme aux exigences modernes. Cependant les transports publics devaient faire face à une pression croissante pendant les heures de pointe; en dehors de ces heures, le trafic diminue généralement, ce qui aggrave la situation financière de l'entreprise. Dans ces conditions, les directions ont tendance à livrer un combat défensif contre les difficultés les plus graves qui les assaillent. Au cours de la même période, on a de plus en plus pris conscience de l'impossibilité de résoudre les problèmes des transports urbains en l'absence d'un système satisfaisant et efficace de transports publics. Toutefois, le problème est de traduire en idées concrètes la position des pouvoirs publics qui sont de plus en plus portés à considérer les exigences des transports publics dans un cadre plus général, c'est-à-dire par rapport au rôle que ces réseaux peuvent jouer dans le développement urbain.

15. Collaboration en vue d'atténuer le coût du changement

Au cours de la réunion, on a décrit les activités de la ville de Göteborg qui est la première en Europe à utiliser un système de transport individualisé du type "Cab Track" et les recherches entreprises en Espagne par M. Goicoechea sur les "Trenes Vertebrados" (trains articulés). Les participants, outre qu'ils ont noté avec le plus vif intérêt les progrès de ces études, ont été frappés par l'esprit d'initiative qui se manifeste dans les deux cas. En effet, ces deux programmes visent à réduire fortement les coûts du changement qui constituaient jusqu'à présent un gros obstacle, et à atteindre des objectifs définis à partir de principes de base. Les difficultés auxquelles se heurtent ces deux projets ont attiré l'attention des personnes participant à la Table Ronde sur les possibilités offertes, pour l'abaissement des coûts par une collaboration entre

les pays de la C.E.M.T. ou sur une base plus étroite au cas où cette formule semblerait mieux correspondre aux besoins de chaque cas.

L'examen du problème a permis de circonscrire les difficultés de la planification technique qui peuvent se résumer ainsi :

- a) Planification technique,
- b) Financement,
- c) Possibilités opérationnelles,
- d) Acceptation de la part des dirigeants d'entreprises.

Le premier problème, celui de la planification technique, est complexe en soi, mais il l'est plus encore du fait que cet aspect particulier des problèmes urbains doit s'inscrire dans un plan général. Cela exige un calendrier et un contrôle rigoureux des travaux de planification, et par suite l'intervention d'un personnel hautement qualifié et expérimenté.

Le financement constitue l'un des principaux problèmes, car les transports entrent en concurrence avec d'autres utilisations possibles des crédits disponibles. On doit s'attacher à établir un système d'évaluation qui permette de ventiler les crédits de manière à égaliser les taux marginaux de rendement entre les secteurs en se plaçant du point de vue du secteur des transports, mais il convient aussi d'assainir la situation actuelle pour faire en sorte que les investissements relatifs aux transports aient la place qui leur revient. Toutefois, en matière d'innovation, il convient de tenir compte de l'élément de risque inséparable de tout projet nouveau, facteur qui a souvent une incidence défavorable aux idées nouvelles.

Cet élément de risque est directement lié aux possibilités opérationnelles ou, en d'autres termes, aux résultats que l'on peut escompter de l'innovation. On peut considérer qu'il comprend deux éléments :

Premièrement : les spécifications techniques du projet sont-elles réalisables en pratique ? Très souvent, même dans les projets les mieux conçus, la mise en service fait apparaître des problèmes inattendus;

Deuxièmement : l'accueil que le public réservera au nouveau projet sera-t-il conforme à ce que l'on escomptait ? Là encore, il faut s'attendre à ce que le nouveau mode de transport exige une étude approfondie des besoins des consommateurs, au moyen d'une recherche de motivation (on peut encore se référer à l'approche par mode abstrait); toutefois, ces techniques ne permettent encore de définir qu'une simple approche du problème, et il reste un important élément d'incertitude.

Devant ces difficultés, on peut prévoir que la direction de l'entreprise, désireuse de trouver une solution aux problèmes qui se posent, considérera les innovations avec beaucoup de prudence. Même si celles-ci offrent d'importants avantages, la direction n'en risque pas moins de se trouver devant des difficultés considérables. Des cas de cette nature se sont produits même dans des cas de progrès technologique mené prudemment. C'est pourquoi l'accueil réservé par la direction de l'entreprise présente une importance considérable.

Dans ces situations délicates, on a toujours considéré qu'il était indispensable d'expérimenter "sur le terrain" et pas seulement sur la planche à dessin ou sous forme d'un modèle d'atelier. Toutefois, il est manifestement très onéreux de mettre au point un nouveau système en vue d'une seule application, car les coûts de mise au point risquent d'être fort élevés, et rien ne prouve que d'autres organismes prendront en charge une partie des frais. Contrairement à ce qui se passe dans le domaine des ordinateurs, où des entreprises qui effectuent d'importants investissements, tant dans le domaine de l'équipement que dans celui des programmes,

sont en mesure de vendre leurs idées ou de partager les installations avec d'autres organismes de manière à réduire les coûts, il est impensable que des autorités municipales traitent de la même manière "leurs investissements" dans une nouvelle forme de transports.

16. Formes possibles de collaboration à l'échelon international

On a examiné les possibilités de collaboration qui permettraient aux différentes autorités municipales de mener à bien des projets de caractère nouveau présentant un intérêt commun.

Premièrement : il serait possible d'instituer un fonds pour l'application de nouveaux projets urbains intéressant l'ensemble des pays européens. On répartirait ainsi l'aide entre les différentes villes qui souhaitent adopter des innovations pouvant présenter un intérêt commun. Cette aide serait destinée à fournir aux villes qui adoptent un système nouveau des ressources autres que celles qui leur seraient nécessaires pour établir un nouveau système de conception classique, et à leur assurer une indemnisation au cas où le nouveau système ne répondrait pas à ce que l'on attendait de lui. Dans le cas où le système répondrait aux prévisions, l'emprunteur devrait rembourser son prêt au fonds. De toute manière, tous les bénéfices tirés de l'application du système reviendraient au fonds, qui les répartirait entre ses membres.

Deuxièmement : il serait possible de créer des installations communes d'expérimentation en s'inspirant de celles dont les Etats-Unis disposent à Pueblo. Il existe déjà des possibilités de coopération dans ce domaine, au Transport and Road Research Laboratory du Royaume-Uni, par exemple. Il est évident que l'on pourrait effectuer bien des travaux utiles dans ce contexte, mais il n'est pas

certain qu'un emplacement de cette nature soit, en définitive, favorable à l'expérimentation de systèmes dans un véritable contexte opérationnel.

Troisièmement : la dernière possibilité consiste à créer à l'échelon international une organisation pour faciliter l'échange complet de données d'information entre les villes et les organismes et pour fournir une aide à ceux qui désirent conclure des accords de coopération en vue de mettre au point des innovations.

Les participants n'ont pas été en mesure de choisir entre ces diverses possibilités, mais ils ont vivement recommandé que cette question soit examinée à l'échelon international et que soit entreprise une étude sur les possibilités de coopération et les avantages respectifs des diverses formes que peut prendre la coopération.