



INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE
SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SÉCURITÉ



Laboratoire d'Economie des Transports

Bruno FAIVRE D'ARCIER
Lionel CLÉMENT
Laurent DENANT-BOEMONT

2695

ÉVALUATION DES PROJETS DE TRANSPORTS EN COMMUN EN SITE PROPRE

Cohérences et intégration dans une politique globale

Rapport INRETS n° 193
Décembre 1994

Les auteurs

Bruno FAIVRE D'ARCIER, chargé de recherche au Département

Économie et Sociologie des Transports.

Lionel CLÉMENT, Allocataire de recherche au Laboratoire d'Économie des Transports.

Laurent DENANT-BOEMONT, Allocataire de recherche

au Laboratoire d'Économie des Transports.

Les unités de recherche

DEST, 2, avenue du Général Malleret-Joinville, F - 94114 ARCUEIL CEDEX

Tél.: 33 (1) 47 40 70 00

LET, 14, avenue Berthelot 69363 LYON CEDEX 07

Tél.: (33) 72 72 64 03



N° ISBN : 2-85782-424-6 N° ISSN : 0768-9756

COPYRIGHT : Reproduction autorisée sous réserve d'en mentionner l'origine

PRIX : 300,00 Francs T.T.C. (T.V.A. 2,10 %). Les commandes doivent être adressées à l'INRETS, Services publications - 2, avenue du Général Malleret-Joinville, F - 94114 ARCUEIL CEDEX, et être accompagnées d'un chèque bancaire ou postal à l'ordre de : l'Agent Comptable de l'INRETS. Déduire la TVA pour l'étranger hors CEE. Pour les pays de la CEE se reporter à la réglementation intracommunautaire en matière de TVA.

Fiche bibliographique

1 UR (1er auteur) DEST		2 Projet n°		Rapport INRETS n°	
4 Titre EVALUATION DES PROJETS DE TRANSPORTS EN COMMUN EN SITE PROPRE					
5 Sous-titre Cohérences et intégration dans une politique globale				6 Langue Français	
7 Auteur(s) Bruno FAIVRE D'ARCIER Lionel CLEMENT Laurent DENANT-BOEMONT				8 Rattachement ext. Laboratoire d'Economie des Transports	
9 Nom et adresse financeur, co-éditeur				10 N° Contrat, conv.	
				11 Date de publication décembre 1994	
12 Remarques					
13 Résumé <p>La réalisation d'un transport en commun en site propre introduit une modification structurelle du système de déplacements en milieu urbain, en hiérarchisant l'offre autour d'un réseau armature. L'évaluation de tels projets doit prendre en compte leur bonne intégration dans les politiques urbaines. Ce rapport se veut une contribution au débat actuel sur l'amélioration des méthodes d'évaluation a priori et propose des indicateurs destinés à s'assurer de la cohérence d'ensemble du projet : cohérence interne de fonctionnement du réseau de transports collectifs, cohérence en termes de gestion multimodale des déplacements, cohérence sur le plan de l'urbanisme, et enfin cohérence temporelle visant à analyser les effets à moyen ou long terme du projet dans le cadre d'un futur incertain. Afin de mieux prendre en compte les trois composantes fondamentales de l'évaluation de tout projet public (efficacité économique et sociale, souci d'équité, production d'externalités), le calcul économique public (analyse coûts-avantages) se révèle être un puissant outil de simulation pouvant servir à plusieurs niveaux : celui de l'analyse stratégique (définition des schémas d'infrastructure, choix des systèmes techniques), celui des priorités de réalisation selon des scénarios contrastés des futurs possibles, et celui de la comparaison des variantes de chaque projet.</p>					
14 Mots-clés Méthodologie - Evaluation a priori - Réseaux - Transport en commun en site propre - Politique de déplacements urbains - Analyse stratégique - Choix d'investissements - Simulation			15 Diffusion Libre		
16 Nombre de pages 134 pages		17 Prix		18 Confidentiel jusqu'à	
				19 Bibliographie oui	

Publication data form

1 UR (1st author) DEST		2 Project n°		INRETS Report n°	
4 Title ASSESSMENT OF URBAN RAPID TRANSIT PROJECTS					
5 Subtitle Consistencies and integration in a global policy				6 Language French	
7 Author(s) Bruno FAIVRE D'ARCIER Lionel CLEMENT Laurent DENANT-BOEMONT				8 Affiliation Transport Economics Laboratory	
9 Sponsor, co-editor, name and adress				10 Contract, conv. n°	
				11 Publication date December 1994	
12 Notes					
13 Summary <p>The implementation of an exclusive right-of-way transit system induces a structural change in travel conditions in urban areas, due to a new hierarchy of supply around a main frame network. The assessment of such projects has to take into account their consistencies with the main urban policy trends. This report tries to suggest some improvements for ex ante evaluation methods, through various criteria measuring the level of coherence between the transit project and urban policy : internal coherence (transit network organisation and operation), coherence with multimodal travel demand management schemes, coherence with city planning objectives, and time consistency (i.e. middle or long term impact forecasting in an unknown future). As the assessment of any public policy is concerned with both economic and social efficiency, social equity impacts as well as external effects, the cost-benefit analysis appears as a powerful simulation tool at several levels : strategic analysis (choice of infrastructure schemes and technological systems), project implementation planning in relation to contrasting scenarios of possible futures, and comparison between alternatives for each project.</p>					
14 Key words Methodology - Ex ante evaluation - Transit networks - In situ proprio transit - Urban travel demand management policy - Strategic analysis - Investment choice - Simulation				15 Distribution statement Free	
16 Number of pages 134 pages		17 Price		18 Declassification date	
				19 Bibliography yes	

Table des Matières

Introduction :

Les projets de TCSP dans les politiques urbaines locales	1
--	---

Chapitre I :

Le TCSP, projet de transport et projet urbain.....	7
--	---

1. Les finalités de l'évaluation	9
1.1. De la définition des objectifs.....	9
1.2 ... Aux quatre niveaux de la décision	10
2. La diversité des approches et la pertinence des méthodes	13
2.1. Evaluation et décision : trois modèles.....	13
2.2. Le choix des méthodes.....	14
2.3. Quatre domaines d'évaluation des projets de TCSP	18

Chapitre II :

Intégration et recherche de la cohérence dans la conception des projets de TCSP	23
---	----

1. Système des transports urbains, réseau de TCU et logiques de fonctionnement....	28
1.1. Transport et système urbain	28
1.2. Schéma de transport et réseau de TCU.....	30
1.3. La notion de logiques de fonctionnement.....	33
2. La cohérence "interne" ou cohérence de réseau	40
2.1. La cohérence de réseau au niveau du choix des schémas de transport	40
2.2. La cohérence de réseau au niveau du choix de projets	43
3. La cohérence déplacements.....	46
3.1. La cohérence Déplacements au niveau du choix des schémas de transport	46
3.2. La cohérence Déplacements au niveau du choix des projets	47
4. La cohérence urbanistique.....	55
4.1. La cohérence urbanistique au niveau du choix des schémas de transport	56
4.2. La cohérence urbanistique au niveau du choix de projets	58
4.3. La cohérence urbanistique au niveau du choix des variantes.....	60
5. La cohérence temporelle	61
5.1. La cohérence temporelle logique	62
5.2. La cohérence temporelle transversale	62

Chapitre III :

Le calcul économique, outil d'évaluation et de simulation 67

1. Les hypothèses du calcul économique..... 67

1.1. La mesure de la rentabilité pour un investissement privé 69

1.2. Le cas des investissements publics : la notion d'avantages 71

2. Les conditions d'application ou les limites de la méthode 75

2.1. Des problèmes de méthodes 76

2.2. Le poids des hypothèses et les comptes de surplus 77

2.3. La prise en compte du risque, et de l'incertitude 78

3. Le calcul économique comme outil de simulation..... 80

3.1. Un jeu d'hypothèses et d'objectifs 80

3.2. La définition des scénarios 81

4. Conclusion 83

Conclusion : Projets de TCSP, réseaux de transport et politique de déplacements : élargir le champ de l'évaluation..... 85

ANNEXE 1 : Fiches relatives à la prise en compte de la cohérence..... 89

ANNEXE 2 :

Simulation des projets de TCSP :un modèle de choix flexibles..... 123

Références bibliographiques 131

Avant-propos

Ce document est le produit d'une réflexion menée à la demande de la Direction des Transports Terrestres, sur le problème de l'intégration des projets de transports en commun en site propre (TCSP) au sein d'une politique plus globale sur la ville, politique par nature multidimensionnelle, qui couvre notamment les questions de gestion multimodale des déplacements urbains, mais aussi du développement urbain. C'est donc principalement le problème de l'articulation et de la vérification de la compatibilité des mesures prises dans ces différents domaines qui est abordé ici.

La portée de cette réflexion est donc très large, puisqu'il s'agit de voir comment un projet de TCSP participe à la réalisation d'une politique urbaine, qui se déroule dans le temps et qui est en conséquence confrontée aux incertitudes qui caractérisent le futur. Plus simplement deux aspects du problème doivent être traités : d'une part, quelle est la contribution d'un projet particulier de transport à une politique publique portant sur l'avenir d'une agglomération, d'autre part dans quelle mesure les actions menées dans d'autres domaines de l'action publique tiennent-elles compte de la réalisation d'une ligne de transport en commun en site propre ?

L'ambition de cet objectif initial est grande, et il est clair que ce document ne prétend pas traiter de tous les aspects du problème de l'évaluation d'une politique de transport. Il s'agit, dans le cadre des études d'évaluation a priori des projets d'investissement, de voir comment l'on peut s'assurer que les choix opérés s'intègrent bien dans les orientations générales de la politique de déplacements menée sur la ville, ce qui suppose la définition d'indicateurs capables de décrire la cohérence des actions envisagées. La question de la genèse des projets, ou les problèmes que pose l'évaluation au sein des processus de décision ne seront donc pas abordés, malgré leur importance : nous rappellerons rapidement les résultats de travaux antérieurs, menés notamment à l'INRETS sur ce sujet.

Aussi cette réflexion ne doit-elle pas être comprise comme la présentation d'une nouvelle méthodologie, car elle est loin de couvrir tout le champ de l'évaluation de projet. Son ambition est d'initier une analyse sur la nature des processus d'évaluation et sur le contenu des études visant à mieux éclairer les choix des décideurs. En effet, un projet de TCSP mobilise des ressources importantes, mais son efficacité dépend souvent plus de facteurs externes (évolution de la mobilité, de la conjoncture et du développement urbain) que de facteurs internes (productivité, dimensionnement et efficacité des systèmes techniques mis en oeuvre).

La récente décision du ministre des transports visant à moduler les taux de subvention des projets de TCSP (communiqué de presse du 17-01-94) est justifiée par le désir de favoriser les projets s'inscrivant dans une "vraie politique des transports locaux" et qui s'appuie notamment sur "un partage de la voirie courageux". Or le choix d'une politique de transport repose en grande partie sur un pari, celui que la réalité future de la ville sera conforme aux prévisions ; mais l'expérience a montré que le futur est toujours incertain, qu'il le devient encore plus de nos jours et qu'il importe de mieux gérer le risque naissant de la dimension temporelle de ces choix (conséquences à long terme).

Cette incertitude peut être en grande partie limitée si le projet de TCSP s'inscrit dans une politique dont la cohérence dépasse le strict cadre du réseau de transports collectifs. Telle est la portée de ce document, qui veut initier un large débat entre les partenaires sur la nécessité et le contenu d'un processus d'évaluation des projets de TCSP.

Introduction :

Les projets de TCSP

dans les politiques urbaines locales

Les réseaux de transports en commun ont connu dans les années 70, un développement important dans les agglomérations, grâce à l'instauration du Versement Transport. Les années 80 ont au contraire vu apparaître une phase de stagnation, tenant à la fois à une certaine modération de la mobilité et à une contrainte financière accrue, liées à la conjoncture économique, et à une concurrence faiblement régulée avec la voiture particulière. Les années 90 semblent, quant à elles, devoir se caractériser par la recherche d'une plus grande efficacité, tant dans l'utilisation des fonds publics que dans une meilleure adaptation des systèmes de transports collectifs à l'évolution des conditions de déplacements en ville.

Les transformations récentes de l'urbanisation, telles qu'elles ont pu être observées à l'occasion du dernier recensement de la population, traduisent en effet une tendance durable à l'étalement urbain : la conséquence en est une diversification des couples origine-destination, au sein d'un territoire de la mobilité quotidienne qui déborde de plus en plus les frontières administratives des villes denses. Il en résulte, outre un allongement des distances parcourues, une moindre massification des flux, notamment à destination du centre traditionnel des agglomérations, phénomène qui favorise l'usage de la voiture, génère un risque de congestion plus grand (en cas de reprise économique) et rend le transport en commun routier moins performant et attractif.

L'instauration récente d'une différenciation des taux et plafonds des subventions accordés par l'Etat pour la réalisation de transports en commun en site propre, témoigne de la volonté de retrouver une certaine compétitivité de l'offre en transport public, mais aussi du souci d'une meilleure intégration des projets dans les politiques urbaines. La priorité accordée à des systèmes de surface (tramway, réseau intermédiaire,...) vise en effet à rompre avec une logique de production sectorielle de l'offre, où l'action sur les transports collectifs se développait sans remettre en cause l'usage de la voiture : seule l'incitation par une offre de meilleure qualité devait jusqu'alors favoriser un transfert modal, dont les déterminants restent complexes et mal maîtrisés. La réalisation de TCSP hors voirie, qu'il s'agisse de métro ou de VAL en souterrain comme en aérien, s'est avérée judicieuse pour les plus grandes agglomérations, et a permis d'améliorer durablement les conditions de déplacement, tous modes confondus.

Pourtant, les choix opérés soulèvent quelques interrogations. Si la meilleure qualité de service offerte a permis d'accroître la clientèle des transports en commun, ces investissements lourds ont eu un effet mitigé sur les parts de marchés des TC par rapport à la voiture : des gains sensibles ont pu être observés sur la demande de déplacement directement desservie par le TCSP (par exemple dans les centre-villes, où la voiture devient parfois un mode minoritaire), mais globalement l'automobile continue de gagner du terrain, ce qui reste un problème, notamment sur le plan de l'amélioration de la qualité de la vie et de l'environnement dans les zones urbaines. On peut certes estimer qu'en l'absence de tels investissements la progression de

la voiture aurait été encore plus importante, mais l'approche des problèmes de déplacements reste trop souvent modale, et le développement d'une offre hors voirie est *in fine* le moyen d'éviter des choix plus difficiles, parce que contraignant l'usage des modes individuels. Il est en effet paradoxal de constater que la réalisation d'une offre hors voirie, sans mesure de régulation de l'automobile, conduit le plus souvent à des gains de temps globaux plus importants pour les automobilistes que pour l'ensemble des usagers des transports en commun...

Certes, ce résultat n'est pas forcément négatif, à condition que l'on en maîtrise bien toutes les conséquences. Il n'est pas question d'opposer de façon dogmatique la voiture et le transport collectif, mais bien de rechercher quelle combinaison de ces deux grands modes (sans oublier pour autant des modes dits mineurs comme les deux-roues et surtout la marche à pied restent essentiels pour le fonctionnement global du système de transport) permet de d'améliorer au mieux la satisfaction des citoyens, y compris dans une perspective à plus long terme. Cette recherche de l'intérêt collectif (défini par défaut comme l'agrégation des intérêts particuliers, bien que cette somme soit algébrique, ce qui suppose que la perte pour les uns équilibre l'avantage pour les autres...) reste une prérogative fondamentale de l'action publique. Or, comme pour les gains de temps, le résultat des mesures prises peut être contre-intuitif : la complexité des interactions, l'importance des enjeux financiers, l'irréversibilité de certains projets dits "structurants", incitent à une certaine prudence dans les choix, et appellent par conséquent des éclairages sur les effets possibles des décisions envisagées.

Il faut en effet souligner que le mode de gestion est encore trop souvent sectoriel, c'est-à-dire qu'il est principalement mené par domaine de compétence : des mesures sont prises dans le domaine de l'urbanisme, dans celui de la circulation et du stationnement comme dans celui des transports en commun, sans que les conséquences des mesures prises dans un domaine sur les autres fassent l'objet d'une évaluation, alors que l'on sait bien qu'il s'agit d'un système complexe dont les diverses composantes ne sont pas indépendantes. Il est alors nécessaire de parler de recherche de cohérence : deux actions seront dites cohérentes dans la mesure où leurs effets ne se contrarient pas, c'est-à-dire que les actions menées dans un domaine n'ont pas un résultat néfaste sur un autre domaine¹. Cette définition a minima reste cependant trop théorique, car il est souvent impossible d'éviter ce type d'effet. La question est alors de savoir quelles sont les priorités de l'action publique, pour déterminer quels effets contradictoires sont acceptables et ceux qui doivent être évités.

A titre d'exemple, on peut citer le problème de la gestion de l'offre de stationnement dans des zones desservies par des transports en commun performants, ou les conséquences sur le niveau de congestion ou sur le déficit des transports en commun d'un accroissement des réseaux viaires, ou enfin la réalisation d'un transport en commun surdimensionné sur l'état des finances publiques à moyen terme. Ces exemples ne sont pas pour autant significatifs d'erreurs grossières lors de la conduite des projets, mais plutôt d'un défaut de maîtrise de l'environnement (au sens large) du projet.

Cela tient en partie à une vision réductrice du système de transport (tous modes confondus) qui permet les déplacements en milieu urbain. Les logiques sectorielles d'offre (qui opposent les modes de transport), le jeu complexe des acteurs institutionnels locaux (qui opposent les domaines de compétence, mais aussi la régulation des territoires à la régulation fonctionnelle des réseaux de service), la durée des processus (de l'idée au projet, de la conception à la décision) sont autant de facteurs qui, face à la complexité d'un système, incitent à une gestion de projet, plus opérationnelle, mais minimisant l'importance des interactions entre les différentes composantes du système urbain.

¹ On parlera en économie, d'actions *dépendantes* ou *complémentaires*

C'est pourquoi les procédures d'évaluation prennent des formes diverses, allant de l'informel (la gestion "politique" et les groupes de pression) à la méthodologie normative (portée par les grands opérateurs de réseaux), en passant par la multiplication d'études ponctuelles ou la commande de l'étude-plaidoyer, destinée à justifier les choix opérés... Cette grande variété des formes de l'évaluation n'a pas à être contestée dans un contexte démocratique, où la responsabilité des choix revient in fine aux autorités territoriales locales. La décentralisation (quoique opérée depuis fort longtemps pour les transports collectifs) ne saurait se satisfaire de tentative de contrôle des choix locaux par le recours à de nouvelles procédures formalisées décidées a priori par l'Etat. Mais une non intervention serait aussi contradictoire, tant les enjeux liés à la gestion des déplacements peuvent relever d'un concernement collectif qui interpelle la Nation et son représentant l'Etat.

La nécessité de l'évaluation a été soulignée dans la Loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs de 1982, notamment dans son article 14 qui précise très clairement l'obligation d'une "évaluation économique et sociale" des politiques et des projets (évaluation a priori, mais aussi a posteriori, ce qui n'est pas encore entré dans les moeurs au niveau urbain). Encore faut-il s'entendre sur sa portée et sur les méthodes aptes à éclairer les choix, à minimiser les risques, à souligner les interactions entre système de transport et milieu urbain.

Or il faut bien constater, à l'observation des projets réalisés, que les procédures d'évaluation mises en oeuvre ont un contenu et une portée trop différentes d'une ville à l'autre, pour que l'on ne s'interroge pas sur la pertinence de certaines d'entre elles. Il faut souligner ici qu'à l'inverse du domaine routier, il n'existe pas d'instruction, de circulaire ou même de guide méthodologique, définissant un tant soit peu le contenu de telles procédures. En matière de projets routiers (urbain ou rase campagne), des documents méthodologiques existent et sont périodiquement révisés (les derniers datant de mars 1986 ont été révisés en 1989).

Cette situation s'explique par de nombreux facteurs. Le premier est historique et institutionnel, dans la mesure où les grandes infrastructures routières relèvent souvent d'une maîtrise d'ouvrage de l'Etat ou de ses services territoriaux : la normalisation des méthodes avait pour objet de faciliter les comparaisons entre projets pour définir les priorités de réalisation en fonction des disponibilités financières annuelles. Dans le domaine des transports collectifs urbains, la responsabilité incombe aux autorités organisatrices, et cette décentralisation des responsabilités n'a pas incité à l'instauration d'une procédure standard.

Le second facteur tient au caractère urbain des projets (sur lequel nous reviendrons plus loin). Dès lors qu'une infrastructure de transport (voirie ou TCSP) participe à la structuration et au fonctionnement d'une agglomération, elle interfère fortement avec d'autres éléments, et la rationalité traditionnelle (mesurée par la variation des surplus des acteurs) se révèle beaucoup plus difficile à mesurer. Une voie urbaine ne sert pas qu'à écouler du trafic, mais assure de nombreuses autres fonctions dans la ville : elle forge l'espace urbain, permet l'accessibilité, génère des effets externes (positifs et négatifs) importants, alors que la route serait par nature moins complexe, car c'est une infrastructure dédiée à une fonction précise, la circulation.

Le troisième facteur tient à la nature du mode de transport concerné. La situation de "concurrence" avec l'usage de la voiture, mais aussi la construction progressive d'un réseau, ensemble de lignes connectées, ne permet plus de raisonner en projets, pris isolément. L'importance des interactions incite à plusieurs niveaux d'analyse, celui d'une politique de déplacement (multimodale), celui d'un réseau de service (hiérarchisation de l'offre), et celui du projet proprement dit (la ligne ou le barreau). Autrement dit, le processus d'évaluation doit porter sur ces trois domaines, en intégrant les dimensions financières (endettement), temporelles (constitution progressive des réseaux), et plus globalement une recherche de cohérence avec la politique urbaine mise en oeuvre.

La grande diversité des facteurs qu'il faudrait prendre en compte (ce qui risque de conduire à des études détaillées relativement lourdes) explique sans doute l'absence d'une procédure formalisée de conduite de l'évaluation dans le domaine des transports collectifs urbains. Cela ne signifie pas, loin de là, qu'il n'y ait pas évaluation. Pour tout projet ou décision, des études sont conduites, portant à la fois sur les coûts (en investissement comme en exploitation) et sur les "effets" attendus, en particulier la clientèle future et donc les recettes prévisibles.

Mais cette démarche a tendance parfois à conduire à une vision restrictive de l'évaluation (par rapport aux objectifs fixés par la LOTI), qui est alors conduite sur la base d'hypothèses lourdes (dont la sensibilité est rarement testée), incluant un principe de comparaison avant/après "toutes choses égales par ailleurs" ; or ce dernier principe est largement démenti dans la pratique, et est à l'origine du grand écart observable entre les prévisions et les trafics réellement obtenus. La dérive qui en résulte est de nature à déséquilibrer fortement les résultats financiers, mais aussi la rentabilité sociale collective, qui reste l'indicateur le plus pertinent de la mesure de l'efficacité collective des choix opérés.

Aussi semble-t-il nécessaire de repenser les objectifs et les formes de l'évaluation dans ce domaine. Parce que la création d'un TCSP est un grand projet de transport, mais aussi un grand projet urbain, du fait des conséquences attendues en matière de structuration des agglomérations, l'évaluation ne peut se limiter à la seule mesure d'une rentabilité financière.

C'est pourquoi la première partie de ce rapport sera axée sur une clarification nécessaire des relations entre projet de TCSP et politique de transport et de déplacement, tout en soulignant les diverses étapes d'un processus d'évaluation qui est transversal par rapport à la réalisation de diverses actions étalées dans le temps, et dont la portée et le concernement peuvent être très différents. Une rapide discussion sur les méthodes utilisées pour le choix d'investissements publics permettra d'en découvrir les limites, en particulier face aux deux autres grands domaines d'évaluation des projets de transport, que sont la prévision de la demande et l'estimation des coûts.

Une seconde partie mettra l'accent sur les moyens de vérifier comment se fera l'intégration du projet de TCSP dans la politique multisectorielle menée sur l'agglomération. D'une part le projet doit être une réponse au diagnostic qui a motivé sa mise en oeuvre (adéquation aux problèmes et enjeux futurs), d'autre part il doit satisfaire aux objectifs de la politique envisagée. Il est donc nécessaire de vérifier la cohérence à plusieurs niveaux : cohérence des caractéristiques du projet avec les objectifs, mais aussi cohérence de la politique multisectorielle avec le projet, notamment en termes de gestion de la circulation, du stationnement ou de l'urbanisme. Cette recherche de cohérence est plus délicate qu'il n'y paraît : il ne s'agit pas de simple bon sens, car le résultat des actions menées est parfois contre-intuitif, du fait de la complexité des interactions au sein du système urbain. On présentera une série d'indicateurs destinés à mesurer cette adéquation, en soulignant ce qui relève de la cohérence "interne" (à la sphère des transports collectifs) ou "externe" (autres secteurs de l'action locale). En annexe, ces différents indicateurs de vérification de la cohérence seront décrits de façon synthétique.

La troisième partie reviendra sur la question des méthodes d'évaluation, notamment pour obtenir une vue d'ensemble de la pertinence globale des choix envisagés. Dans le domaine des politiques publiques, la réalisation de biens collectifs (comme un réseau de transport) doit être évaluée sur trois plans, l'efficacité financière et économique du projet, l'équité de la politique, la production d'externalités : c'est la prise en compte de ces trois aspects qui définit en quelque sorte le concept "d'évaluation économique et sociale" affichée dans la LOTI. Centrée sur une approche renouvelée du calcul économique (ou plus exactement sur la portée et les conditions de mise en oeuvre de l'analyse coûts - avantages), cette partie insistera sur la nécessité de

mieux prendre en compte la dimension temporelle dans l'évaluation. Le calcul économique est en effet un outil de simulation puissant pour mesurer comment évolue la rentabilité sociale collective d'un investissement en fonction de scénarios contrastés décrivant les futurs possibles au niveau d'une agglomération. En considérant cet outil comme un moyen d'analyse (et non comme une tentative bureaucratique visant à remettre en cause les responsabilités et la liberté de choix des collectivités territoriales concernées), la démarche d'évaluation proposée permet tout à la fois la conduite d'analyse stratégique (test de politiques selon l'évolution des conditions environnantes) et celle d'une évaluation des projets (comparaison, priorités et choix de variantes).

Nous concluons cette réflexion en élargissant notre propos à la question des procédures que les autorités organisatrices pourraient mettre en oeuvre afin de disposer d'éclairages plus pertinents des choix d'investissement, dans un contexte où la contrainte financière oblige à plus de prudence dans l'affectation des ressources.

Chapitre I :

Le TCSP, projet de transport et projet urbain

Le choix d'un système technique de transport en site propre résulte de la volonté des autorités organisatrices de mettre en oeuvre une offre de transport collectif d'un niveau de service bien supérieur à celui offert par les lignes traditionnelles d'autobus. Afin de clarifier notre propos, il importe de définir ce que nous entendons par "transport en commun en site propre". Ce terme fait en général référence à **tout système de transport circulant sur une infrastructure qui lui est totalement dédiée**. C'est bien entendu le cas des transports ferrés, qu'il s'agisse de lignes SNCF ou de métros classiques. L'évolution des technologies a permis le développement de transports guidés sur pneu (métros récents), éventuellement automatisés comme le VAL. Mais, depuis quelques années se développent aussi des systèmes "plus légers" de surface, comme les tramways, et très récemment les systèmes dits TVR (Transport sur Voie Réservée), utilisant une technologie plus routière et disposant de systèmes de guidage partiel.

Ainsi, parallèlement aux systèmes "lourds", qui nécessitent la construction d'infrastructures coûteuses (en sous-sol ou en aérien), ces TCSP "légers" peuvent être implantés sur la voirie, à condition qu'ils soient (au moins sur la majorité de leur parcours) protégés totalement de la circulation automobile. L'intérêt de ces systèmes est double : d'une part cela permet de disposer d'une technologie mieux adaptée à des flux d'importance moyenne (par exemple en complément des axes lourds des grandes agglomérations, pour mailler les réseaux), d'autre part ils offrent une nouvelle perspective de développement d'une offre compétitive pour les agglomérations de taille moyenne, pour lesquelles la réalisation d'un métro serait disproportionnée par rapport à la demande de déplacements.

La réalisation d'un TCSP, qu'il soit léger ou lourd, traduit une orientation précise, à savoir **la constitution d'un réseau-armature** (qui peut se limiter dans un premier temps à une seule ligne) : le saut qualitatif par rapport aux lignes classiques de bus conduit en effet à une hiérarchisation de l'offre, donc à une modification structurelle des conditions de fonctionnement du réseau de transports collectifs de l'agglomération.

Le choix d'un recours à un TCSP découle en général d'une analyse des conditions de déplacement en milieu urbain, et de leur évolution à terme en fonction des perspectives de développement de l'agglomération desservie. Une double justification est apportée sur le plan technique : d'une part, un TCSP est en mesure d'offrir une vitesse et une fiabilité suffisantes pour constituer une alternative crédible à l'usage de la voiture, d'autre part, il offre une capacité de transport de nature à résoudre durablement la saturation des systèmes de transport existants sur des liaisons particulières (accès et desserte des zones centrales). Ainsi, un TCSP classique de type ferré (métro, VAL, tramway) s'inscrit-il dans une double logique de massification des flux et d'accroissement de l'offre globale de transport, visant plus à satisfaire une progression de la mobilité que la recherche d'une limitation de l'usage de la voiture. Des analyses menées sur Londres [Mogridge, 1990] tendent à montrer que sur des axes bien desservis par des transports collectifs performants (offre, fréquence), les conditions de circulation (vitesse)

étaient meilleures, ce qui tend à montrer que la complémentarité entre le mode individuel et le mode collectif est une situation socialement plus intéressante que leur concurrence.

Le recours à ce type de système technique permet d'éviter la difficile réalisation de nouvelles infrastructures routières dans les zones denses et déjà urbanisées, mais est aussi un moyen d'assurer la pérennité d'un réseau de transport collectif, dont l'avenir est fortement dépendant de la résolution d'une double crise qui caractérise la période actuelle : une crise de la congestion (accroissement des trafics plus rapide que l'accroissement de l'offre) et une crise du financement (outre les conséquences d'une tarification déconnectée des coûts de production, la congestion détériore la productivité du service en surface) renforcée par le tarissement du Versement Transport et les contraintes sur la pression fiscale.

Or le choix d'un tel système de transport collectif est une décision majeure, dans la mesure où la réalisation d'une infrastructure lourde va marquer profondément l'espace urbain. Bien que l'idée d'effets structurants des systèmes de transport soit largement contestée¹, la mise en place d'un TCSP s'inscrit sur le long terme : d'une part cela se traduit par l'inscription dans l'espace d'une infrastructure intangible, d'autre part l'accessibilité des zones desservies constitue une opportunité pour des modifications durables de la localisation des activités urbaines. S'il est impossible d'affirmer que cette nouvelle offre va induire un accroissement du développement urbain à proximité, elle favorise toutefois un phénomène de valorisation des espaces desservis, qui, dans le cadre d'une stratégie urbaine et sous réserve de marchés porteurs, peut se traduire par une transformation profonde de la nature des activités urbaines riveraines. Enfin, par le changement important des conditions de déplacement, elle est un facteur d'amélioration du fonctionnement global d'une agglomération.

Ceci souligne qu'au-delà des objectifs de pérennité du système de transport collectif, les projets de TCSP relèvent de choix plus fondamentaux sur le devenir de la ville. Développer un transport public performant peut avoir des effets divers, puisqu'outre la réduction du niveau de congestion (du moins temporairement, car la mobilité induite par l'amélioration de l'offre peut conduire à terme à un nouvel état de saturation), c'est un moyen de lutte contre la pollution (atmosphérique, sonore,...), mais aussi un moyen pour favoriser la mobilité de certaines couches sociales dont le territoire s'élargit. Si l'on regarde à plus long terme, ces effets peuvent être contradictoires, en fonction du degré de maîtrise du développement urbain : en effet, l'impact ne se limite pas qu'à la valorisation des zones centrales, puisque l'amélioration des conditions de déplacement (multiplication des zones accessibles, réduction du temps de déplacement) peut aussi renforcer le phénomène d'étalement urbain, soit directement (à l'image du RER), soit indirectement (l'amélioration des TC peut aussi rendre la circulation automobile plus facile, donc renforcer la périurbanisation). Cette dernière remarque explique notamment que l'objectif d'accroissement de la part de marché des transports publics, souvent présenté comme une justification du projet de TCSP, ne soit pas satisfait à un niveau conforme aux espérances : le gain probable sur certaines liaisons (centre-centre, ou 1ère couronne-centre) ne compensera pas forcément la perte tout aussi probable sur le marché porteur des déplacements périphériques... Tout dépend ici de la politique menée sur le plan de la gestion d'un système multimodal.

Parce qu'un projet de TCSP relève d'une modification structurelle des conditions de déplacement en ville, les interactions avec la politique urbaine constituent une donnée de base

¹ L'existence d'un lien de causalité directe, qui rendrait automatique la production d'effets sur le système de localisation des activités économiques lors de la création d'une nouvelle offre de transport est en effet rejetée, au profit de la notion de création d'opportunités, qui peuvent se transformer, dans certaines conditions, en effets réels : cela dépend des stratégies publiques et privées mises en oeuvre pour saisir ces opportunités. Toutefois, sur le très long terme, l'impact des systèmes de transport sur les localisations est tout à fait réel.

dans la conception de la ligne ou du réseau envisagés. On pourrait aller jusqu'à dire que, dans un certain nombre de cas, il est l'expression d'une politique globale, c'est-à-dire que c'est plus un projet urbain qu'un projet de transport. Il est donc clair, dans ces conditions, que l'évaluation ne peut se cantonner à la seule modification de la répartition des flux de déplacement, mais doit se situer dans un contexte plus large, tant au niveau des objectifs (politique urbaine), du territoire concerné (ensemble de l'agglomération, voire de la région urbaine ou du bassin de vie) que de la dimension temporelle (évolution à moyen et long terme).

1. Les finalités de l'évaluation

Reconnaître cette finalité urbaine des projets de TCSP conduit donc à s'interroger sur la nature et la portée d'une évaluation, car ce terme est utilisé pour parler de réalités très diverses. Pour certains, elle désigne toute analyse visant à mesurer un changement d'état, c'est-à-dire "donner une valeur" à la variation des paramètres caractérisant un système, dès lors que l'on apporte une modification à l'un d'eux : c'est donc un processus de quantification (ou éventuellement de qualification) d'un effet (identifié par un ou plusieurs critères), que l'on tente de prévoir (évaluation *a priori*) ou que l'on constate (*a posteriori*).

Pour d'autres, l'évaluation a une finalité plus précise. Il s'agit de mesurer l'effet d'une action relativement à un ou des objectifs que l'on souhaite atteindre, c'est-à-dire de voir si l'action mise en oeuvre est efficace ou non pour transformer l'état d'un système vers un autre état, plus proche ou conforme à celui que l'on souhaite voir se réaliser. Dans ce cadre, l'évaluation est un moyen (notamment *a priori*) de vérifier la pertinence de l'action proposée, ou encore de comparer (et donc de choisir) entre plusieurs actions possibles pour atteindre les objectifs fixés. Cette différence de finalité est importante, dans la mesure où l'on ne cherche pas à mesurer une efficacité intrinsèque d'un projet, mais bien sa capacité à répondre à des objectifs. En ce sens, le projet est situé et évalué par rapport aux objectifs d'une politique, dont le contenu peut être très différent d'une agglomération à l'autre : recherche d'une meilleure productivité, stabilisation d'un déficit, affirmation du droit au transport, réduction de la congestion, amélioration du cadre de vie, etc. On est ainsi amené à poser le problème de l'évaluation d'une politique publique, dont l'objectif général reste d'accroître la satisfaction collective, mais qui peut prendre pour cela des formes très différentes.

1.1. De la définition des objectifs...

Si l'on retient la seconde définition, le préalable à toute évaluation est de préciser quels objectifs l'investissement envisagé ou réalisé doit permettre d'atteindre. Bien que cela paraisse évident, il faut pourtant constater que la plupart du temps les orientations des politiques de transport et de déplacements urbains ne donnent pas lieu à une explicitation des buts à atteindre, si ce n'est sous la forme d'un discours général, où se mêlent parfois des objectifs contradictoires. En effet, les propos généralisants sont le moyen de s'assurer un consensus au plan local, tout en conservant une marge de manoeuvre, notamment pour ne pas à avoir à hiérarchiser ces objectifs. Ainsi, la volonté d'améliorer le cadre de vie urbain est une orientation qui permet de parler de la réduction du bruit ou de la pollution atmosphérique, mais aussi de diminuer la pénibilité des déplacements ou même de renforcer la fiabilité des systèmes de transport. Parallèlement, le désir de maintenir ou d'améliorer l'accessibilité au centre se traduit par la promotion d'une mobilité accrue, donc par des flux de déplacement plus importants, résultat qui peut être contradictoire avec l'objectif précédent, si l'amélioration de l'offre proposée ne s'accompagne pas d'une régulation de la demande sur le plan modal...

En situant le projet de TCSP dans le cadre d'une politique plus globale, on est donc amené à s'intéresser à la nature des choix qui la caractérisent. On soulève ainsi deux domaines d'évaluation, celui de l'adéquation du projet à la politique souhaitée (cohérence avec les objectifs), et celui de l'efficacité interne du projet lui-même (cohérence du projet avec la nature des problèmes et des enjeux). Concrètement, cela signifie que la création d'un TCSP ne se justifie que s'il est en mesure de capter un trafic conséquent (efficacité interne), mais qu'il peut à l'inverse favoriser l'étalement urbain par l'amélioration des conditions de déplacements en voiture (politique urbaine), ou remettre en cause l'équilibre budgétaire des collectivités locales s'il génère une surcapacité injustifiée à court terme (objectifs financiers).

Aussi les critères retenus pour l'évaluation doivent-ils permettre de tenir compte de ces différents niveaux d'analyse, en distinguant l'efficacité de court terme et celle de long terme, l'impact du TCSP sur le fonctionnement de l'ensemble du réseau de transport collectif (report et induction de mobilité, productivité du réseau, intégration progressive de plusieurs lignes,...), son impact sur l'usage de l'automobile et sur la structuration de l'espace urbain.

Comme nous allons le voir plus loin, diverses méthodes permettent d'évaluer les projets de transport, mais il faut souligner qu'elles sont en général utilisées pour l'évaluation de projets et non de politiques globales. De même, alors que le discours visant à justifier de tels projets s'appuie largement sur des effets à long terme (impacts attendus sur le développement de l'agglomération, améliorations durables des conditions de déplacement), les incertitudes sur la quantification de ces effets conduisent, en pratique, à ne prendre en compte dans les méthodes analytiques de mesure de la rentabilité, que les effets à court terme : l'influence de la composante temporelle sur les résultats est ainsi largement minimisée, en raisonnant toutes choses égales par ailleurs ("ceteris paribus").

1.2 ...Aux quatre niveaux de la décision

La prise en compte des objectifs d'une politique globale conduit donc à la recherche d'une cohérence interne (celle du projet) et externe (la contribution du projet à la satisfaction des objectifs globaux). Mais si, de par son importance dans la restructuration des réseaux de transports collectifs, le projet de TCSP mérite une évaluation ambitieuse, encore faut-il arriver à préciser la nature des politiques globales sur l'agglomération concernée. Pour mieux identifier le champ et la portée de ces deux évaluations, il convient de les situer dans le cadre du processus de planification et de décision en matière de transports urbains.

Il peut être judicieux ici de faire le parallèle avec le cas des transports interurbains. Dans le rapport du CGP "Transport 2010"², quatre niveaux de décision ont été mis en évidence, et leur transposition au domaine urbain nous semble réaliste, sous réserve de tenir compte d'une complexité parfois plus grande des processus de décision. Les quatre niveaux sont les suivants :

A - Les options premières de la politique de transport

Ce niveau concerne les grandes orientations stratégiques qui serviront à définir le rôle que l'on veut faire jouer au système de transport comme composante essentielle du fonctionnement et du développement des agglomérations. Ces orientations sont donc en grande partie exogènes au secteur des transports urbains, puisqu'elles relèvent d'une politique urbaine au sens large.

² Commissariat Général du Plan, *Transport 2010*, Paris,

NIVEAUX DE DECISION	- 1 - LES OPTIONS PREMIERES	- 2 - LES SCHEMAS D'INFRASTRUCTURES	- 3 - LES PRIORITES D'INVESTISSEMENT	- 4 - LE CHOIX DES VARIANTES
But principal	* Définition des Objectifs	* Le besoin d'infrastructure	* Définition des priorités	* Le Projet Définitif
Les enjeux	<ul style="list-style-type: none"> - Adéquation offre/demande - Principes de financement (péage, fiscalité, tarification) - Réglementation (nationale, internationale) - Réduction / contrôle de la pollution - Gestion du transit - Rythme de longue période des investissements - Objectifs de politiques macro-économiques (grands travaux) - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse de l'évolution prévisible de la demande de déplacements (urbain, régional, national, international) - Définition des projets d'infrastructures nécessaires, sous forme de schémas modaux (rail, route, ports, aéroports, transports publics, stationnement) - Vérification du niveau de cohérence intermodale (coordination) - Définition des rythmes de réalisation des schémas (besoin annuel d'investissement) 	<ul style="list-style-type: none"> - Classements des projets d'infrastructure en fonction de leur rentabilité sociale collective - Prise en compte de l'ordre de réalisation sur la rentabilité globale en fonction des capacités de financement - Contrôle de la cohérence multimodale dans le rythme de réalisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Caractéristiques techniques et fonctionnelles des variantes : tracé, points d'échange, insertion dans l'environnement - Etude détaillée des trafics à court, moyen et long terme (selon le rythme de réalisation des schémas et la conjoncture économique) - Mesure des avantages, des inconvénients et des coûts de chaque projet - Recherche de la variante socio-économique la plus rentable
Exemples	<ul style="list-style-type: none"> - Option stratégique suisse (éviction du transit routier au profit du transit ferroviaire pour les marchandises) - Clean Air Act (USA) : respect d'objectifs en matière de pollution 	<ul style="list-style-type: none"> - Schéma des liaisons ferroviaires à grande vitesse - Schéma national autoroutier - Schéma de voirie d'agglomération - Réseaux de transport en commun en site propre 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan à moyen terme - Dossier de Voiries d'Agglomération - Plans de Déplacements Urbains - 	<ul style="list-style-type: none"> - Dossiers d'études des projets (APS, APD, PD) - Etude de trafic - Etude d'impact - Plan de financement
Evaluation A priori		<ul style="list-style-type: none"> - Projections à long terme - Capacité d'investissement - Coût-efficacité par objectif 	<ul style="list-style-type: none"> - Simulation et comparaison des effets de la réalisation progressive des schémas - Analyse Coûts-Avantages - Définition des priorités - Suivi des réalisations, de leurs effets et du respect des options premières 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparaison des variantes - Analyse Coûts-Avantages - Analyse Multi-Critères
A posteriori		<ul style="list-style-type: none"> - Suivi par objectif en fonction des rythmes de réalisation et des évolutions socio-économiques 		<ul style="list-style-type: none"> - Etude de suivi - Comparaison Avant/Après

Certes, parler d'une "politique urbaine" peut prêter à sourire, tant il est difficile d'en prouver l'existence ou d'en décrire formellement le contenu. Pourtant, même s'il est impossible d'afficher des orientations permanentes et consensuelles sur la ville, des "grands choix" sont opérés de fait par les collectivités à l'occasion des divers projets d'aménagement sur la ville. C'est l'ensemble de ces orientations stratégiques que nous appellerons ici politique urbaine. Ce peut être par exemple la lutte contre la pollution et pour l'amélioration du cadre de vie, la recherche d'une ville plus dense en contrôlant l'étalement urbain, des principes de tarification des services urbains (donc des transports et des infrastructures), la lutte contre l'exclusion (quartiers défavorisés), etc... Ces choix, qui relèvent de la responsabilité politique locale, vont eux-mêmes se traduire en options stratégiques dans le domaine des transports : régulation de la demande, desserte des territoires locaux, accompagnement de la rénovation urbaine, ou action volontariste sur l'usage de certains modes de déplacement.

B - Les schémas d'infrastructures

Cependant, l'affirmation de ces grands choix est souvent délicate en milieu urbain, car leur traduction, tant dans les documents d'urbanisme que dans les plans de transport, va entraîner des dispositions précises qui fixent, pour le long terme, les grands traits du futur de la ville. Plutôt que de risquer de les voir remises en question dans le débat local, ces options premières vont apparaître en filigrane dans la structure des schémas d'infrastructures¹. Cette seconde étape, qui a souvent tendance à supplanter la première, du moins sur le plan formel, est donc importante, puisque les choix opérés sur le plan des tracés, des caractéristiques fonctionnelles et techniques de chacun des modes, vont servir de références en offrant une vision "achevée" du système de transport de l'agglomération de demain, vision en théorie cohérente avec les options premières. Elle détermine ainsi l'ampleur de l'effort que les collectivités concernées envisagent d'entreprendre pour adapter l'offre multimodale de transport aux besoins de déplacements locaux.

C - Les priorités d'investissement et le choix des projets

L'approbation des schémas d'infrastructure est une étape importante, dans la mesure où elle affirme une cohérence de l'organisation globale des transports. Par contre, elle doit être complétée par une analyse du rythme et des priorités de réalisation en fonctions de deux facteurs. Le premier est bien sûr la capacité financière des collectivités : la mise en oeuvre de tels schémas mobilise des ressources importantes, et nécessite donc un étalement des réalisations dans le temps. Le second relève plutôt de la dynamique de développement de l'agglomération, qui est inégale selon les secteurs. Il importe alors de conjuguer les efforts entrepris, pour que les opérations d'urbanisme et de transport soient réalisées de façon coordonnée, c'est-à-dire dans un laps de temps compatible avec les orientations générales, ou de façon à éviter (ou à contrôler) des effets secondaires qu'une réalisation discontinue ne manquerait pas de générer, au risque de remettre en cause les projets envisagés. Le choix des projets relève alors d'une procédure d'évaluation, qui prenne en compte non seulement la rentabilité propre des projets (leur efficacité) mais aussi leur adéquation à l'évolution de la dynamique de développement de l'agglomération. Cette dimension temporelle est importante, tant pour la cohérence et la pertinence des actions, que pour une utilisation rationnelle de ressources financières toujours rares.

¹ Le terme schéma d'infrastructures doit être pris ici au sens large, puisqu'il peut s'agir de schémas routiers comme de schémas de transport collectif.

D - Le choix des variantes

Enfin, dans la logique temporelle théorique des processus de conception et de décision, une dernière étape est nécessaire. Après avoir traduit les options premières en schémas, puis décidé des projets prioritaires, leur réalisation suppose une étude plus détaillée sur le plan technique et fonctionnel avant leur mise en chantier. Un second processus d'évaluation est entrepris, d'une nature différente, dans la mesure où il ne s'agit pas de choisir entre plusieurs orientations ou projets, mais de rechercher les meilleures conditions d'intégration d'un projet particulier dans son environnement. La logique est celle d'une optimisation de la satisfaction collective. Elle se traduit par l'étude de tracés alternatifs, qui ne remettent pas en cause a priori les finalités du système de transport, mais visent à minimiser les conséquences des modifications que le projet peut induire sur l'environnement local. Le processus est donc plutôt une recherche, par la négociation entre acteurs, de la variante la plus efficace, ainsi que la définition des mesures complémentaires destinées à la cohérence d'ensemble du nouveau système de transport. Il est clair que cette description reste un schéma théorique vers lequel devrait tendre tout processus de planification urbaine. La réalité en est souvent éloignée, mais ces quatre étapes ont le mérite de souligner les différences d'enjeux et donc de méthodes d'évaluation auxquelles il faut avoir recours. C'est aussi le moyen de souligner là encore qu'une évaluation doit se conduire par rapport à des objectifs, qui sont décidés ou affichés ex ante : le manque de clarté au niveau des options premières, qui dictent normalement la structure et le contenu des schémas d'infrastructures, complexifie le processus d'évaluation, mais peut aussi le réduire à une simple mesure de la "faisabilité" d'un projet, que l'on pourrait définir très grossièrement comme un mélange d'acceptabilité sociale et de capacité financière. Or une telle attitude ne peut que conduire à sous estimer les problèmes de cohérences entre les actions menées sur l'urbanisme ou sur chaque composante du système de transport urbain, notamment dans le cadre d'une réalisation échelonnée dans le temps des différents projets.

2. La diversité des approches et la pertinence des méthodes

Si l'objectif fondamental de l'évaluation est de vérifier, a priori ou a posteriori, que les mesures envisagées permettent bien d'atteindre les objectifs voulus, la diversité de ces mêmes objectifs (et même leur aspect parfois contradictoire) oblige à se pencher sur la place que joue l'évaluation dans le processus de décision. Comme pour toute politique publique, les projets de transport font en effet intervenir de nombreux acteurs, qui sont chacun porteurs d'intérêts spécifiques et qui par conséquent hiérarchisent les objectifs différemment.

Il importe de souligner qu'il n'existe pas un processus d'évaluation unique, valable dans toutes les situations : indépendamment du choix de la méthode, c'est la nature des objectifs qui va dicter celle de l'évaluation. Par conséquent, les acteurs participant au processus de décision interviendront dans le contenu de l'évaluation, sur la base des objectifs qui sont les leurs. Plus fondamentalement, le processus d'évaluation s'intègre dans la genèse du projet lui-même (processus de conception et de décision) et va contribuer à légitimer les choix successifs opérés, tant au niveau de la technologie retenue, du tracé de la ligne de TCSP, que de la qualité de service ou des conditions de circulation.

2.1. Evaluation et décision : trois modèles

Il est nécessaire de situer ici notre démarche par rapport à une approche plus globale des relations entre évaluation et décision, thème déjà largement débattu au cours des années 80 à partir des analyses développées par L. Sfez pour une théorie de la décision. Nous reprendrons

rapidement ici les conclusions d'un travail mené à l'INRETS², qui propose trois modèles de représentation de l'évaluation : l'évaluation analytique, l'évaluation procédurale et l'évaluation mobilisatrice.

Les fondements de l'*évaluation analytique* reposent sur le modèle décisionnel de l'homme certain : c'est une approche économique qui recherche une optimisation des choix sous contraintes financières. Dans cette démarche de comparaison d'états économiques, l'évaluateur se pose en juge-arbitre pour déterminer le choix de l'investissement le plus efficace : c'est l'application de l'analyse coûts-avantages (ACA) qui permettra de décider quel projet satisfera au mieux l'intérêt collectif. Par nature, cette approche, qui adapte au secteur des politiques publiques les règles du choix d'investissement privé, est particulièrement utilisée dans la phase de validation technico-financière des projets étudiés au sein du secteur professionnel.

L'*évaluation procédurale*³ se situe résolument à un autre niveau, celui de la négociation entre les différents acteurs intervenant dans la décision : l'existence de rationalités multiples et diverses ne permet en effet pas de consensus entre les acteurs sur la définition de cet intérêt collectif. La décision se construit en fait au travers d'une négociation, et l'évaluateur joue ici le rôle de l'avocat, qui choisira les arguments favorables à la partie qu'il représente et préparera la réponse aux arguments des parties adverses. C'est le domaine de l'analyse multi-critère (AMC) qui, par une présentation désagrégée des effets de chaque projet sur les différents objectifs, tentera de construire progressivement un consensus politique et social autour d'un projet ou d'une variante.

Enfin, un troisième modèle se développe, celui de l'*évaluation mobilisatrice*, qui se situe à la fois à l'amont (émergence des projets) et à l'aval (adhésion de l'opinion publique) de la construction progressive du projet d'investissement. Fortement idéologique, cette démarche s'inspire plus du marketing commercial (vendre un produit) que d'une justification objective (analytique) ou transparente (mobilisatrice) des choix opérés. La décision sera construite par un lobbying efficace et par la construction d'une image positive du projet soutenu, sur la base de grands objectifs populaires et d'une modernité portée par le progrès technologique.

Ces trois modèles sont bien entendu présents simultanément et développés par des acteurs différents, selon leur "culture" politique, professionnelle ou technique et leurs objectifs par rapport à la modification du système de transport. Il ne serait être question de porter ici un quelconque jugement de valeur sur la pertinence de chaque modèle, car la recherche de la cohérence se retrouve en chacun d'eux. Cependant, les deux premiers modèles font appel à des formalisations méthodologiques plus précises sur lesquelles il importe de revenir plus en détail, moins pour en rappeler brièvement les fondements que pour en souligner les domaines de pertinence et les limites.

2.2. Le choix des méthodes

Pour l'économiste, l'objectif fondamental reste la recherche d'une allocation optimale de ressources limitées, de façon à maximiser la satisfaction de l'agent concerné. Dans le domaine des projets publics, la mesure de cette satisfaction collective se fait essentiellement par

² Département Economie et Sociologie des Transports - Mission Prospective, *les grands projets de transports : langages de l'évaluation, discours de la décision*, Synthèse INRETS n°10, Arcueil, novembre 1987, 152 p.

³ Le terme d'évaluation procédurale est issu des travaux de Herbert Simon sur la "rationalité procédurale", visant à des choix non plus "optimaux" mais "satisfaisants". Voir Simon (H.A.), "From Substantive to Procedural Rationality", in *Method and Appraisal in Economics*, Cambridge University Press, 1976, pp. 129-148

l'observation de la variation des surplus que dégage un investissement. Aussi l'évaluation se fait-elle sur la base d'objectifs clairs, définis par des critères mesurables. L'objectif n'est en fait pas de rechercher la solution idéale qui maximisera cette satisfaction collective, mais de disposer d'un moyen pertinent pour comparer plusieurs projets (états économiques), afin de favoriser l'affectation la plus efficace de ressources limitées. Cela se traduit par des processus plus ou moins complexes en fonction des objectifs retenus. Ainsi par exemple, la **méthode dite "coût-efficacité"** met en rapport un engagement de ressources (investissement et/ou dépenses d'exploitation) avec la variation de la fonction objectif choisie. On peut alors raisonner de deux façons : soit on fixe a priori la somme dépensée et l'on compare l'efficacité des diverses actions possibles pour cette somme (on retient celle qui maximise la variation de la fonction objectif), soit on part des actions qui permettent d'atteindre le niveau souhaité de variation de la fonction objectif (et l'on retient l'action qui mobilise le moins de ressources). Cette méthode, jusqu'à présent limitée, dans le domaine des transports, à des actions ponctuelles (par exemple des réaménagements de voirie pour diminuer le nombre d'accidents ou de morts), connaît un regain d'intérêt dans le cadre d'une relance des politiques par objectifs : en Californie, l'objectif de stabilisation du niveau de pollution atmosphérique sert ainsi à l'évaluation de l'efficacité des mesures proposées. On pourrait de la même façon utiliser ce genre de méthode en France pour comparer des actions sur le système de transport, visant par exemple à limiter l'étalement urbain. Cette méthode reste relativement frustrée, dans la mesure où elle ne prend en compte qu'un seul objectif, lui-même rapporté à un seul critère, ce qui revient à laisser de côté les autres variables du système de transport, dont on sait qu'une des caractéristiques réside dans l'importance des effets externes qu'il génère.

La méthode la plus formalisée reste l'**Analyse Coûts-Avantages (ACA)** qui s'appuie sur la théorie du calcul économique public. Il s'agit ici d'intégrer l'ensemble des variables du système de transport, de façon à prendre en compte tous les avantages (positifs) et inconvénients (négatifs) qu'une modification peut induire, puis de mettre ce bilan en rapport avec les sommes dépensées (investissements et exploitation). Cette démarche s'appuie sur la théorie des surplus, qui permet, dans une confrontation entre une offre et une demande sur un marché, d'identifier la variation d'avantages pour chacun des acteurs de l'échange, mesurée comme la différence entre le prix du marché et le prix qu'un agent est prêt à payer pour consommer un bien donné (surplus du consommateur), ou le prix auquel un producteur peut offrir le même bien sur le marché (surplus du producteur)⁴.

Dans le cas des transports, l'individu augmente sa satisfaction lorsqu'il met moins de temps pour se déplacer. Ce gain de temps est donc l'avantage qu'il retire de la consommation de transport, par exemple à l'occasion de la mise en place d'une offre supplémentaire. Afin de comparer des avantages de nature diverse (gains de temps, sécurité, confort, etc...), chacun d'eux est rapporté à une valeur monétaire représentative des préférences individuelles : c'est par exemple la valeur du temps, dont la détermination résulte d'un arbitrage entre des valeurs observées sur des situations semblables (d'ailleurs utilisées dans les modèles de prévision de la demande, sous forme d'un coût généralisé), et de valeurs tutélaires, c'est-à-dire fixées par la puissance publique et devant représenter les préférences collectives, soit pour normer (et simplifier) les calculs, soit pour pallier la difficulté de mesure des préférences (cas de la valeur du mort). Cette "monétarisation", sur laquelle nous reviendrons dans la troisième partie, permet ainsi de déterminer de façon quantitative tous les avantages (ou inconvénients) résultant de la modification de l'offre de transport.

⁴ Une présentation plus détaillée de cette méthode est incluse dans la troisième partie de ce rapport

De même, le producteur du service de transport verra ses recettes progresser si l'offre mise en place attire une nouvelle clientèle (ou génère une mobilité accrue). En comparant la variation de ces recettes à l'investissement qu'il entreprend, il peut alors en mesurer la rentabilité financière, par des indicateurs comme le Taux de Rendement Interne (TRI) ou la Rentabilité Immédiate (RI), dont le but est de vérifier si l'opération envisagée rapportera ou fera perdre de l'argent et combien.

Au delà de cette rentabilité financière, qui ne mesure que des flux monétaires directs, il importe de calculer une rentabilité dite "sociale collective", qui prenne en compte les avantages globaux décrits précédemment. Ce souci tient au fait que le système de transport est un bien (ou service) collectif produisant des externalités, c'est-à-dire des effets importants hors de la sphère marchande, et donc excluant tout mécanisme de prix. Le bénéfice global attendu du projet est alors assimilé à la somme algébrique des surplus monétaires ou monétarisés des différents agents concernés (usagers, opérateur de transport, Etat, collectivités territoriales), déduction faite des dépenses annuelles d'exploitation ; ce bilan est calculé et actualisé sur la durée de vie de l'équipement, de façon à prendre en compte la distribution dans le temps des coûts et des avantages. En comparant ce bénéfice actualisé à l'investissement réalisé (compté comme une dépense), on obtient la Valeur Actualisée Nette qui est donc la mesure de la variation d'utilité collective que génère le projet. Le classement des variantes ou projets concurrents au moyen de cette VAN permet de définir quel est le projet le plus intéressant (le plus rentable socialement) et donc l'ordre de réalisation des investissements.

Cette méthode est avant tout destinée au choix d'investissement : elle est donc réalisée a priori et a pour fonction d'éclairer les choix du décideur. Son application est ancienne dans le domaine des infrastructures routières, mais elle est aussi appliquée pour l'évaluation de certains projets de transports collectifs. Cependant, comme nous le soulignerons dans la troisième partie, l'application de ces méthodes a souvent été faite de façon mécaniste et trop simpliste : il en résulte que l'ACA a été perçue comme une démarche technocratique, tentant de se substituer aux responsabilités du choix politique, plutôt que comme un moyen de le faciliter, comme une sorte de "boîte noire" prétendant dicter la meilleure solution, dite "optimale", sans que l'on ait réellement de maîtrise sur les facteurs déterminant la rentabilité des projets. De plus, cela a conduit parfois à des "erreurs" de prévision et d'évaluation, sans que l'on sache en identifier clairement la source.

Face à ce défaut de maîtrise s'est développée depuis plusieurs années une autre méthodologie, l'**Analyse Multi-Critères (AMC)** qui, dans son principe, refuse le mécanisme de l'agrégation des critères par la monétarisation. Contestant à la fois le réalisme de la transformation d'avantages qualitatifs, et même quantitatifs, en monnaie, mais aussi la possibilité de "faire la somme de choux et de carottes", les partisans de cette méthode ont prôné une évaluation désagrégée, c'est-à-dire un classement des projets ou variantes pour chaque critère pris isolément.

L'intérêt de cette démarche est de mieux identifier les critères importants par rapport aux objectifs de la politique mise en oeuvre, et de voir clairement comment chaque projet étudié transforme chacun des critères retenus. Ces derniers peuvent être de nature très diverse, mais l'on remarquera qu'en général, le résultat d'une analyse coûts-avantages, limitée aux seules variables dont la monétarisation semble pertinente (ou consensuelle), est toujours un critère de base de l'AMC... Pour les promoteurs de cette méthode, la présentation de l'évaluation, critère par critère, permet une meilleure lecture des effets prévus, et serait de nature à faciliter le choix des décideurs. A contrario, la juxtaposition des classements par critère (qui n'ont aucune raison de converger) ne permet pas facilement, la plupart du temps, de déterminer quel est le projet

qui se révèle globalement le plus intéressant, et la construction d'un classement unique ne peut se faire qu'au travers d'un système de notation représentatif des préférences des décideurs : le recours à la pondération devient alors l'artifice nécessaire pour rendre cohérente les diverses échelles de notation pour des critères, tantôt quantitatifs, tantôt qualitatifs. De plus le classement général se révèle très sensible à cette pondération, au point que cette instabilité apparaisse à beaucoup comme remettant en cause la pertinence de la méthode. En résumé, la désagrégation des critères, en complexifiant la qualification des projets rend la décision parfois plus difficile. Diverses méthodes de classification ont été tentées, y compris dans le cas de projets de transport, en s'appuyant sur la théorie des graphes : la méthode Electre propose ainsi une technique d'ordonnancement des projets ou variantes selon des logiques de surclassement fort ou faible, devant permettre de se soustraire au délicat problème de la pondération des objectifs et des critères. Mais cette même méthode a été fortement critiquée par certains auteurs sur de nombreux plans, notamment sur l'existence d'une équi-pondération implicite dans la technique de classement.

Si l'analyse multi-critère présente l'avantage d'une identification claire des effets du projet pour chaque critère retenu, son inconvénient réside dans l'impossibilité d'une comparaison claire et consensuelle des projets entre eux, ce qui a tendance, dans une négociation multi-acteurs, à ce que chacun d'eux privilégie de fait certains critères plutôt que d'autres, oubliant ainsi les critères qui ne seraient pas favorables à son choix. Ainsi, la critique faite par les tenants de l'analyse multi-critère sur les risques d'une manipulation technocratique dans l'analyse coûts-avantages (tenant à une "monétarisation" contestable et non consensuelle) se retourne-t-elle contre ses promoteurs : le risque de manipulation peut être tout aussi fort dans une présentation désagrégée des critères, la pratique montrant qu'un critère est en général prépondérant dans le choix du décideur, les autres servant plus à la construction du consensus ou à faire accepter la décision par des acteurs mineurs de la négociation.

Ce rappel très rapide des méthodes usuelles de l'évaluation des projets de transport mérite quelques commentaires. Si l'Analyse Coûts-Avantages a eu tendance à perdre de l'importance, cela est dû en grande partie à une application trop technocratique, comme ce fut le cas dans le contexte bien connu de la Rationalisation des Choix Budgétaires (RCB). L'aspect "boîte noire" du calcul économique, la mauvaise justification de la monétarisation systématique de tous les effets ont conduit à un rejet au profit de l'Analyse Multi-Critères, dont la forme désagrégée donnait le sentiment d'une meilleure maîtrise de chaque paramètre, et rendait aux décideurs leur légitimité dans le cadre d'un débat démocratique. Il n'en reste pas moins que les éclairages apportés par les procédures d'évaluation sont encore fortement dépendant de la qualité des hypothèses et scénarios testés, qui sont soit peu explicités, soit relativement sommaires dans certains cas.

Cela tient en grande partie à une confusion, tant sur la portée du processus d'évaluation, que sur le rôle que l'on veut lui faire jouer dans la décision. Il ne s'agit pas en effet de chercher à juger de la pertinence et du bien-fondé de la politique de transport (ou de ses options premières), car cela relève d'un débat d'une autre nature. Il peut s'agir par contre de vérifier l'adéquation d'un projet spécifique à ces objectifs politiques généraux, ou de comparer des projets semblables (choix du système technique) ou encore de définir les priorités de réalisation entre plusieurs projets concurrents (du moins sur le plan de leur financement).

C'est pourquoi il est nécessaire de préciser, dans le cas de l'évaluation de projet, les divers domaines sur lesquels l'évaluation peut porter.

2.3. Quatre domaines d'évaluation des projets de TCSP

La conduite d'une évaluation a priori d'un projet de transport en commun en site propre comprend plusieurs phases qui sont dépendantes. Le schéma ci-après tente, malgré sa lourdeur, d'identifier la portée de chacune de ces phases.

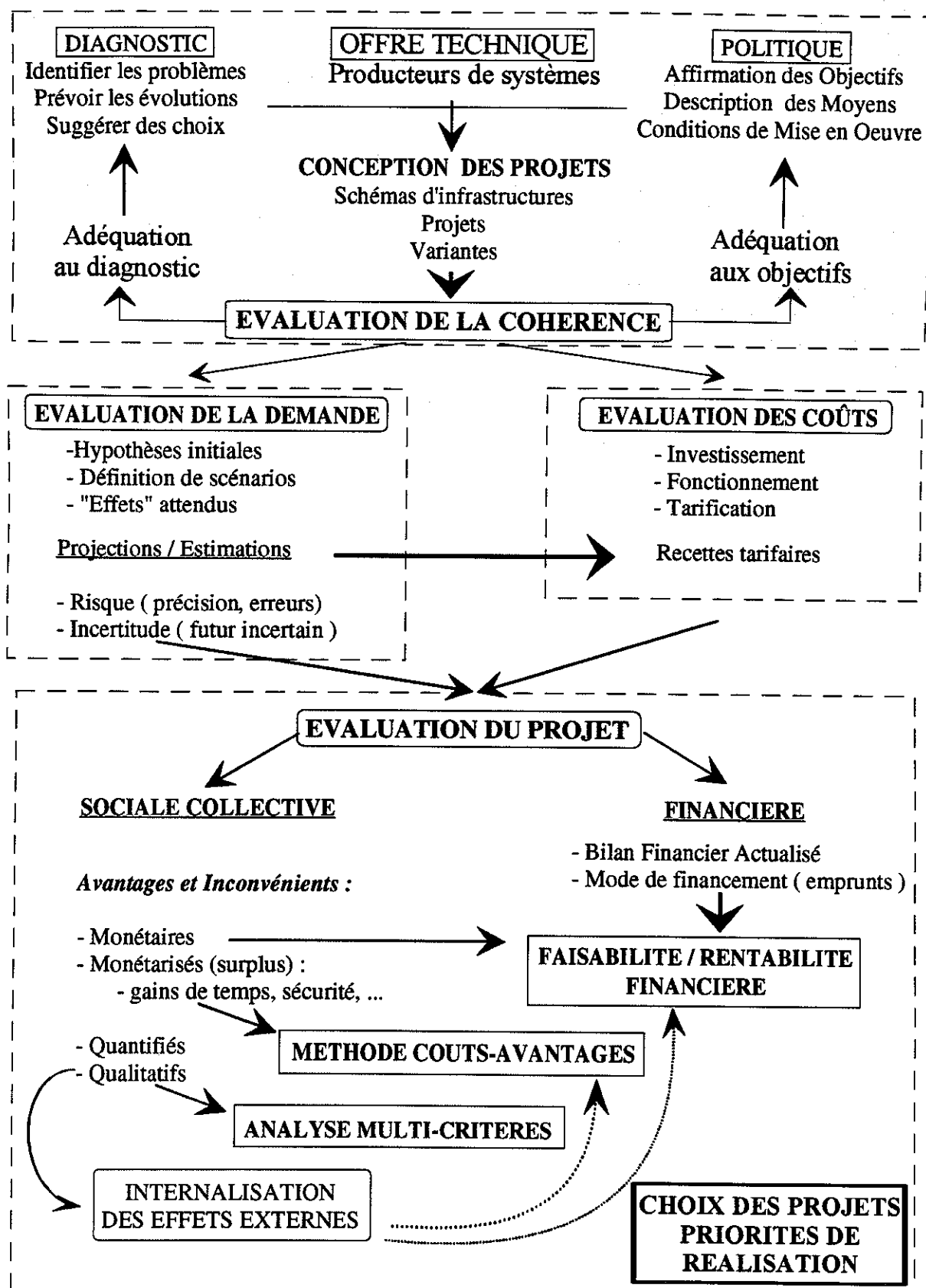
La première, qui concerne la genèse et la conception du projet, s'appuie sur le couple **diagnostic / objectifs** : l'observation des dysfonctionnements ou des insatisfactions provenant du système de transport en place permet d'identifier des problèmes, de mettre en évidence des tendances d'évolution et donc de suggérer des choix (solutions possibles pour remédier à l'état de fait ou pour faire face aux enjeux à venir). Parallèlement, la réflexion menée sur la politique urbaine et le futur de l'agglomération doit conduire à la définition d'orientations générales qui seront traduites en grands objectifs, dont une partie concerne la gestion et l'amélioration du système de transport. A ce stade, la démarche d'évaluation consiste à vérifier en premier lieu la cohérence des choix d'organisation proposés avec la nature du diagnostic (en quoi le projet envisagé répond-il aux problèmes repérés, puis en second lieu à s'assurer que les solutions (techniques ou organisationnelles) envisagées sont cohérentes avec les objectifs politiques affichés (en quoi le projet répond-il aux options premières). Bien que cette phase de l'évaluation soit souvent peu formalisée (dans la mesure où les contours du projet sont encore flous et susceptibles d'évolution), elle constitue un premier niveau de recherche de cohérence, qui s'appuie sur le savoir-faire et les connaissances acquises par les techniciens chargés de la conception du projet.

Cette vérification est fondamentale, puisqu'elle se commence dès le début de la genèse du projet, lorsque les grands choix sur les systèmes techniques sont envisagés. Ces choix sont en effet fortement influencés par des facteurs exogènes (expériences d'autres villes, image de marque de certains systèmes), et la détermination, souvent a priori, d'une technologie particulière n'est pas toujours en rapport avec la nature réelle des problèmes de trafic. C'est pourquoi nous avons introduit un troisième facteur intervenant dans la conception du projet, à savoir l'existence d'un secteur industriel porteur de systèmes techniques, qui par le biais d'une évaluation mobilisatrice peut être à l'origine même du projet de transport et déformer la recherche d'une cohérence, tant au niveau de l'adéquation au diagnostic, qu'au niveau de la formulation des objectifs politiques.

Les conséquences des choix effectués à ce premier niveau sont donc très fortes, et vont marquer la suite du processus d'évaluation. Aussi la vérification de la cohérence à ce stade est-elle particulièrement importante, nous semble actuellement peu formalisée et mérite d'être développée. C'est ce que nous aborderons dans la seconde partie.

Le processus classique d'évaluation commence ensuite, sur le plan formel, puisque l'évaluation de projet suppose qu'un projet existe et que ses caractéristiques techniques, organisationnelles et économiques soient connues. Que l'on s'intéresse aux schémas d'infrastructure, aux choix prioritaires entre projets ou à la détermination de la variante la plus intéressante, ce processus est identique quant à ses principes, la différence tenant à la portée, à l'ampleur des études nécessaires et aux méthodes mises en oeuvre : au fur et à mesure que l'on se rapproche du Projet Définitif, les données de base deviennent mieux connues et sont mieux maîtrisées, et la fiabilité de l'évaluation en est renforcée. Mais plus le projet avance et prend forme, plus il sera difficile de revenir sur les orientations décidées, notamment sur le choix des systèmes techniques (fermé/routier, sur/hors voirie), à moins que la flexibilité (évolutivité du système) ait été un critère de choix.

LES QUATRE DOMAINES DE L'EVALUATION A PRIORI



Selon le niveau de décision auquel se situe l'évaluation, la portée des études est différente, les premiers niveaux renvoyant à l'idée d'une analyse stratégique (évolution des grands équilibres dans l'agglomération), les derniers donnant plus de place à la vérification du respect des orientations retenues.

L'évaluation de la demande constitue une étape importante dans tout projet de transport. Bien que l'on dispose en général de données incomplètes et parfois peu fiables sur les pratiques de déplacements et sur leurs évolutions⁵, des outils de prévision de la demande sont disponibles et permettent de quantifier les volumes de trafics et de clientèle que le nouveau système de transport est en mesure de capter. Nous ne débattons pas ici de la pertinence des différents types de modèles (agrégés ou désagrégés), mais plutôt de leurs conditions d'application. En effet, la modélisation s'assimile à une "conduite avec le rétroviseur" : pour mesurer la demande future, on ne peut que simuler les comportements sur la base de ce qu'ils ont été dans le passé. Ainsi les modèles ne peuvent-ils pas réellement anticiper des évolutions structurelles, et l'hypothèse de la constance des comportements individuels est forte. La sensibilité des prévisions tient aussi à la nature des scénarios testés pour le futur. C'est ce que l'on a connu à la fin des années soixante, où les hypothèses de croissance économique forte et durable ont souvent conduit à largement surestimer les besoins d'infrastructures routières dans les SDAU : la crise du pétrole constitua une rupture forte, rendant toutes les prévisions caduques. De même, les politiques de transport urbain ayant été, pendant longtemps, modales et dissociées, les prévisions ont été faites souvent "toutes choses égales par ailleurs", comme si les autres composantes du système (voirie, stationnement, etc.) ne devaient pas bouger, ou que les interactions entre ces composantes soient négligeables.

Or des exemples très récents ont montré à quels points une telle hypothèse pourrait conduire à des prévisions sans rapport avec le trafic constaté lors de la mise en service⁶. C'est pourquoi un soin tout particulier doit être apporté à la construction de scénarios réalistes, car les conséquences, notamment financières, d'une erreur de prévision sur les trafics sont fortes.

L'évaluation des coûts est elle aussi une étape très classique. A partir des caractéristiques techniques du projet (infrastructure, matériel roulant), la détermination des coûts d'investissement et d'exploitation ne semble pas réellement poser de problème, même si les sous-estimations initiales sont fréquentes. Cette dérive ne tient pas forcément à des erreurs de chiffrage (même si la tendance à la sous-estimation peut être un moyen de mieux faire passer la décision), mais plutôt à l'accumulation de dépenses supplémentaires, tenant pour partie à l'allongement des délais de mise en oeuvre, pour partie aux modifications apportées aux projets au cours du long processus de maturation (changements des caractéristiques techniques ou fonctionnelles) et à leurs à-côtés (aménagements de voirie ou traitement des espaces publics de proximité). Enfin, les conditions financières peuvent évoluer rapidement, entraînant un coût du crédit plus élevé. Toutefois, dans le domaine des travaux publics, cette

⁵ Il est nécessaire de souligner ici que si l'on connaît beaucoup de choses sur les comportements de déplacements et sur la mobilité urbaine, les incertitudes sur le futur et sur les évolutions de ces comportements rendent difficiles des prévisions pertinentes, ce qui milite en faveur des méthodes de simulation sur la base de scénarios contrastés, à l'instar des analyses de type stratégique. Toutefois, une réalisation plus fréquente et plus systématique d'enquêtes globales sur le territoire desservi (qui devrait être élargi à la notion de bassin de vie), ou le développement d'observatoires des déplacements seraient des moyens pour affiner la connaissance des évolutions de la demande, et rendre les modèles de prévision plus réalistes.

⁶ Signalons toutefois que ces écarts entre prévision et trafic réel ne sont pas un phénomène typiquement français : une des lignes du métro de Miami a ainsi vu son niveau de clientèle n'atteindre que 25 % du trafic prévu !

maîtrise des coûts restera par nature toujours partielle, ne serait-ce qu'en raison de difficultés techniques imprévues.

L'évaluation économique et financière du projet constitue la dernière phase de ce processus, dans la mesure où elle s'alimente des données des phases précédentes, mais aussi qu'elle ambitionne d'offrir une vision transversale et globale de l'intérêt du projet étudié. Une fois les prévisions de trafic établies, sur la base d'hypothèses de tarification et d'évolution de la demande, il est en effet possible de calculer les recettes attendues, pour voir dans quelle mesure le projet est rentable, c'est-à-dire si l'affectation envisagée des ressources publiques est justifiée, ou si les sommes investies ne le seront pas à perte. Cette notion de rentabilité est ici déclinée sous deux aspects. Le premier (rentabilité dite financière), qui renvoie aux calculs classiques des choix d'investissements privés, concerne le financement du projet : le Taux de Rendement Interne (TRI), calculé à partir de l'échéancier des recettes et des dépenses sur l'ensemble de la durée de vie de l'équipement, est un bon indicateur pour mesurer si le projet est finançable aux conditions du marché. Cet indicateur est souvent remplacé par un autre taux, la Rentabilité Immédiate (RI), définie par le rapport entre les recettes attendues à l'année de mise en service, et le total de l'investissement actualisé. Si ce taux a l'avantage d'être plus facile à calculer, nous verrons dans la troisième partie qu'il présente de graves inconvénients, surtout pour des projets dont la rentabilité est en général faible.

Le second aspect (rentabilité sociale collective) vise à dépasser la simple mise en relation de flux monétaires, en tenant compte de la spécificité du service transport. Puisque tout bien collectif se caractérise par la production de fortes externalités, il est nécessaire de les prendre en compte dans l'évaluation du projet, l'objectif de la collectivité publique n'étant pas de dégager des profits, mais d'améliorer la satisfaction collective. Aussi l'évaluation va-t-elle chercher à identifier, mesurer et valoriser l'ensemble des avantages et inconvénients liés à la réalisation du projet de TCSP, qu'ils soient directs (comme les gains de temps), indirects (comme le niveau de pollution), marchands ou non marchands.

C'est ici que le choix se fait entre une démarche dite mono-critère, comme l'Analyse Coûts-Avantages (ACA), qui cherchera à prendre en compte tous ces facteurs sous une forme monétaire pour les intégrer dans un calcul de rentabilité dite sociale collective, et une démarche multi-critère comme l'Analyse Multi-Critères (AMC), qui vise à mesurer séparément chacun des effets du projet, laissant ensuite au décideur la responsabilité de sa charge. Dans le premier cas, rappelons que l'efficacité sociale collective se mesure par la Valeur Actuelle Nette, qui est l'expression de la variation du surplus collectif (les indicateurs de rentabilité étant moins pertinents, le but de la collectivité n'étant pas l'intensité de la récupération de sa mise de fond, mais bien l'importance du bénéfice social).

Comme on peut le constater dans cette description des diverses phases du processus de légitimation technico-financière des choix opérés, l'évaluation dite économique et sociale (au sens de la LOTI) vient offrir une vision plus large de la pertinence des choix, en tentant d'effectuer, sur la base des hypothèses du calcul économique public, un bilan global entre l'investissement consenti et les avantages escomptés. Elle apparaît donc comme une étape ultime visant à vérifier si les choix opérés vont bien dans le sens d'une variation positive de la satisfaction collective. Mais ce bilan est par conséquent particulièrement sensible aux résultats provenant des phases précédentes (adéquation au diagnostic et aux objectifs, prévision de la demande, estimation des coûts). Il nous semble important de mettre l'accent sur cette réalité, car la critique souvent faite aux méthodes d'évaluation analytique leur impute pour partie des erreurs relevant des étapes précédentes, qu'il s'agisse de la non cohérence du projet avec des

objectifs peu explicites, de la sous-estimation des coûts (investissement, exploitation et frais financiers) ou encore du trafic attendu.

Lorsque l'on constate un écart de 50 % entre le trafic estimé et le trafic constaté, on ne peut imputer cela à une erreur du modèle de prévision, mais plus à une erreur de formalisation de la nature du projet et de ses conditions environnantes. On peut ainsi avoir surestimé la qualité du service offert (en termes de gains unitaires sur les temps de parcours, de coûts marginaux d'usage, ou même d'image), comme sous-estimé l'influence d'un univers qui change de plus en plus rapidement : les conditions de concurrence ou de complémentarité entre les modes de transport peuvent être modifiées par des transformations (souvent non prises en compte dans les processus actuels d'évaluation) des autres composantes du système de transport : dans ce cas, la responsabilité est double, celle de l'expert chargé de l'évaluation qui a trop simplifié l'environnement du système, et celle du décideur qui n'a pas su maîtriser ou contrôler la structure et la répartition de l'offre globale de transport. La réalisation d'un parking en centre-ville, un réaménagement des voiries d'agglomération, le lancement (ou le report) d'une opération d'urbanisme sont autant de décisions qui peuvent bouleverser la rentabilité d'un projet et l'efficacité d'une politique de transport. Or les enjeux financiers sont tels que l'on ne peut se permettre des choix stratégiques aussi importants pour le futur de la ville, sans s'assurer par tous les moyens que l'on ne fait pas fausse route.

Si la rentabilité financière reste un critère majeur pour le décideur, l'évaluation d'une politique publique de transport en milieu urbain (et par conséquent de tout projet de TCSP) doit être plus large et privilégier la recherche d'une satisfaction collective : l'intégration des effets externes dans l'évaluation, le souci de préserver une certaine équité sociale ou spatiale dans l'accès au transport (souvent remis en cause dans le contexte de crise économique, malgré les références incantatoires au droit au transport de la LOTI) mais aussi la prise en compte explicite de grands objectifs sur la ville, doivent être des éléments forts du processus d'évaluation. Encore faut-il que l'on dispose des outils nécessaires à la mesure de ces différents effets, et qu'ils soient capables de mieux prendre en compte les conditions environnantes, c'est-à-dire l'ensemble des facteurs exogènes au projet de TCSP lui-même, mais pouvant influencer sur son efficacité. C'est ce que nous allons aborder dans les parties suivantes, en commençant par le processus de conception du projet, c'est-à-dire la recherche de la cohérence sur plusieurs plans.

Chapitre II :

Intégration et recherche de la cohérence dans la conception des projets de TCSP

La genèse d'un projet de TCSP est un processus relativement long. Il suffit d'observer des cas récents pour voir que la définition progressive des caractéristiques du projet, et les diverses phases de la décision suivent un cheminement variable et complexe, marqué par de nombreuses remises en questions périodiques. Cette lente maturation, que certains jugent nécessaire pour aboutir à des orientations consensuelles, tient en grande partie à la difficulté d'explicitier les objectifs des politiques locales de transport : les options premières sont souvent floues et évolutives, les schémas d'infrastructures sont modifiés progressivement, voire déformés par le jeu des acteurs, et les priorités peuvent être remises en cause sous l'influence de facteurs tout à fait extérieurs au champ des transports. Les grands choix (technologie, structure des réseaux de transport, tracé de ligne) sont ainsi fortement influencés et modifiés par des facteurs exogènes que l'on maîtrise mal par nature. Il importe donc que la procédure d'évaluation soit un dispositif qui s'assure en particulier de la cohérence des nombreuses mesures sectorielles prises souvent par des acteurs différents. Ce processus doit en fait fonctionner de façon relativement permanente, pour voir si chaque modification apportée n'est pas de nature à entrer en contradiction avec les choix opérés par ailleurs. La recherche des lieux de cohérence passe alors par une meilleure identification des interférences entre les différentes composantes du système urbain, comme du système de transport. Nous nous proposons ici de distinguer plusieurs niveaux de cohérence, en fonction des domaines concernés. Nous avons choisi de les présenter dans un ordre qui peut surprendre, en partant des aspects les plus directement liés à l'analyse du projet pour aller vers le plus général, c'est-à-dire les paramètres exogènes qui influencent directement la sphère des déplacements. Ce choix se justifie en fait par le degré de maîtrise décroissant des acteurs du processus de conception et de décision : la **cohérence interne** à la sphère des transports collectifs nous semble être un objectif plus facile à atteindre, alors que la cohérence externe résulte de mécanismes plus complexes, certains relevant des mêmes centres de décision, d'autres résultant de tendances lourdes qui sont plus subies que maîtrisées. Il aurait été tout aussi pertinent, dans une logique de planification, de raisonner en partant du plus général (les évolutions urbaines) pour aller vers le particulier (le fonctionnement du réseau). Quatre lieux de cohérence ont ainsi été mis en évidence :

- Le premier type est celui de la **cohérence de réseau**, qui est par définition interne à la sphère des transports collectifs. L'analyse part ici des logiques de fonctionnement, qui peuvent être regroupées selon trois principes généraux : la massification des flux (c'est-à-dire la recherche de liaisons sur lesquelles la demande peut être concentrée), la diffusion (qui à l'inverse privilégie la couverture spatiale pour capter au plus près la clientèle) et la connexion, (logique intermédiaire qui vise à assurer une articulation entre les deux logiques précédentes).

Tableau 2.1 : Niveaux de cohérences et niveaux de décision

Tableau 2.1 : Niveaux de cohérence et hiérarchie des décisions								
		NIVEAU DE COHERENCE	INTERNE	EXTERNE				
		TYPE DE COHERENCE	COHERENCE RESEAU	COHERENCE URBANISTIQUE	COHERENCE DEPLACEMENTS	COHERENCE TEMPORELLE		
NIVEAU DE DECISION	OPTIONS	Dévier les flux de transit	-Infrastructures routières		-Circulation -Congestion	HORIZON		
		Favoriser le développement des TC.	-Choix de schémas de TC.	-Espaces publics	-Rôle des TC. -Rôle de la V.P.			
		Promouvoir l'attractivité du centre ville		-Promotion immobilière -Espaces publics	-Stationnement			
		Réduire la pollution atmosphérique	-Choix de schémas de TC.		-Congestion			
		Réduire l'usage de la V.P.			-Rôle des transports urbains en général -Tarification			
		Rééquilibrer les modes de déplacement	-Choix de schémas de TC.	-Espaces publics	-Rôle des transports urbains en général (y.c. M.A.P.).			
		Tarifier l'usage des infrastructures	-Infrastructures routières		-Rôle de la V.P. -Tarification			
		Promouvoir le rayonnement international de l'agglomération		-Promotion immobilière	-Rôle des transports urbains en général			
	PREMIERES (Exemples)	Limiter le développement urbain		-Localisation de l'habitat, des activités de l'emploi et des équipements publics	-Rôle des transport urbains en général	DE REALISATION (Termes)		
		Organiser et gérer le stationnement			-Stationnement			
		Organiser les flux internes			-Stationnement -Rôle de la V.P. -Rôle des TC.			
		Réhabiliter les quartiers socialement défavorisés	-Choix de schémas de TC.	-Espaces publics	-Rôle des TC.			
		CHOIX DE SCHEMAS DE TRANSPORTS		-Choix de systèmes techniques de TC. -Modification des structures de l'offre : hiérarchisation, redistribution, segmentation et réorganisation de l'offre. -Connexion spatio-temporelle globale -Complémentarité spatiale et modale	-Orientations du schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (S.D.A.U.) - Modification des structures socio-urbaines		- Redéfinition des fonctions des grandes infrastructures : dossiers de voirie d'agglomération (D.V.A.)	-Ordre de réalisation selon les termes définis
		CHOIX DE PROJETS		-Inscription de la ligne de TCSP, dans le réseau global : structure du réseau, propriétés du graphe, productivité du réseau, adaptation de l'offre à la demande.	-Dispositions du Plan d'occupation des sols (P.O.S.) : procédures d'expropriation, opérations immobilières,... - Liaisons par zones (densification du tissu urbain)		-Partage voirie : aspect circulaire, place du TCSP., reconquête de l'espace public. - Dimensionnement des marchés : évaluation du trafic par mode et liaison, positionnement du TCSP., facteurs limitatifs à l'accroissement de la mobilité. -Gestion globale de l'offre de stationnement -Complémentarité modale -Traitement du cas des P.M.R.	-Phasage
		CHOIX DE VARIANTES		-Restructuration et réorganisation de l'offre TC. -Traitement des points d'échange (politique d'information, de signalétique) gestion des flux, etc.	-Nature des opérations d'urbanisme -Densité sur le tracé -Mesures d'accompagnement : aménagements annexes (matériel d'information, de signalétique), cheminement piétons		-Stationnement aux abords -Traitements riverains et commerçants -Gestion de la circulation (quartier)	-Calendrier d'exécution des travaux

Tout changement de la structure de l'offre (et notamment dans la cas de la réalisation d'un TCSP) va transformer plus ou moins profondément les relations entre ces trois logiques, et nécessite de vérifier comment la connexion globale sur le nouveau réseau, et la complémentarité spatiale et modale qui en découle, sont prises en considération.

Les choix technologiques relèvent bien entendu de cette cohérence de réseau (capacité, offre de service), ce qui la situe au plan des schémas de transport¹. Mais on tentera aussi d'apprécier le niveau d'inscription du projet dans le réseau de transport collectif, ce qui relève à la fois de l'étude du choix de projet (voire du choix de variante) et de l'analyse des mesures complémentaires pour adapter le réseau au projet.

- Le second type est celui de la **cohérence déplacements**. Il reste le plus classique, mais parmi les moins maîtrisés, du fait du jeu des institutions locales. Sans nous étendre sur les conséquences d'un émiettement des responsabilités (y compris l'opposition entre des compétences territoriales et des compétences techniques ou sectorielles), il nous faut insister sur les conséquences qu'une séparation fonctionnelle (l'urbanisme, la voirie, la circulation, les transports collectifs, le stationnement,...) peut avoir en favorisant l'émergence de mesures contradictoires sur de nombreux plans. Dans le cas d'un TCSP de surface, l'articulation est par nature mieux prise en compte, puisque l'inscription spatiale sur le domaine viaire oblige à des arbitrages, mais il importe de vérifier les effets réciproques des actions prises dans un secteur d'intervention sur chacun des autres secteurs de l'action publique. Ce sont par exemple les questions relatives au partage de la voirie, au dimensionnement des marchés selon les segments de demande de déplacement, à la gestion globale de l'offre de stationnement. Cette cohérence se situe donc au niveau du choix de projet, mais aussi au niveau du choix de variante (stationnement aux abords de la ligne,...), les orientations stratégiques sur le rôle de la voiture en milieu urbain étant définies en amont du projet.

- Le troisième type est celui de la **cohérence urbanistique**, et concerne le niveau des options premières : en quoi le projet correspond-il aux objectifs de développement et de maîtrise de la croissance de l'agglomération ? La mesure de l'intégration du projet pourra se faire au travers des schémas de transport et des ordres de priorités de réalisation en fonction des objectifs. Les descripteurs sont ici plus subjectifs, dans la mesure où le rythme de réalisation des opérations d'urbanisme obéit à d'autres facteurs que la seule construction d'infrastructures.

- Le dernier type, assez lié à la cohérence urbanistique, est celui de la **cohérence temporelle**. Cette question est souvent trop rapidement traitée, alors que les enjeux liés au rythme et à l'ordre de réalisation des différents projets sont particulièrement importants, tant pour le futur de l'agglomération, que pour l'efficacité du système de transport envisagé. Elle doit être traitée à deux niveaux, celui de la programmation des réalisations (cohérence du schéma de transport) et celui de l'échéancier des recettes et des dépenses (évaluation d'un projet dans le cadre de la constitution progressive d'un réseau), thème sur lequel nous reviendrons dans la troisième partie du rapport.

¹ En milieu urbain, on préférera cette appellation à celle de schéma d'infrastructure, un schéma de transport renvoyant alors à la déclinaison d'une famille de système technique (métro, tramway, bus,...) sur un schéma d'infrastructure (hors ou sur voirie : site propre, couloir protégé, voie banale).

Tableau 2.2 : Options premières et réalisation de projets : le cas de quatre grandes agglomérations françaises

AGGLOMERATION	Principales options premières concernant le domaine des transports urbains	Principales réalisations de projets découlant des choix stratégiques
LYON	-Dévier les flux de transit	-Bouclage du périphérique (partie Est et Nord)
	-Promouvoir l'attractivité du centre ville	-Parkings souterrains en centre-ville -Réaménagement des espaces publics (places publiques, rues piétonnes) -Nouveau plan de circulation
	-Développer l'usage des TC.	-Prolongement de métro, réflexions sur le concept de réseau intermédiaire -Nouveau plan de circulation
	-Promouvoir le rayonnement international de l'agglomération	-Cité internationale
	Organiser et gérer le stationnement	-Parkings souterrains en centre-ville -Stationnement de surface, (modification du partage zone blanche, zone orange, stationnement résidents)
NANTES	-Dévier les flux de transit	-Rocade de contournement (ceinture de boulevard et "circuit coeur")
	-Réduire la pollution atmosphérique	-Rocade de contournement (ceinture de boulevard et "circuit coeur") -Réalisation d'un tramway avec requalification des quartiers traversés : aménagements piétons, restructuration et réorganisation du réseau de bus, tarification V.P.-T.C., parkings en périphérie (2000 places)
	-Développer l'usage des TC. -Réduire l'usage de la V.P.	-Réalisation d'un tramway,...
STRASBOURG	-Rééquilibrer les modes de déplacement	-Réalisation d'un tramway avec requalification des quartiers traversés -Extension du réseau de bus (augmentation de l'offre de 30%) -Extension des rues piétonnes (+40%) -Plan de circulation : boucles en centre-ville
	-Réduire la pollution	-Réalisation d'un tramway avec requalification des quartiers traversés -Plan de circulation : boucles en centre-ville
TOULOUSE	-Promouvoir l'attractivité du centre-ville -Réduire la pollution atmosphérique	-Semi-piétonnisation : suppression des espaces de stationnement, élargissement et abaissement des trottoirs, séparation de l'espace piétons, V.P..
	-Développer l'usage des TC.	-Réalisation d'un métro léger

Sources principales :

Lyon : Entre autres : *Eléments d'une politique des déplacements urbains dans l'agglomération lyonnaise* (COURLY), 22/02/90

Strasbourg : *Revue Transport Urbain*, Janvier-Mars 1993, *Revue, Les cahiers du génie urbain*, Mars 1992; *Revue Urbanisme*, Octobre-Novembre 1993.

Nantes : *Revue Transport public*, Septembre 1992.

Toulouse : *Revue Urbanisme*, Octobre-Novembre 1993; *Le Monde*, 20-21/12/1993;.

Le tableau de la page précédente croise ces niveaux de cohérence avec les niveaux de décision de la politique des transports urbains définis précédemment. Il identifie ainsi différents lieux de cohérence au cours des étapes de conception et de décision, telles qu'elles devraient en théorie se dérouler. Au delà d'un ordre logique d'analyse, ce croisement souligne que l'objectif de cohérence est permanent, mais peut concerner des domaines bien différents. L'objet de notre recherche étant plus axé sur le processus d'évaluation des projets, il est clair que la question de la cohérence au niveau des options premières sera supposée résolue.

Nous focaliserons notre attention sur la manière dont s'inscrit la réalisation d'un TCSP, aux niveaux de décision postérieurs que sont le "choix de schémas de transport" et le "choix de projets" (en "débordant" quelques fois sur le "choix de variantes"), Nous tenterons donc de proposer des indicateurs ou des descripteurs qui nous semblent pertinents pour évaluer comment sont satisfaits chacun des objectifs de cohérence identifiés.

Cependant, il semble nécessaire de souligner que ce tableau formalise une réalité complexe et ne met pas en valeur toutes les interdépendances existant entre chacun des niveaux de décision et chacun des niveaux de cohérence. C'est en particulier le cas pour la dimension temporelle, qui doit prendre en compte des décisions antérieures et des "coups partis", qui font que les options premières sont difficiles à expliciter tout au long de la genèse des projets.

Avant de tenter de décrire les différents aspects que recouvre chacun des niveaux de cohérence, il peut être utile d'indiquer comment nous analysons le rôle et la place des réseaux de transports collectifs au sein du système urbain. Ce détour sera l'occasion de mieux préciser ce que nous entendons par logique de fonctionnement pour un réseau et d'introduire, pour la cohérence interne, certains éléments de la théorie des graphes qui sont maintenant souvent repris dans le milieu professionnel pour juger de l'efficacité de l'organisation en réseau¹. Pour plus de précisions sur ces éléments théoriques, nous renvoyons le lecteur à quelques développements en annexe de ce rapport, ainsi qu'à la bibliographie.

¹ Cette partie s'inspire largement des travaux réalisés par L. Clément, dans le cadre de la thèse d'Economie des Transports qu'il doit soutenir prochainement.

1. Système des transports urbains, réseau de TCU et logiques de fonctionnement

L'analyse de la cohérence interne se rapporte à la modification des structures de l'offre due résultant de (ou induites par) la réalisation du projet de TCSP. Pour bien appréhender les enjeux qu'elle recouvre, il convient de prendre en compte la manière dont le réseau est constitué, c'est-à-dire considérer la notion de logiques de fonctionnement. Celles-ci peuvent être mises en évidence à partir d'une analyse succincte du système des transports urbains.

1.1. Transport et système urbain

Le rôle et la place des transports dans le système ¹ urbain sont l'objet de nombreux débats. Sans nous attarder sur ces questions théoriques, rappelons quelques points de vue qui prônent une analyse en termes de système :

J.W. Forrester ² souligne la complexité de la dynamique urbaine : la résolution des nombreux problèmes de fonctionnement de la ville ne peut être atteinte par des actions sectorielles, du fait de l'interdépendance des facteurs à l'origine de cette dynamique. La définition d'une intervention efficace ne peut alors passer que par une approche globale, intégrant toutes les composantes, de manière à maîtriser les effets croisés. Que l'on parle de chômage, de délinquance, d'éducation ou de transport, il importe de bien identifier les interactions, ce que Forrester se propose d'étudier au travers d'une modélisation de la dynamique urbaine. Pour M. Castells ³, le transport (considéré dans le sens de déplacement, comme précédemment), apparaît comme le "sous-élément" principal de "l'élément échange" et se trouve au centre du système urbain.

A. Bonnafoous et H. Puel ⁴ analysent aussi le fonctionnement urbain en termes de systèmes, mais distinguent plusieurs sous-systèmes liés entre eux : "(...) la ville peut être interprétée comme l'imbrication de trois sous-systèmes, doté chacun d'une logique de fonctionnement et de transformation, mais qui s'articulent les uns avec les autres, selon des relations complexes de causalité : un système de localisation, un système de déplacement, un système de pratiques et de relations sociales".

Si la dénomination de sous-système permet de considérer le transport urbain comme une entité particulière, il semble nécessaire, pour notre analyse, d'en approfondir la structure et les modes de fonctionnement. Cela passe par une identification de ses composantes infrastructurelles, dont la nature varie selon les fonctions qui leur sont confiées au sein du sous-système de transport. Pour en préciser les caractéristiques, il nous semble nécessaire de les

¹ "Un système est un ensemble d'éléments hiérarchisés et formant un tout complexe, entre lesquels se produisent des interactions et dont le comportement tend, mais pas nécessairement vers un objectif déterminé", ARACIL (J.), *Introduction à la dynamique des systèmes*, Ouvrage traduit de l'espagnol, P.U.L., 1984, p. 27. La dimension sociale ayant été négligée, dans un but de simplification, on ne retiendra pas le terme "hiérarchisé". De plus, à la place d'objectif on parlera de finalité.

² FORRESTER (J.W.), *Dynamique urbaine*, Economica, 1978, 331 p.

³ CASTELLS (M.), *La question urbaine*, Edition Maspéro, 1973, 454 p.

⁴ BONNAFOOUS (A.), PUEL (H.), *Physionomies de la ville*, Les éditions ouvrières, 1983, pp 43-44.

décliner sous forme de schémas généraux, c'est-à-dire de grandes familles fonctionnelles. Nous distinguerons trois types de schémas, bien qu'ils soient, dans la réalité, fortement liés :

- un ensemble de **schémas de transport**. Ceux-ci correspondent à la déclinaison de familles de systèmes techniques (moyens de transport comme le bus, le tramway, le métro,... mais aussi la voiture particulière) sur des familles d'infrastructures (hors voirie ou sur voirie, voie banale, couloir protégé, site propre,...).

- un **schéma de circulation** qui correspond à la déclinaison des systèmes de gestion et de régulation des flux (modes d'exploitation, dispositions réglementaires,...) sur la base des schémas de transport précédents, en fonction des principes d'organisation des circulations ⁵ dans l'agglomération.

- un ensemble de **schémas ⁶ de tarification** qui correspondent :

- Pour le trafic automobile : à la déclinaison d'un système de tarification visant à la régulation des flux ou à l'orientation de la demande (niveau de tarification du stationnement pour les résidents, traitement des véhicules en transit, péage d'infrastructure ou de zone, ...) sur une base spatiale qui correspond au découpage (zonage) de l'agglomération (distinction hyper-centre, centre, périphérie) et/ou qui correspond à une différenciation de la tarification selon certaines "fonctions" : commerces (fonction d'achat), université (fonction étude),....

- Pour les T.C. : à la déclinaison d'un système de tarification (qui diffère en fonction du type de clientèle : personnes âgées, scolaires,...) en fonction des caractéristiques des schémas de transport (correspondance gratuite, tarification différenciée entre transport sur voirie (bus) et hors voirie (métro),...).

- Il conviendrait, en toute logique, d'introduire ici un niveau de synthèse que l'on pourrait qualifier de **schémas de déplacement**, malgré une certaine ambiguïté du concept : en effet, le terme déplacement renvoie à un comportement individuel (l'usager, face à une offre multimodale, détermine l'organisation des moyens à sa disposition), alors qu'au plan collectif, l'idée de schéma affirme l'existence d'une action coordonnée et planifiée sur l'ensemble des schémas précédents (c'est du moins l'objectif que devrait avoir un Plan de Déplacements Urbains, digne de ce nom).

Les différents "schémas généraux" que nous venons de décrire sont bien entendu en constante interaction, de même que les "sous-systèmes" du système urbain. Ainsi peut-on dire que la finalité du système des transports urbains est d'assurer le déplacement des individus dans le cadre de pratiques et de relations sociales définies et d'une localisation de l'habitat, des emplois des activités et des équipements publics donnés ⁷.

Si l'on focalise notre attention sur les schémas de transport, on se rend compte que ne considérer que le schéma d'infrastructure sur lequel le système technique se décline, renvoie à l'infrastructure "matérielle". Prendre en compte l'ensemble (le schéma de transport) renvoie à l'infrastructure "en fonctionnement". Cette remarque est importante, car il existe un lien entre ces deux aspects puisque bien souvent c'est la "dynamique" qui conditionne le "statique" (par exemple, le dimensionnement de la voirie liée au niveau de circulation).

⁵ Voiture particulière et transports collectifs urbains peuvent être considérées de manière séparée (exemple des priorités au feu pour le tramway de Grenoble,...).

⁶ Ou principe de tarification

⁷ On peut facilement démontrer que le système des transports urbains répond aux critères définies par B. WALLISER pour justifier une telle appellation (autonomie, cohérence, permanence et organisation).

1.2. Schéma de transport et réseau de TCU

Se situer au niveau de l'infrastructure en "fonctionnement", permet de se rapporter à la notion de ligne, puisqu'une ligne de T.C. correspond bien à un schéma de transport donné. La prise en compte de toutes les lignes est en général ce qui sert à définir le "réseau" des T.C.U., sur la base de la desserte d'une unité géographique précise (le périmètre des transports urbains). Mais cette définition du réseau reste particulièrement frustrante, parce que statique : son caractère trop technique ne permet pas de rendre compte des modes de fonctionnement réel par les usagers, ni de l'effet multiplicateur de la mise en relation de ces diverses lignes. Pour illustrer notre propos, il suffit de constater comment pourrait se déformer le plan d'un réseau (tracé de lignes sur un espace), selon les heures de la journée et les fréquences de passage : cette mutation continue de l'offre réelle de service souligne l'intérêt d'une approche en termes de fonctionnement et non seulement d'offre infrastructurelle.

A. Les différentes acceptions du terme réseau

Trois acceptions principales du terme réseau peuvent être mises en avant. Avec le développement de la théorie des graphes, mais aussi la mise en oeuvre de réseaux techniques de plus en plus complexes, tant dans leur forme matérielle que dans leur mode de fonctionnement, des analyses visant à mieux comprendre les caractéristiques spécifiques de ce que l'on appelle le "fonctionnement en réseau" ont été entreprises depuis quelques années. Nous ferons ici plus spécialement référence aux divers travaux menés dans le cadre du Groupement de Recherche du C.N.R.S. sur les réseaux" (G.D.R. Réseaux). Le terme réseau peut renvoyer ⁸ :

- à l'idée de "topologie spécifique" : on est en présence de points répartis dans l'espace et reliés entre eux (connexité) par un ensemble de lignes (matérielles ou non) dont l'entrecroisement génère un maillage qui dessert de façon plus ou moins fine un territoire (accessibilité) ⁹

- à l'idée de "fonction circulaire" : le réseau permet une circulation (de personnes et de biens matériels ou non) qui est la condition nécessaire à la réalisation des échanges, vus comme la source de toute richesse, et qui donne vie au corps social (vision Saint-Simonienne).

- à l'idée de "caractère évolutif" : au-delà de l'inscription physique (infrastructurelle) du réseau, il existe une très forte interaction entre ses différentes composantes, ce qui ouvre la voie à une très forte flexibilité et adaptativité à l'évolution des usages.

Si l'on se place dans l'optique Saint-Simonienne, le réseau apparaît comme un ensemble de lignes enchevêtrées, qui autorisent le déplacement d'individus et de biens (fonction circulaire). Cependant, celle-ci doit être complétée par l'approche géographique de l'université de Strasbourg (on parlera de déplacement d'un lieu à un autre). On conçoit alors

⁸ Extrait de : LAURENT (E.), NICOLAS (J.P.), "Du terme réseau au concept de forme d'organisation en réseau", non publié, 1993, 25 p.

⁹ Cf. les travaux des géographes de l'université de Strasbourg. On pourra consulter : CAUVIN (C.), "Pour une approche multiple de l'accessibilité : quelques propositions méthodologiques", Première table ronde du groupement de recherches "réseaux", pp. 125-155, 20-21/05/1992.

mieux, le rapport des lignes avec les territoires locaux ¹⁰ qu'elles desservent et qu'elles traversent ¹¹, ce qui fait du réseau de TCU une forme "observable".

Ayant une fonction circulaire, le réseau va mettre les lignes (ou liens du graphe) en relation. Cette mise en rapport se fait par des "points d'échanges" ¹² (ou noeuds du graphe) dont l'importance dans le fonctionnement global du réseau pourra être mesurée par les flux y transitant. Ces flux (de voyageurs) ne peuvent cependant exister que parce que le réseau relie des "éléments" entre eux (origine-destination), ces "éléments" correspondant à des lieux d'activité (commerces, administration), d'habitat, d'emplois et autres équipements publics ¹³. Ces "mises en relation" sont symbolisées par des "points" (arrêts de bus, stations de métro). Par ailleurs, la **connexité** (qui caractérise l'existence d'une mise en relation des points du graphe) doit être complétée par la notion de **connectivité**, qui mesure l'intensité de ces connexions entre points, c'est-à-dire l'existence éventuelle de plusieurs "chemins" pour aller d'un point à un autre (d'où l'idée de maillage), ce qui permettra d'éviter certains "détours" et contribuera à définir le rôle des points d'échanges.

B. Structure et organisation d'un réseau de T.C.U.

La matérialité d'un réseau de T.C.U. conduit à générer une forme "observable", constituée de lignes. Cela se traduit par l'existence d'une structure ¹⁴, c'est-à-dire que l'on peut l'analyser du point de vue de son organisation. Ce terme de structure exprime une notion de permanence, c'est-à-dire que le réseau est un ensemble durable d'éléments, mais aussi l'idée d'un hiérarchisation de ces divers éléments, dont certains constituent une armature (lignes de base). Cette rigidité d'une partie du réseau est un trait important, même si des modifications plus ou moins marginales s'effectuent dans le temps.

Aussi, pour mieux percevoir les implications que la réalisation d'un TCSP aura sur le réseau global, il est nécessaire d'en analyser l'organisation, c'est-à-dire la manière dont en sont agencées les diverses composantes en vue de son fonctionnement. Cette organisation recouvre en réalité plusieurs caractéristiques :

- la **localisation** des lignes : c'est-à-dire leur positionnement géographique dans l'espace de l'agglomération (type de liaison par rapport au territoire desservi).

- leur **disposition** : c'est-à-dire leur directions principales en rapport avec leur localisation (type de liaison assurée) : lignes centrales, radiales, orthoradiales, diamétrales, tangentielles, de rocade, de rabattement.

¹⁰ La notion de territoire recouvre une notion plus large que celle d'espace, dans la mesure où elle identifie la présence d'au moins un acteur qui dispose, de fait ou de droit, de prérogatives sur un espace donné. Ainsi un acteur institutionnel (comme une collectivité publique) se voit déléguer des compétences sur une unité géographique clairement définie par un périmètre (comme les limites communales ou le P.T.U.). De même chaque agent, y compris un individu, peut bénéficier ou estimer avoir un droit de regard sur l'usage d'un espace, et ainsi tenter de se l'approprier ou de le préserver des tentatives d'appropriation d'autres agents : ce territoire individuel est donc évolutif, et un même espace peut appartenir aux territoires de plusieurs agents. Dans la mesure où des communautés d'intérêt apparaissent entre plusieurs agents, il peut être possible de segmenter un territoire institutionnel donné, en plusieurs "territoires locaux", définis par une certaine homogénéité des usages par une catégorie d'agents.

¹¹ Tout en pouvant être enchevêtrées, ce qui se traduit par le fait qu'un réseau de T.C.U. ne peut être représenté que sous la forme d'un graphe non-planaire

¹² En réalité, il faudrait distinguer les "pôles d'échanges" des "centres d'échanges"

¹³ Ces lieux peuvent être lieux d'activité et d'emplois à la fois, équipements publics et lieux d'emplois,...

¹⁴ Voir définition, source: Petit Robert 1993.

- leur **forme** ¹⁵ : qui peut être simple (linéaire) ou complexe (une partie centrale linéaire, appelée "magistrale", et des parties périphériques multiples, dites "embranchement").

- leur **fonction** sur le plan circulatorioire : écoulement des flux (transport d'un point à un autre, séparés par une longue distance) ou accès (desserte de territoires).

Cependant, ces différentes caractéristiques de l'organisation du réseau ne permettent pas d'apprécier la nature des relations qu'il entretient avec les territoires locaux desservis. Ce sont des indicateurs ¹⁶ du type suivant qui permettent de les mesurer :

- la distance inter-arrêts, qui dépend du système technique, mais aussi des fonctions de la ligne considérée,

- l'aire d'attraction des stations ou arrêts (selon le système technique et la localisation),

- la portée des déplacements que permet la ligne (ou partie de ligne) : courte distance (proximité) ou longue distance,

- les équipements et activités desservies,

- l'accès offert au milieu urbain : centre ville ou périphérie,

- la finesse de la desserte (accessibilité finale au lieu de destination),

- la mise en relation avec les autres points de l'unité géographique.

Ces indicateurs sont bien entendu liés les uns aux autres et plus ou moins proches des caractéristiques précédentes. Leur niveau variera en fonction de la surface de l'unité géographique desservie. Ils peuvent donc avoir une signification, soit du point de vue de toute la ligne dans certains cas, soit du point de vue d'une seule partie de la ligne. En effet, sur son tracé, chaque ligne peut assurer simultanément ou conjointement plusieurs fonctions, selon ses caractéristiques et les zones traversées. Ils permettent donc de caractériser la **contexture** de la ligne, qui peut être plus ou moins complexe.

Ainsi, dans le cadre de son rapport au territoire, une ligne peut être en partie "décomposée", ce qui revient à dire que toute ligne possédera une **constitution** qui lui est propre, définies à partir de toutes les caractéristiques précédentes (localisation, disposition, forme, fonction et contexture).

C. Organisation, structure et logiques de fonctionnement

L'analyse de l'organisation d'un réseau, au travers des caractéristiques physiques et fonctionnelles de chacune de ses lignes (ou partie de lignes) permet d'identifier en son sein des ensembles plus ou moins homogènes, qui traduisent l'existence d'une structure d'offre

¹⁵ On ne retiendra, ici, que l'aspect "graphique", la "forme" des lignes répondant souvent à des considérations liées à l'exploitation des transports collectifs, celle-ci se traduisant par une intensité plus ou moins forte du service.

¹⁶ Ces indicateurs doivent être distingués des indicateurs d'exploitation, permettant éventuellement de **décrire** et/ou de juger de la "**performance**" d'une ligne (ou partie de ligne) :

- * la charge inter-arrêts
- * l'échange passagers
- * la densité de trafic (nombre de voyageurs/longueur)
- * la vitesse commerciale (aspect performance)
- * le rapport de la demande à l'offre (voyageurs-kilomètres/places kilomètres-offertes)
- * la fréquence de service : nombre de départs par heure (aspect performance)
- * la capacité offerte en ligne (débit autorisé en places par heure et par sens), (aspect performance)
- * etc.

hiérarchisée. Or la constitution en réseau souligne la volonté d'une unicité du service offert, c'est-à-dire la présence d'interférences entre ces niveaux d'offre et la volonté de les articuler dans un fonctionnement global, transparent pour l'utilisateur. Le réseau n'est pas la simple juxtaposition de lignes monofonctionnelles réparties sur un territoire à desservir, il est une fusion de ces lignes en un ensemble multifonctionnel, dont l'efficacité de fonctionnement est fortement liée à la qualité des interrelations entre ses composantes, et notamment à une gestion adaptée d'une offre hiérarchisée. C'est en ce sens que nous parlerons de logiques de fonctionnement.

1.3. La notion de logiques de fonctionnement

A. Les logiques de fonctionnement présentes dans un réseau de T.C.U.

Trois principales logiques de fonctionnement sont en général présentes dans un réseau de T.C.U. :

- une logique de diffusion des flux,
- une logique de massification des flux,
- et une logique de connexion.

Les deux premiers types trouvent leur origine à la fois dans la "consistance" des flux transportés, et dans leur rapport aux territoires desservis.

Le terme de **diffusion** est emprunté à la biologie. Il traduit le souci d'une desserte fine du territoire local, pour "rapprocher" le réseau au plus près de la demande de déplacement, tant à l'origine qu'à la destination. Cette logique est caractéristique des lignes (ou partie de lignes) de bus ¹⁷, s'agrandissant et éclatant pour aller toujours plus loin chercher des clients habitant dans des zones excentrées et de moins en moins denses, par analogie aux veines dans le corps humain, se ramifiant et s'étendant pour se diffuser jusqu'aux extrémités du corps. Dans son rapport avec le territoire le réseau se déforme : la distance inter-arrêts se réduit, l'aire d'attraction des arrêts diminue, les déplacements de proximité sont favorisés, les activités et les équipements locaux desservis directement sont plus nombreux, la finesse de la desserte s'accroît mais la mise en relation avec les autres points du P.T.U. est moins facile. Mais, du fait de ces objectifs de desserte, le trajet se fait plus sinueux et plus long, et les flux transportés restent modestes.

La logique de **massification** est elle aussi assez classique dans le monde des transports urbains, dont les réseaux sont historiquement forgés sur une destination centrale privilégiée. Le déséquilibre des flux se traduit par une concentration sur certains axes, sous forme de lignes de désir qui, il y a longtemps, ont valu au transport public le qualificatif de "transport de masse". Cette notion de "massification" renvoie aussi à la notion de "performance", et elle est plus caractéristique des lignes de TCSP lourds qui "concentrent" les flux de voyageurs, éventuellement amenés par des lignes de rabattement, ou qu'elles vont chercher dans des zones denses pour les amener dans des zones très denses. Les indicateurs présentés précédemment seront élevés, le système technique de transport assurant cette "massification" étant d'autant plus efficace qu'il est rapide, qu'il possède une forte capacité et que la fréquence est importante

¹⁷ Sous le vocable bus on range : les bus standard (type SC10, R312,...; 55 places), les minibus (plus de 20 places) et les micro-bus (moins de 20 places). A noter que c'est dans le cadre de cette logique de fonctionnement que des services de transport innovant (avec taxis ou voitures de petite remise) sont généralement mis en place.

(intervalle de passage court). Compte tenu de ce qui a été précisé ci-avant, on peut considérer que les lignes qui répondent à cette logique forment l'armature du réseau.

La dernière logique est moins facile à décrire : la notion de **connexion** ne renvoie pas à l'existence de flux particuliers. Si toutes les lignes de T.C. relient des lieux d'habitat, d'activité et d'emplois, les lignes (ou parties de lignes) qui se rapportent à cette logique sont celles qui servent en plus à mettre en contact les diverses lignes de T.C. (surtout de TCSP) entre elles, ou à connecter un point d'échanges important (gare routière en centre-ville) avec un autre (parc de rabattement V.P. en périphérie proche ou lointaine). C'est cette importance marquée de la notion de mise en relation qui amène à qualifier ce mode de fonctionnement de logique de connexion. Pourtant, c'est elle qui est la plus caractéristique d'un fonctionnement en réseau, puisqu'elle vise à faire bénéficier l'usager d'un plus grand nombre de destination, en facilitant la continuité du service offert. Pendant longtemps, la liaison directe a constitué la référence en termes de qualité de service, surtout dans les réseaux purement routiers ; avec la mise en place d'un réseau hiérarchisé (du fait de la juxtaposition de systèmes techniques aux performances différentes), c'est la mise en relation de ces différents niveaux de service (donc la gestion de correspondances) qui va faire d'un ensemble de lignes un véritable réseau.

Deux types de mise en relation sont alors distinguées :

- la **mise en relation** des lieux d'habitat, d'activité et d'emplois. Dans ce cas on pourra distinguer :

- la *connexion spatiale* (création ou réorganisation de lignes pour permettre aux lieux précédents de mieux se "connecter" au réseau des T.C.U.), qui permet de mesurer l'accessibilité offerte par la trame du réseau,

- la *connexion temporelle*, qui dépend de la précédente (niveau de service offert lié à la connexion spatiale), et qui permet de mesurer l'accessibilité offerte par le niveau de service sur le réseau de T.C.U..

- la **mise en relation** des lignes du réseau et autres points d'échanges : la multiplication des jonctions entre les lignes permet d'accroître les opportunités de destination, mais aussi d'offrir des itinéraires alternatifs (et éventuellement d'équilibrer la répartition de capacité offerte sur chaque itinéraire).

Tout accroissement de la connexion (de type 1) peut avoir pour corollaire une augmentation de la connectivité (du maillage), ce qui souligne une fois encore le rôle important de la logique de connexion et surtout des points d'échanges dans un réseau.

B. Logiques de fonctionnement et caractéristiques de l'offre de T.C.U.

Les tableaux des pages suivantes tentent de faire la synthèse entre les trois logiques de fonctionnement que nous avons identifiées et les caractéristiques décrivant en conséquence l'organisation de l'offre de transport. La référence, pour la lecture de ces tableaux est la ligne (ou partie de ligne) de T.C.U..

- le premier tableau se rapporte aux caractéristiques relatives à l'organisation du réseau des T.C.U. (localisation, disposition, forme et fonction), auxquelles une indication relative au domaine de l'urbanisme a été rajoutée, la densité restant un facteur explicatif important de l'organisation de l'offre,

- le deuxième tableau concerne les éléments de "contexture" des lignes ou parties de lignes se rapportant à chaque logique (la connexion pouvant avoir sur ce plan, des caractéristiques variables).

- le troisième tableau renvoie aux indicateurs permettant de décrire la ligne (ou partie de ligne), auxquels nous avons rajouté les schémas de transport qui s'y rapportent généralement (système technique et schéma d'infrastructure).

- le quatrième tableau fournit des indications relatives au vocabulaire pouvant être utilisé à propos de chaque logique et présente des exemples français. Il présente, aussi, les impacts que peut avoir le renforcement de chaque logique sur le milieu urbain et la structure du réseau.

En ce qui concerne ce dernier point, nous analyserons chaque impact respectif en distinguant deux notions différentes, celle "d'intensité" et celle de "gradient" :

- la première renvoie aux effets que va avoir le renforcement de chaque logique sur la configuration urbanistique des quartiers traversés (au moins en ce qui concerne les espaces publics),
- la seconde renvoie au degré de modification de la structure du réseau entraînée par le renforcement de chaque logique.

Ainsi, la réalisation d'un tramway de nouvelle génération (du type de ceux réalisés à Grenoble, Nantes, Strasbourg,...) pourra entraîner une requalification complète des quartiers traversés, donc avoir une très forte "intensité" quant aux modifications liées à l'urbanisme mais avoir un "gradient" faible quant à la modification de la structure du réseau car elle ne fait que remplacer une ligne structurante (desservie par des double-bus ou méga-bus par exemple) déjà existante. Inversement, la création d'un projet type "Réseau Intermédiaire" à Lyon, peut avoir des implications peu "intenses" d'un point de vue urbanistique mais avoir un "gradient" très élevé en matière de reconfiguration du réseau global, du à un développement très fort de la logique de connexion.

Les remarques précédentes ne doivent pas occulter l'importance du rapport entre le réseau et les territoires. A titre illustratif, la réalisation d'un nouveau point d'échange en périphérie pourra avoir un gradient très fort, par une modification très importante de la structure du réseau au niveau local : exemple des lignes de banlieue type tramway du Val-de-Seine ou St-Denis-Bobigny,...

L'utilisation pratique de cette typologie du fonctionnement des lignes (ou partie de ligne) peut être l'occasion de mieux identifier sur quelles bases, suite à l'introduction d'une ligne de TCSP, la réorganisation d'un réseau peut être conduite. Ainsi, quelle que soit la ligne étudiée dans un réseau de T.C.U. donné, l'observation du mode de fonctionnement sera le moyen de vérifier comment est assurée l'articulation avec le territoire desservi comme avec les autres niveaux d'offre. Si certaines lignes, comme le R.E.R. par exemple, se rapportent sans contestation possible à une logique quasi exclusive de massification, certains tronçons de lignes de bus en centre-ville peuvent aussi être le maillon indispensable pour mettre en rapport deux lignes de R.E.R., tout en assurant une diffusion sur les zones avoisinantes.

De même, une importante ligne radiale de bus, c'est-à-dire qui transporte un nombre élevé de voyageurs dans la journée, pourra très bien répondre à une logique de massification des flux sur sa diamétrale et à une logique de diffusion des flux sur ses embranchements. Pour compliquer le tout, elle pourra tout aussi bien répondre à une logique de connexion si, sur une partie de sa magistrale, par exemple, elle relie deux stations, de deux lignes différentes éventuellement, d'un TCSP lourd.

Tableau 2.3 : Logiques de fonctionnement et caractéristiques relatives à l'organisation des réseaux de T.C.U.

Tableau 2.5 : Logiques de fonctionnement et caractéristiques							
	MASSIFICATION			CONNEXION			DIFFUSION
Zone de desserte	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Moyenne et lointaine périphérie
Localisation de la ligne (type de liaison)	-Centre-centre -Centre-périphérie courte distance	-Centre-périphérie moyenne distance	-Centre-périphérie longue distance	-Centre-centre -Centre-périphérie courte distance	-Centre-périphérie moyenne distance -Périphérie-périphérie	-Centre-périphérie longue distance -Périphérie-périphérie	-Centre-périphérie moyenne et longue distance
Disposition de la ligne	-Centrale -Radiale	-Radiale -Diamétrale		<u>Orthoradiale</u> -Centrale -Radiale	<u>Orthoradiale</u> -Radiale -Diamétrale -Tangentielle	<u>Orthoradiale</u> -Radiale -Diamétrale -De rocade	-Radiale -Diamétrale -De rabattement
Formes de la ligne (ou partie de ligne)	-Simple -Magistrale	-Simple -Embranchement de ligne radiale ou diamétrale		-Simple	-Simple -Magistrale -Embranchement de ligne radiale ou diamétrale.		-Simple -Embranchement de ligne radiale,...
Fonction principale	Ecoulement (transport de voyageurs sur de longues distances)			Bi-fonctionnelle			Accès (aux points du couloir à desservir)
Type d'urbanisme desservi	Très dense (en habitat, emplois)			Très dense, à dense (au moins aux extrémités de la ligne)			-zones d'habitat peu dense et dispersées -zones d'habitat dense mais concentré

Tableau 2.4 : Logiques de fonctionnement et caractéristiques de contexture des lignes de T.C.U.

Zone de desserte	MASSIFICATION			CONNEXION *			DIFFUSION
	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Moyenne et lointaine périphérie
Distance inter-arrêts	Faible ou moyenne		Elevée				Faible
Aire d'attraction des stations et arrêts	Elevée						Faible
Type de déplacement autorisé	Proximité	Moyenne à longue distance	Longue distance				Proximité
Finesse de la desserte	Moyenne à élevée (forte concentration des lieux d'activité, des équipements publics,... dans cette zone de desserte)	Moyenne à faible	Faible				Elevée
Equipements desservis	Moyennement nombreux à nombreux (Cf. finesse de la desserte)	Moyennement nombreux à peu nombreux	Peu nombreux				Variable : élevé au niveau local (Cf. finesse de la desserte) à faible au niveau global (par rapport au centre de la ville "mère" de l'agglomération)
Mise en relation avec les autres points de l'unité géographique	Forte						Faible

* Ces éléments sont très difficiles à qualifier pour la logique de Connexion.

Tableau 2.5 : Logiques de fonctionnement et déclinaisons "système techniques - schéma d'infrastructure"

Zone de desserte	MASSIFICATION			CONNEXION			DIFFUSION
	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Moyenne et lointaine périphérie
Densité de trafic (voyages/longueur de ligne)	Très élevée			Elevée			Moyenne à faible (variable selon la zone traversée depuis le centre)
Echange passagers	Equilibre des échanges aux arrêts						Irrégularité des échanges aux arrêts
Charge inter-arrêts	Distribution régulière						Distribution irrégulière
Systèmes techniques principaux	-Métro urbain lourd -Métro urbain léger -Tramway ancienne et nouvelle génération -O-Bahn, G.L.T. -Double bus, méga-bus		-Métro urbain lourd -Trains urbains (types R.E.R.) -O-Bahn, G.L.T.	-Bus, double bus -Trolley	-Bus, double bus -Tramway -O-Bahn, G.L.T.	-Bus, double bus -Tramway -O-Bahn, G.L.T.	Bus
Schémas d'infras. principaux	-Site propre hors et sur voirie -Couloirs protégés			-Site propre -Couloir protégé -Voie banale			-Voie banale

Tableau 2.6 : Exemples de logiques de fonctionnement dans quelques agglomérations françaises

Zone de desserte	MASSIFICATION			CONNEXION			DIFFUSION
	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Centre et zone d'accès au centre	Proche et moyenne périphérie	Lointaine périphérie	Moyenne et lointaine périphérie
Rôle principal dans la configuration du graphe du réseau global	Structuration			Maillage			Complémentarité
Adjectif qualificatif	Axe structurant de T.C.			Axe connectif de T.C.			Axe complémentaire de T.C.
Rôle des points d'échange	Important			Très important			Moyen à faible
Exemples français (principale logique de fonctionnement à laquelle ils se rattachent)	-Lyon : métro, lignes A, B, C -Marseille : métro, ligne 1, 2 -Toulouse : V.A.L., ligne 1 -Lille : V.A.L., ligne 1 -Nantes : tramway, ligne 1 et 2	-Lyon : métro, ligne D -Lille : V.A.L., ligne 2 -Nantes : tramway, ligne 2 -Paris, métro toutes lignes -Rouen : ligne du métro-bus -Caen : T.V.R.	-R.E.R. parisien -Grenoble : tramway ligne 1	-Concept de réseau intermédiaire à Lyon	-Ligne de tramway, St-Denis-Bobigny -Ligne de tramway du Val-de Seine -Concept de réseau intermédiaire à Lyon	-Ligne de site propre pour autobus du Trans-Val de Marne -Ligne de tramway de Lille(Mongy)	-Quasi -totalité des <u>embranchements</u> des lignes de bus des agglomérations de toutes tailles
Impact du renforcement de la logique sur le milieu urbain	Selon les agglomérations : très fort (requalification complète des quartiers traversés, voire proches : Lyon, Marseille, Grenoble, Toulouse,...) à fort ou moyen (Rouen, Caen, projets de Tours, Le Mans, Orléans)			Moyen			Faible à très faible
Impact sur la structure du réseau	Variable			Variable			Faible

2. La cohérence "interne" ou cohérence de réseau

La réalisation d'un projet de TCSP est un acte majeur pour le fonctionnement d'un réseau de transports collectifs. Parce que l'on décide de mettre en place un "site propre", l'objectif est d'atteindre un niveau de performance élevé, qui va non seulement transformer l'image des TCU dans l'agglomération, mais aussi bouleverser la structure et l'organisation du réseau existant.

Que l'on soit dans le cas d'une agglomération de taille moyenne qui crée sa première ligne de TCSP, ou dans le cas d'une grande agglomération qui construit progressivement un (ou des) réseau(x) en site propre, il est clair que les modifications apportées au reste du réseau ne permettent pas de juger de la pertinence ou de l'efficacité du concept sur la seule base de la nouvelle ligne. C'est bien une évaluation d'ensemble qui doit être prônée.

Le choix stratégique opéré relève bien sûr d'options premières de la politique de transport retenue, et c'est pourquoi il importe de s'assurer que l'insertion de ce nouveau TCSP s'intègre bien dans un processus de réorganisation globale de l'offre de transport collectif. C'est pourquoi nous traiterons dans un premier temps de la cohérence au niveau du schéma de transport, puis dans un second, de la cohérence au niveau du projet lui-même.

2.1. La cohérence de réseau au niveau du choix des schémas de transport

Le choix d'un transport en site propre (métro souterrain, tramway en site propre, bus en site propre,...) est en lui-même une orientation stratégique par rapport au système des déplacements urbains. A la détermination d'un choix infrastructurel, qui se traduit également par une inscription spatiale sous forme d'un tracé, vient s'ajouter (en théorie dans un second temps) le choix d'un système technique précis (métro léger ou lourd, automatique ou non, tramway sur pneus ou sur rails, à plancher bas ou non, ...).

Ce choix d'un système technique précis est important, car il va "matérialiser" le schéma de transport. Dès lors, l'introduction d'un schéma de transport particulier pose donc en tout premier lieu le problème de la modification du niveau d'offre globale, tant sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif. Elle sera différente selon que le projet vient substituer à une offre existante, une offre de qualité supérieure (remplacement de la ligne la plus chargée du réseau par le TCSP), ou qu'il s'agit d'un accroissement net de l'offre (création d'une ligne nouvelle, pour la desserte d'un nouveau territoire, ou pour renforcer la connexion du réseau existant). Ce sont les caractéristiques de cette modification que nous allons aborder¹.

Les enjeux de l'introduction d'un TCSP sur l'offre globale du réseau sont nombreux et se situent au niveau :

- des modifications de l'offre globale proprement dite,
- des modifications dans la connexion au réseau qu'entraînera la réalisation du TCSP dans le cadre de l'adaptation du réseau technique au "territoire",
- de la complémentarité modale et spatiale que permettra la réalisation du futur TCSP.

¹ La fiche I.1. apporte des précisions relatives aux termes utilisés dans la suite de l'étude, dérivés de la théorie des graphes et appliqués au domaine des transports collectifs urbains

A. Les modifications de l'offre globale

Ces modifications portent sur plusieurs domaines :

1. une hiérarchisation de l'offre (introduction d'un éventuel "niveau" supplémentaire).

Il serait alors opportun d'observer comment s'articule l'offre entre les différents niveaux ou systèmes techniques, et d'observer s'il n'y a pas de pertes sur les sites propres et les couloirs protégés, quel que soit le système technique (risque de "gagner" d'un côté et de "perdre" de l'autre). (Cf. Fiche I.2.A.).

2. une redistribution de l'offre (liée notamment à la restructuration du réseau de bus)

Il serait alors opportun d'observer si l'on privilégie une "réinjection" de l'offre préexistante, la manière dont elle s'effectue, et à quelle "fonction" elle profitera. (Cf. Fiche I.2.B.).

3. une segmentation de l'offre (distinction des niveaux d'offre en fonction des zones desservies, mais aussi des segments de clientèle, compte tenu de la performance du ou des systèmes techniques). Il serait alors opportun d'observer qu'il n'y ait pas introduction d'un déséquilibre : renforcement de l'hyper centre au détriment de la desserte périphérique par exemple (besoin de "récupérer" des kilomètres dans le cadre d'éventuelles "coupes" dans le budget d'exploitation liées à la réalisation du TCSP) (Cf. Fiche I.2.C.).

4. une réorganisation de l'offre (modification de l'organisation du réseau)

Il serait alors opportun d'observer de quelle manière la disposition et la forme des lignes du réseau risquent de se modifier. (Cf. Fiche I.2. D.)

B. Les modifications de la connexion au réseau global

"L'idée maîtresse en matière de réseaux est la connexion. L'intérêt d'être connecté à un réseau dépend de multiples façons du fait que d'autres y sont aussi connectés. (...). Il est clair que l'automobile a l'intérêt majeur de permettre d'atteindre à partir d'un point de voirie, n'importe quel autre point. A priori, nos réseaux de transports en commun devraient avoir les mêmes caractéristiques. (...) Mais, en général, les réseaux de transports publics urbains ne jouent pas vraiment ce rôle "connexionniste" qui serait pourtant générateur d'effets de réseau très appréciables". Cette citation de G. Dupuy² a le mérite d'être claire car elle montre l'importance de la notion de connexion, comme possibilité d'accéder au réseau afin de pouvoir parvenir à sa destination. Or, la question qui se pose concerne le fait de savoir si le TCSP peut être à même d'améliorer cette "connexion".

Dès lors, il convient de distinguer deux "types" de connexions :

- La connexion spatiale, qui correspond à l'accessibilité offerte par la trame du réseau et se rapporte, du point de vue du réseau pris dans son ensemble (ou des réseaux techniques³) à la qualité de la desserte.

- La connexion temporelle, qui correspond à l'accessibilité offerte par le service de transports collectifs et se rapporte à la qualité de service.

Il faut toutefois signaler ici, que la propriété de connexion ne trouve toute sa mesure que dans le cas des réseaux importants et hiérarchisés de transports collectifs. En effet, pour les

² DUPUY (G.), "Transports, systèmes, réseaux,...", *Revue Transports Urbains*, N°73, octobre - décembre 1993, p.3.

³ C'est-à-dire auxquels se rapportent un système technique : bus, métro,...

ville de taille moyenne (soit la grande majorité des cas en France), l'importance des flux périphériques ou transitant dans le centre ne justifie pas en général la constitution d'un maillage sur le territoire desservi. La solution la plus appliquée est alors celle d'un réseau en étoile, comprenant des lignes diamétrales sur les liaisons connaissant la demande la plus élevée. Cependant, pour les agglomérations envisageant la réalisation d'un TCSP, la différence de qualité de service offerte justifie pleinement à nos yeux, qu'une évaluation en termes de connexion avec le réseau classique d'autobus, soit présente lors de la conception du projet.

Si l'on se place du point de vue de l'individu, avoir une ligne de bus qui dessert la zone sur laquelle on se situe, et un arrêt relativement proche, n'a de sens que si le service de transport est d'un bon niveau, sinon la satisfaction du besoin de déplacement ne sera pas effective.

Par ailleurs, on peut proposer un indicateur global qui prenne en compte les deux aspects précédents et que l'on appellera indicateur de "connexion spatio-temporelle". On retrouve, ici, de manière simplifiée, les travaux réalisés par G. Koenig⁴ et appliqués sur la région parisienne, notamment dans le cadre de la conception du schéma de transport de l'Ile-de-France : les indicateurs d'accessibilité constituent le moyen de vérifier, sur un plan multimodal, la performance globale du système de transport.

Il serait alors opportun d'observer si la réalisation du futur TCSP ne va dégrader la connexion spatio-temporelle au réseau global des TCU., c'est-à-dire que la possibilité de se rendre à partir d'un endroit donné de l'unité géographique desservie à un autre endroit ne va pas être réduite (Cf. Fiche I.3).

C. Les modifications au niveau de la complémentarité spatiale et modale

On distinguera deux types de "complémentarité"⁵ :

- la **complémentarité spatiale** : elle correspond à l'idée d'un partage des rôles, sur la base de la performance respective de chacun des modes, selon la nature des territoires desservis : les TC. seraient ainsi privilégiés dans la desserte et l'accès radial aux zones les plus denses, comme les centre-villes, tandis que l'automobile excellerait dans les relations périphérie-périphérie ou dans la desserte des zones les moins denses. Ce type de complémentarité tend à favoriser une répartition des rôles, qui doit cependant éviter d'exclure un mode au profit d'un autre.

- la **complémentarité temporelle** : elle correspond en fait à deux phénomènes. Le premier est l'observation de l'existence de "chaînes de déplacement" comprenant successivement plusieurs modes de transport différents (déplacement multimodal). Ainsi, la combinaison de plusieurs modes (marche à pied, voiture, mais aussi bus et TCSP) peut se révéler plus efficace qu'un trajet monomodal (ou limité à un seul système technique) dans certains cas. Le second est au contraire le résultat de choix individuels : selon le lieu de destination, la nature de l'activité pratiquée ou l'heure de la journée, un individu peut avoir recours tantôt à un mode individuel (l'automobile, mais aussi les deux-roues ou la marche à

⁴ Les calculs réalisés par G. Koenig sont basés sur des recherches et des réflexions très poussées. On pourra consulter sur un plan théorique, deux articles de Koenig : "Des hommes, des villes, des transports : la théorie de l'accessibilité urbaine, un nouvel outil au service de l'aménageur", *Revue Générale des Routes et Aérodrômes*, n°499, juin 1974, p. 67, ou "A propos de : quelques réflexions sur la notion d'accessibilité", *Les cahiers scientifiques de la revue transport*, 4ème trimestre 1979, pp. 33-40.

⁵ Sur cette question, voir deux documents :

* Actes du colloque international *Intermodalité et complémentarité des modes de transports*, ATEC, Paris, 17-19 octobre 1994, 448 p.

* Rapport du groupe de travail du Conseil National des Transports *La complémentarité entre la voiture particulière et le transport collectif*, CNT, Paris, novembre 1994, 40 p.

pied), tantôt à un mode collectif (les TC, mais aussi le taxi...). On parlera alors d'individu multimodal : or, bien que les statistiques fassent défaut pour apprécier correctement ce phénomène, il semble que cette pratique soit répandue, notamment dans les grandes agglomérations.

La mise en oeuvre d'une complémentarité temporelle passe par une organisation judicieuse des points d'échanges entre les modes, notamment aux frontières entre leurs territoires respectifs d'excellence. De plus, il importe de traiter ici les aspects temporels du fonctionnement de ces points d'échange, car cette complémentarité s'exerce aussi entre les différents réseaux constitutifs de l'offre de transport en commun : les logiques de rabattement des bus sur le TCSP relèvent d'une logique de complémentarité. Il serait alors opportun d'observer si ces complémentarités sont favorisées ou non (compte tenu du rôle très important qu'elles peuvent jouer) (Cf. fiche 1.4.).

2.2. La cohérence de réseau au niveau du choix de projets

L'évaluation à priori de la réalisation du TCSP, dans le cadre du niveau de décision correspondant à la formalisation des grandes orientations stratégiques pour l'agglomération (Cf. schéma d'infrastructure) apporte des renseignements d'ordre général. C'est l'évaluation de la réalisation du TCSP dans le cadre du niveau de décision correspondant aux choix de projets qui permet d'affiner et de compléter ceux-ci.

Les enjeux de la réalisation d'un TCSP se situent au niveau :

- du maillage du réseau,
- des propriétés du graphe,
- de la productivité des TC.,
- de l'adaptation de l'offre à la demande.

Bien que ce dernier enjeu soit par nature le plus important, puisque la finalité d'un projet de TC est bien de satisfaire une demande, nous aborderons ces questions dans l'ordre mentionné, pour mieux insister sur cette analyse de l'offre sur le réseau global parce qu'elle nous semble souvent peu mise en évidence dans les études de projet.

A. Le maillage du réseau

La notion de maillage, comme nous l'avons vu, renvoie à celle de connectivité, mais celle-ci est relativement difficile à apprécier pour les réseaux de TCU., surtout pour ceux des grandes villes. Le calcul des indicateurs de la théorie des graphes (nombre de circuits,...) est alors difficile à réaliser.

Ici, c'est à la structure du réseau, dans le cadre d'une adaptation des services de transports collectifs à la dispersion des déplacements que l'on s'intéresse. En effet, le système urbain est un système dynamique, dans lequel les phénomènes de localisation-délocalisation et relocalisation des emplois, de l'habitat, etc, sont réels ⁶, ce qui se traduit par une modification de la structure des déplacements.

Ainsi, comme le note par exemple, J. Lesne : "*(...) si les TCSP ont essentiellement un effet sur les déplacements urbains qui ont pour origine ou pour destination le centre-ville, ce sont les déplacements de périphérie à périphérie (ou de banlieue à banlieue) qui sont les plus*

⁶ Cf. "cohérence urbanistique"

importants (respectivement 74% de l'ensemble des déplacements à Grenoble, 56% à Lille, 70% à Lyon, 53% à Marseille et 51% à Nantes).⁷

Or, il semblerait que la dispersion des déplacements ne cesse de se développer (Cf. les résultats des enquêtes ménages). Ainsi, la réalisation d'un TCSP peut-être l'occasion, par la modification des structures de l'offre qu'elle engendre, de chercher à aller se positionner sur les segments (couples origine-destination) les plus productifs. L'étude de la variation des niveaux d'offre en fonction d'une typologie universelle des lignes de TC. peut permettre d'appréhender ces modifications (lignes radiales, périphériques, de rabattement, etc.).

Il serait alors opportun d'observer si la modification de la structure du réseau est corrélée à la dispersion des déplacements, tout en sachant que les transports collectifs ne peuvent répondre à toutes ces modifications (desserte des pôles commerciaux en périphérie) (Cf. *Fiche II.1*).

B. Les propriétés du graphe

La modification des propriétés du graphe liée à la réalisation d'un TCSP concerne trois états :

1. Le réseau

Ceci renvoie à la connexité spatiale et temporelle par type de réseau technique (un réseau technique renvoyant à un système technique (à un mode) : réseau de bus, de trolley,...). Le TCSP les améliore-t-il ? Il serait alors opportun d'observer si la probable augmentation de la connexité temporelle offerte par le réseau de TCSP ne se fait pas au détriment de celle offerte par les autres réseaux techniques, et que la connexité spatiale du réseau de bus ne soit pas remise en cause (Cf. *Fiche II.2.A*).

2. Les liens du réseau technique

Ceci renvoie à l'étude grossière de la notion "d'homogénéité" et concerne l'étude de la mise en rapport des couples origine-destination significatifs : quels sont les liens que le TCSP renforce ? Il serait alors opportun d'observer que les principales relations offertes par le réseau global, avec la réalisation du TCSP soient plus "performantes" et moins nombreuses (Cf. *Fiche II.2.B*).

3. les noeuds du réseau (points d'échanges)

Ceci renvoie à la nodalité du réseau global : quelles destinations possibles pour les clients, en fonction du lieu où ils se situent ?, quels peuvent être les apports du TCSP ? Il serait alors opportun d'observer s'il n'y a pas de dégradation de la qualité du graphe en matière de nodalité (Cf. *Fiche II.2.C*).

C. La productivité des TCU.

Si un des objectifs annoncé dans le cadre de la réalisation du projet est la recherche de gains de productivité, il est nécessaire de vérifier si certains d'eux peuvent être atteints. Il serait alors opportun d'observer que les indicateurs de "productivité" s'améliorent (au moins d'un point de vue global) s'il s'agit d'un des objectifs clairement défini par la collectivité locale (Cf. *Fiche II.3.*).

⁷ LESNE (J.), "Panorama des systèmes de transport collectif en site propre (TCSP)", *Revue TEC*, mars - avril 1993, pp. 15-22

D. L'adaptation de l'offre à la demande

Comme pour tous les autres marchés, une courbe d'offre et une courbe de demande peuvent être confrontées sur celui des TCU. Si déséquilibre il y a, celui-ci se traduira par un sur ou un sous dimensionnement du système technique choisis. Ce problème, qui se situe aux niveaux de décisions précédents, trouve une autre signification au niveau des choix de projets. Il s'agira, sur les bases des prévisions de la demande (à laquelle l'offre est théoriquement bien adaptée), de voir de quelle manière celle-ci se décompose en distinguant :

Quels sont :

- le report de clientèle des lignes de bus sur le TCSP (clientèle bénéficiant d'un surplus lié à l'amélioration de la qualité de service offert, mais ne fournissant pas de nouvelles recettes).
- la part du trafic imputable à l'accroissement de mobilité de la clientèle en report (cette induction pouvant ne rapporter que peu de recettes nouvelles si la part des abonnés est élevée).
- la clientèle en transfert d'un autre mode (V.P., deux-roues, marche ou autre transport collectif).
- l'accroissement de clientèle dans le temps, en fonction de la variation et de l'évolution socio-démographique des zones desservies, ainsi que des scénarios de conjoncture économique (croissance, taux de motorisation, mobilité).

Il serait alors opportun d'observer si les types de transfert attendus correspondent aux grandes orientations stratégiques (exemple : vérification du niveau attendu de la clientèle en transfert de la V.P. si l'une des options premières est la réduction de l'usage de la V.P., etc.) (Cf. *Fiche II.4.*).

3. La cohérence déplacements

La cohérence Déplacements devrait être au coeur des réflexions sur l'organisation du système de transport en milieu urbain. Mais l'éclatement de la gestion de ce système entre de nombreuses institutions, ainsi qu'une approche encore le plus souvent monomodale des problèmes de transport, conduisent en général à une insuffisante analyse des rôles confiés à chacun des modes de transport. Nous avons déjà souligné dans la partie précédente, l'importance de la complémentarité, concept qui tend désormais à prendre le pas sur les réflexions en termes de concurrence modale. Or la réalisation d'un TCSP est une opportunité majeure pour repenser globalement les rôles de chacun des modes motorisés, sur la base de leur **performance** respective, c'est-à-dire de leur aptitude à offrir un service répondant aux attentes des citoyens : accessibilité aux différents territoires locaux, rapidité et fiabilité du déplacement, confort, sécurité et prix du service. Mais cette performance doit aussi être appréciée du point de vue de la collectivité, sur la base d'un rapport qualité/prix, intégrant aussi bien les coûts directs (investissements, exploitation) de l'offre de transport, que les coûts sociaux générés (effets externes, positifs ou négatifs).

Rappelons en outre que l'évolution des "territoires de la mobilité quotidienne" est loin d'être stabilisée. Même dans les agglomérations moyennes, l'étalement urbain génère des échanges croissants entre la zone urbaine traditionnelle et un espace périphérique de plusieurs kilomètres de rayon. Dans les agglomérations plus importantes, ce phénomène est plus sensible et oblige à un **raisonnement dépassant le seul périmètre de compétence des transports urbains**. Il s'agit non seulement de prendre en compte les réseaux de transports suburbains et régionaux (comme les lignes de cars et de trains au niveau départemental), mais aussi la connexion avec les grands réseaux nationaux de transport (gares SNCF, aéroports). L'enjeu est d'importance, car les conséquences des flux d'échanges entrant dans l'agglomération sont un accroissement de la circulation, préjudiciable pour la qualité de la vie urbaine, mais aussi pour la productivité des réseaux de transports collectifs urbains.

Pour appréhender cette cohérence, nous distinguerons ici aussi le niveau du schéma de transport et celui du projet.

3.1. La cohérence Déplacements au niveau du choix des schémas de transport

C'est à ce niveau de décision que l'on devrait définir les grands choix de structure de l'offre de transport en agglomération. Cela passe en particulier par l'identification des fonctions des grandes infrastructures de transport : répartition de la voirie entre VP et TC, priorités quant au stationnement (de surface), etc.

Par ailleurs, c'est ici aussi que les "grandes orientations stratégiques", définies à un niveau de décision préalable, et qui, théoriquement, doivent se retrouver aux niveaux de décision suivants, commencent à être formalisées.

Comme ces options premières relèvent de choix majeurs pour les villes, il ne peut être question ici de rentrer plus dans le détail. C'est pourquoi nous considérerons que cette recherche de la cohérence stratégique est en grande partie hors de notre propos, qui se veut centré sur l'évaluation de projet. Il nous faut toutefois souligner que, du fait de la diversité des acteurs impliqués par la définition de ces schémas d'infrastructure (voirie) et de transport, les

sources d'incohérence sont grandes. Ainsi, au niveau de l'agglomération, deux documents censés décrire ces orientations, sans pour autant que leur conception et leur mise en oeuvre fassent l'objet d'une procédure commune : les *Plans de Déplacements Urbains (PDU)*, qui sont élaborés par l'Autorité Organisatrice Responsable des transports collectifs, ont souvent une approche multimodale, sans avoir pour autant la maîtrise des infrastructures routières ou du stationnement. De plus, leur périmètre de compétence est souvent limité par rapport à la réalité des bassins de vie, et donc en porte à faux par rapport à la demande de déplacement. Les *Dossiers de Voirie d'Agglomération (DVA)* sont par nature focalisés sur le traitement des grandes infrastructures qui vont modeler les conditions de circulation en zone urbaine et périphérique (y compris le transit) : ils constituent donc un enjeu important pour l'organisation des transports collectifs, et il importe qu'une attention particulière leur soit portée par les Autorités Organisatrices, afin de s'assurer que les choix opérés sont cohérents avec les objectifs de développement du mode collectif dans l'agglomération.

Ces deux dossiers sont donc des éléments constitutifs des schémas d'infrastructures et de transport, bien que leur portée soit à plus court terme (étape de réalisation des schémas, avec définition d'un programme pluriannuel). Ils devraient donc être eux-mêmes cohérents avec les étapes antérieures du processus de planification urbaine (Cf. cohérence urbanistique), et traduire les priorités (voire même l'ordre de réalisation des projets **dans un contexte multimodal** (Cf. cohérence temporelle). Mais est-il nécessaire de rappeler ici que l'éclatement des centres de décision (entre l'Etat et les collectivités territoriales, mais aussi au sein même de ces collectivités) reste la source majeure d'incohérence et soulève la difficile question d'une autorité unique pour la gestion de l'ensemble des déplacements dans la zone urbanisée, tant au plan spatial que modal.

3.2. La cohérence Déplacements au niveau du choix des projets

L'article 28 de la LOTI du 31/12/1982 précise que les Plans de Déplacements Urbains (PDU) qui couvrent le champ des transports, de la circulation et du stationnement dans les villes, sont *"élaborés sur tout ou partie du territoire compris à l'intérieur d'un PTU, par l'autorité compétente pour l'organisation de ses transports après avis du ou des conseils municipaux concernés"*.

Lieu de convergence des questions d'aménagement, d'urbanisme et de transport, les PDU recouvrent une réelle intention d'appréhension globale du fonctionnement de la ville. Leur bref caractère obligatoire (il fut supprimé en mars 1986, soit trois ans après leur création ¹) a permis de faire émerger une notion jusque là considérée uniquement dans son sens le plus strict : le déplacement. En effet, *"plutôt que de privilégier un mode au détriment d'un autre de façon systématique, une démarche nouvelle commence à se faire jour, dont les PDU sont la dernière étape. Elle consiste avant tout à raisonner non plus en termes de circulation ou de mode de transport mais de déplacements"* ². Cette notion de déplacement permet de considérer la ville dans son ensemble car elle recouvre deux autres concepts : celui de l'accessibilité et celui de la mobilité.

1 Les P.D.U. seront "remplacés" par la nouvelle majorité par les "contrats de productivité" dans le cadre d'une redéfinition des rapports Etat-collectivités locales, la notification ministérielle précisant que "c'est aux maires de s'organiser comme ils l'entendent, sans leur imposer une procédure nationale et administrative". Une fois ce caractère obligatoire supprimé, beaucoup d'agglomérations ont compris l'intérêt de cette démarche et réalisent des P.D.U..

2 L'expérience des Plans de Déplacements Urbains (1983-1986), CETUR, Juillet 1987, 134 p.

L'étude réalisée par le CETUR³ met en avant quatre types de développement et d'organisation des déplacements dans les villes françaises qui ont réalisé des PDU. Cette typologie semblant encore d'actualité, elle permettra, dans le cadre de l'évaluation a priori d'un TCSP, d'apprécier à quelle catégorie la ville étudiée se rapporte (de près ou de loin), le critère de taille n'étant pas forcément aussi discriminant qu'il le laisse paraître.

Le CETUR distingue :

- Les agglomérations de plus de 300 000 habitants dotées de TCSP et qui sont confrontées à la coordination de politiques sectorielles (voirie, stationnement) d'accompagnement, ainsi qu'à la prospective à moyen terme de leur région urbaine (extension des lignes de métros, de tramways, connexion des réseaux lourds,...). On rangera dans cette catégorie les agglomérations de Lyon, Lille, Nantes, Grenoble.

- Les agglomération de plus de 300 000 habitants qui s'interrogent sur l'opportunité de structurer leur système de transport autour d'un site propre, dont le projet constitue la "locomotive du PTU". On rangera dans cette catégorie les agglomérations de Rouen, Rennes, Montpellier.

- Les agglomérations qui comptent un nombre d'habitants situé entre 100 et 300 000 habitants, sans TCSP, où le niveau d'offre en TC a été fortement développé et qui sont confrontées au repositionnement de leur stratégie de productivité : retranchement sur les zones et les clientèles solvables. On rangera dans cette catégorie les agglomérations de : Le Havre, Orléans, Lorient, Annecy, La Rochelle.

- Les agglomérations qui comptent moins de 100 000 habitants et qui favorisent un développement traditionnel de l'offre de transport, à l'instar des autres agglomérations au cours des années 70, c'est le cas de St-Brieuc, Chatellerault,...

Au niveau de décision que constitue le "choix de projets", les enjeux de l'évaluation se rapportent à différents domaines qu'il convient d'analyser, quel que soit le "type" d'agglomération qui réalise un TCSP (Cf. ci-avant), les mêmes questions se posant pour toutes, même si elles ont une dimension différente.

Les enjeux de l'introduction d'un TCSP se situent au niveau :

- du partage de la voirie
- du dimensionnement des marchés
- de la gestion globale de l'offre de stationnement
- de la complémentarité modale
- du problème des personnes à mobilité réduite

A. Le partage de la voirie

La voirie, véritable "espace collectif", structure l'espace urbain, par la diversité des fonctions qu'elle assure (circulation, stationnement, localisation d'espaces publics,...). Au sens juridique du terme elle est généralement dénommée "voie publique"⁴. La réalisation d'un TCSP va avoir des implications diverses sur le "partage" de cet "espace collectif".

³ CETUR, Opus. Cité.

⁴ Pour des renseignements complets, voir : Jamet (P.), Voisin (C.), *Les travaux de voirie, coordination et réfection*, Editions du CNFPT, Octobre 1989, 220 p.

Comme l'a montré l'expérience du site propre pour bus d'Evry en 1972 ⁵, mais aussi les projets du Trans-Val-de-Marne et du tramway St-Denis-Bobigny ⁶, le problème du partage de la voirie reste un élément fondamental lors de la réalisation d'un projet de TCSP.

L'étude de ces implications passe par trois éléments :

1. L'aspect circulatoire

Cet aspect renvoie au problème des conflits d'usage. En effet, on peut démontrer que la voirie est un bien collectif mixte (divisibilité partielle et concernement individuel) à consommation facultative et à qualité variable ⁷. Ainsi, dans le cadre de la réorganisation des circulations et compte tenu des surfaces utilisées par chaque mode en mouvement ⁸, des problèmes de compatibilité d'usage vont se poser. Entre la coexistence des logiques de massification pour les transports collectifs (TCSP de surface par exemple) et pour la voiture (s'il s'agit d'une artère très fréquentée) et la logique de stationnement par exemple.

A une telle réalité s'ajoutent les conflits d'usage liés aux types d'itinéraires (accès ou transit ?), qui ne sont pas forcément compatibles entre les différents modes, voire les différents usagers, ce qui pose alors le problème de "l'articulation" entre les transports collectifs et la voiture particulière pour l'usage de la voirie.

On s'interroge alors sur deux points :

- les priorités accordées dans le cadre de la politique des transports,

Il serait alors opportun d'observer que les priorités soient en harmonie avec les options premières et qu'elles correspondent à ce qui a été défini au niveau de décision précédent.

- les conflits d'usage proprement dit, auxquels on rajoute le problème de la sécurité

Il serait alors opportun d'observer si une prise de position est clairement définie à ces propos, ainsi que l'existence d'éventuelles "stratégies. (Cf. Fiche III.1.A.)

2. La place du TCSP

Cet aspect renvoie :

- à la réservation de la voirie au site propre, donc à la répartition de l'espace viaire entre les agents. On s'interroge alors sur la manière dont cette réservation va être réalisée, tout en ayant conscience du problème du partage des compétences (rôle du maire : article L.131.2. et L.131.3. du code des communes).

Il serait alors opportun d'observer si le point de vue des acteurs concernés par la réalisation du TCSP est bien pris en compte .

- à la place accordée au TCSP sur son itinéraire (on déborde alors sur le niveau de décision qu'est le "choix de variante").

⁵ Cf. Revue transport Public, Janvier 1994

⁶ Cf. Revue Générale du Chemin de Fer, Octobre 1993.

⁷ A l'aide de Bénard (J.), *Economie publique*, Economica, Paris, 1986, pp. 30-50.

⁸ Pour un déplacement d'une longueur de 5 kilomètres, la consommation d'espace-temps par personne est de 1m² par heure en métro, 3 à 12 m² par heure en autobus, et de 30 à 90 m² par heure en voitures particulières. J.M. Beauvais, cité par Lefevre (C.), Offner (J.M.), *Les transports urbains en question*, Edition Celse, 1990, p. 43.

Il serait alors opportun d'observer si la place accordée au TCSP correspond bien à ce qui a été défini aux niveaux de décision supérieurs, au rôle que l'on veut faire jouer au TCSP dans la structure du réseau global, et si cette place satisfait aux attentes en matière de productivité (Cf. cohérence réseau). (Cf. Fiche III.1.B.)

3. Les espaces publics

Cet aspect renvoie à l'insertion du site propre et à la requalification de l'espace traversé (reconquête ou non de l'espace public ?).

Ainsi : veut-on chercher à valoriser le TCSP en l'inscrivant fortement dans l'espace public ? : quelles opérations veut-on réaliser ?

On s'interrogera sur :

- la surface d'espace public concerné
- la modification du volume d'espace public

Il serait alors opportun d'observer si l'inscription du TCSP correspond aux objectifs fixés du point de vue des options premières, mais aussi de son rôle dans l'organisation de la structure du réseau global (Cf. Fiche III.1.C.)

B. Le dimensionnement des marchés

On constate, depuis quelques années, des pertes significatives de la part de marché des transports collectifs. Cette évolution tient à plusieurs facteurs, en grande partie exogènes à la sphère des transports collectifs : d'une part, la crise économique a fait perdre aux réseaux de TC une clientèle traditionnelle sans doute plus touchée par la crise (même si à l'inverse, la réduction globale de mobilité tend à moins pénaliser les TC sur le plan de la congestion) ; d'autre part, l'étalement urbain et la diversification de la demande de transport rendent l'offre de transport en commun moins attractive, puisqu'elle reste structurée sur la base des flux de déplacement les plus forts.

Seules les agglomérations équipées de TCSP lourd arrivent (mais difficilement) à maintenir une position satisfaisante. Cependant, les transferts qui s'opèrent semblent plus provenir des deux roues (et de la marche à pied) que de la voiture particulière, qui voit s'accroître sans cesse sa part de marché⁹ : seule l'agglomération grenobloise atteste récemment d'une légère baisse de la part de l'automobile, phénomène qui semble pouvoir être imputé au développement du tramway.

Il est clair que la performance d'un TCSP est, pour les agglomérations grandes et moyennes, un des éléments capables de tempérer (voire d'inverser) cette croissance de l'usage de la voiture en milieu urbain : les lignes de bus traditionnelles ne seront jamais en mesure de concurrencer sérieusement la qualité de service de l'automobile, mais leur rôle peut être essentiel en complément d'une offre performante en site propre.

Aussi la réflexion sur les parts de marché ne doit elle pas être conduite comme la recherche mythique d'un niveau global satisfaisant sur l'agglomération : de nombreux travaux ont montré que la part de marché des transports en commun est fortement corrélée avec la taille, la morphologie et la densité des villes. Par contre, une approche des parts de marché selon les segments de demande (type de clientèle, mais aussi couples origine-destination) peut être le moyen de se fixer des objectifs réalistes, sur la base de la performance des différents modes, ainsi que de leur position respective sur le marché actuel des déplacements. Il serait en

⁹ Cf. CETUR, 10 ans de mobilité urbaine, les années 80, Novembre 1990, p.11.

effet illusoire sur des relations centre-centre, où le réseau capterait déjà 40 % du marché, d'attendre de la réalisation d'un TCSP supplémentaire, une progression plus que marginale de cette part (on peut tenir le même raisonnement pour la desserte de périphéries peu denses). Inversement, la recherche des zones ou couples O-D sur lesquels la performance des TC peut être significativement améliorée par une mise en site propre, est le moyen d'identifier de façon réaliste les marchés potentiels. Mais il est clair que les améliorations apportées au réseau de TC peuvent avoir un effet négligeable, si par ailleurs les conditions de déplacement en voiture sont elles aussi améliorées (aménagement de voirie, augmentation des places de stationnement).

Afin de bien saisir les conséquences de cette approche en termes de marchés et de la comparaison des performances des modes motorisés, l'analyse des effets potentiels du projet de TCSP doit alors porter :

* Sur l'évaluation du trafic par mode et par liaison :

Quelles sont les liaisons (couples O-D) les plus importantes et celles sur lesquelles les TC peuvent espérer gagner de la clientèle (c'est-à-dire où le trafic VP-TC est fort et où la part de marché des TC pourrait être augmentée) ? De quelle manière s'effectue le dimensionnement de l'offre en TC sur ces couples ?

Il serait opportun d'observer :

- que les couples aient bien été recensés et qu'il y ait eu une réflexion concernant le dimensionnement de l'offre, ce qui traduira une réelle attention portée à ce problème.
- que les intentions déclarées soient en cohérence avec les chiffres relatifs aux principales liaisons (qui serviront de référence). (Cf. Fiche III.2.A.)

* Sur le positionnement du TCSP relativement à ces couples O-D :

Le TCSP se place-t-il sur un couple où le niveau du trafic VP-TC laisse attendre un gain en part de marché assez conséquent ?

Il serait alors opportun d'observer si le TCSP se positionne sur l'un des couples précédents : TCSP comme élément de revalorisation de l'usage des TCU.. (Cf. Fiche III.2.B.)

* Sur les facteurs limitatifs à la progression de la mobilité en transport collectifs, qui peuvent être des freins à l'augmentation des parts de marché :

La réalisation d'un TCSP peut avoir pour corollaire la modification de la structure du réseau global (Cf. notion de logiques de fonctionnement). Elle peut aussi induire un accroissement du taux de correspondance¹⁰. Si dans le cadre de la cohérence de réseau on s'intéresse uniquement à la mesure des modifications du point de vue des principaux points d'échanges du réseau global, ici, on raisonne par couple "origine-destination". Par ailleurs on s'interroge sur les modifications concernant la tarification, compte tenu des connaissances relatives aux élasticités de la demande aux tarifs.

Il serait alors opportun d'observer le taux de correspondance et la tarification en tant que facteurs pouvant limiter l'accroissement de la mobilité, donc le gain de parts de marché, et de voir si ces deux domaines ont été traités en conséquence. (Cf. Fiche III.2.C.)

¹⁰ Après l'ouverture des lignes de TCSP à : Lyon (ligne A et B), le taux de correspondance (nombre de voyages/nombre de déplacements) est passé de 1,22 à 1,44; de 1,15 à 1,30 à Lille (ligne 1), de 1,11 à 1,28 à Marseille (ligne 1), de 1,22 à 1,30 à Nantes (Ligne 1), de 1,20 à 1,31 à Grenoble (ligne 1). Lesne (J.), "Eléments de réflexion sur les effets de la mise en service de transports en commun en site propre dans les agglomérations de province", *Les cahiers scientifiques du transport*, N°25, 1991, pp. 133.

C. La gestion globale de l'offre de stationnement

Nous nous limiterons dans cette partie à la seule gestion de l'offre de stationnement, ce qui se rapporte aux parcs de rabattements étant traité dans la partie suivante de la "cohérence déplacements".

Avant d'étudier la relation TCSP - gestion globale de l'offre de stationnement, il convient d'apporter quelques indications relatives à la notion même de stationnement.

1. Le stationnement en milieu urbain

La gestion de l'interface stationnement - transport semble devenir un élément important de la politique des transports. Celle-ci s'est concrétisée dans certaines villes par la réalisation de projets (même si ils se rattachent à des options premières différentes). C'est le cas de St-Brieuc (développement d'une structure spatiale et tarifaire hiérarchisée des parkings), de Montpellier (réforme globale des droits de stationnement et modulation tarifaire à 5 secteurs),...¹¹. Cette interface renvoie explicitement au stationnement public.

a. Le stationnement public

En ce qui concerne le stationnement public en milieu urbain, quatre échelles des cohérences peuvent être distinguées ¹² :

Echelle	Evolution du stationnement au centre-ville	COHERENCE
Parcelle ou îlot	Accroissement de l'offre	avec les "besoins" des occupants (résidents)
Centre-ville	Limitation de l'offre	avec la capacité de la voirie
Périmètre TU.	Stationnement limité en volume et cher	avec l'effort pour les TC
Bassin d'emploi	Accroissement de l'offre ou développement d'alternatives (parcs d'échange)	parcs d'échanges

On constate que l'orientation des décisions prises dans le cadre de la politique de stationnement peut conduire à des contradictions entre les différentes échelles selon lesquelles le problème est analysé, par exemple entre celle du "centre-ville" et celle de la "parcelle-îlot". Ici, ce sont deux logiques qui s'affrontent : celle qui prévalait dans les années 60 mais qui est encore à l'ordre du jour (parcelle-îlot) et celle qui prévalait dans les années 70 (centre-ville) lorsque la ségrégation des trafics (accentuée par la création de rocades de contournement) prédominait et permettait de mieux adapter l'offre de stationnement à la demande à destination du centre-ville, et qui est maintenant plus ou moins remise en cause. Plus ou moins car certaines villes ont depuis quelques années promu le développement de leur offre de

¹¹ UTP, "L'expérimentation des nouveaux systèmes de déplacement urbains", Rapport du FIER, N°2, 1993, 66P. + annexes.

¹² Jarrige (J.M.), Fourier (A.M.), Thomas (J.N.), "Le stationnement sur le lieu de travail facteur d'évolution de la mobilité et de la structure urbaine ?", CETUR, CETE de Lyon, CERDA-GENEST, Mai 1991, p.8

stationnement en centre-ville en cohérence avec la capacité d'écoulement de la voirie (création de parkings souterrains et suppression du stationnement de surface).

Le stationnement public n'est pas le seul existant en milieu urbain. Le stationnement privé concerne souvent un nombre de places non négligeables.

b. Le stationnement privé

En matière de stationnement privé de bureaux et d'habitat collectif, tous les promoteurs sont soumis à l'article 12 du P.O.S. qui fixe des normes de construction minimales de places de stationnement (ces normes sont précisées dans la "cohérence urbanistique"). Cette réalité fait que, toute construction nouvelle va engendrer une augmentation de la capacité de stationnement.

L'étude de la gestion globale de l'offre de stationnement (sachant que l'on se situe au niveau du "choix de projet") va avoir des implications directes sur le "choix de variante", l'évaluation débordera donc sur ce niveau de décision.

Les domaines concernant la gestion de l'offre, au nombre de quatre, sont développés dans le paragraphe suivant.

2. Les domaines concernant la gestion de l'offre globale

Les domaines concernant la gestion de l'offre, en rapport avec la réalisation du projet de TCSP, sont les suivants :

a. La nature de l'offre

Ce domaine concerne le nombre de places de stationnement publiques et éventuellement privées, leur positionnement (sur ou hors voirie), le nombre et la localisation des parcs de stationnement.

Il est important de bien connaître la nature de l'offre, car il s'avère que la possibilité de stationner au lieu de destination est un facteur décisif dans l'utilisation de la VP¹³

b. Les objectifs généraux en matière de stationnement public

Ici se pose la question suivante : veut-on défavoriser le stationnement des pendulaires, réserver une partie du stationnement aux riverains, favoriser le développement du stationnement pour le motif "loisirs-achat",...?

c. La réglementation

La question qui se pose, ici, concerne la réglementation qui est favorisée. S'agit-il d'une :

- *Réglementation d'accès* : parkings pour abonnés ou tous usagers
- *Réglementation d'usage* : limitation de durée : stationnement courte, moyenne et longue durée, dérogations à ces limitations : riverains, commerçants,...

d. La tarification

Ici, c'est le problème de la "différenciation" qui est pris en compte : quelle "différenciation" est privilégiée en ce qui concerne les résidents et non-résidents (en rapport avec la réglementation), quel zonage (zones "courte" ou "longue" durée, en fonction du découpage zonale et/ou fonctionnel).

¹³ Voir entre autre, les travaux de Kaufmann (V.), Transports publics et automobile : les déterminants du choix des usagers, *Revue T.E.C.*, septembre - octobre 1992, pp. 12-15

Tous les points précédents ne pouvant être considérés les uns indépendamment des autres, c'est la nature de l'offre, les objectifs généraux, les mesures réglementaires et de tarification et leur rapport avec les "options premières" qui doivent être pris en compte, afin de vérifier si il y a une incompatibilité flagrante avec la réalisation du TCSP (qui pourra cependant s'expliquer par des contradictions au niveau des grandes orientations stratégiques...).

Ainsi, on tentera de vérifier si la coexistence de ces domaines ne risque pas d'entraîner des incohérences vis-à-vis du futur TCSP.

Exemple 1 : localisation de parcs publics souterrains le long de la ligne, non réglementé d'accès et d'usage (donc se rapportant à un objectif général ne défavorisant pas le stationnement des pendulaires gros consommateurs d'espace et souvent peu utilisateurs des TC) et ayant une tarification attractive (prix relatif VP/TC faible).

Exemple 2 : y a-t-il des stratégies différenciées vis-à-vis de la réglementation d'usage pour les places de stationnement qui se trouveront aux abords de la ligne de TCSP : est-ce le stationnement des riverains et des commerçants qui sera favorisé (ce qui renvoie à la concertation avec les acteurs et aux conflits d'usage de la voirie) ou est-ce surtout le stationnement moyenne ou longue durée sans dérogation (ce qui est plus problématique). Si c'est les deux, quelle est la proportion ? (Cf. Fiche III.3.)

D. La complémentarité modale

Sans revenir à nouveau sur les enjeux collectifs d'un développement de la complémentarité modale, la réflexion sur la conception des projets de TCSP ne peut faire l'impasse sur l'articulation entre le "réseau armature" (le TCSP) et ses réseaux de diffusion (autobus) et d'accès (points d'échange multi-réseaux, parcs relais).

La réalisation d'une offre de qualité introduit de fait une hiérarchie de l'offre en TC, et pour obtenir un fonctionnement efficace en réseau, la question des échanges entre ces différents systèmes techniques doit être particulièrement soignée.

Les points d'échanges sont en effet la traduction concrète de l'existence d'un maillage et d'une connexion réelle des réseaux urbain et non-urbain. Ils permettent ainsi de structurer les comportements et rendent plus efficace le fonctionnement de chacun des réseaux techniques (c'est-à-dire se rapportant à un système technique), donc du réseau global [Cf. UTP. 1993].

Comme cela a déjà été précisé, les conditions de correspondances et leur tarification sont deux facteurs qui peuvent limiter le développement de la mobilité en TC, donc le gain de parts de marché. La promotion des TC (donc du TCSP) peut passer par une action concernant ces facteurs, qui jouent tant sur la pénibilité des déplacements que sur la cohérence du fonctionnement du réseau global. Un déplacement étant composé de plusieurs voyages, une amélioration de leur déroulement par la baisse du temps de parcours (performance des schémas de transport) mais aussi du temps d'attente réel et perçu (conditions d'attente), peut rendre les transports collectifs plus attractifs et entraîner une amélioration de la circulation des flux.

Par ailleurs, la complémentarité modale se rapporte à l'analyse des points d'échanges au sein du réseau et à son extrémité (points d'entrée, de rabattement) et à leur traitement. Elle se veut plus complète que l'approche générale définie par le "dimensionnement des marchés"¹⁴, et elle doit être considérée en articulation avec la cohérence de réseau.

¹⁴ Où l'on s'intéresse à la définition d'éventuels "plan de priorité" et de "plan d'aménagement" fixant les orientations à prendre à l'égard des points d'échange et au problème de la tarification du service de TC..

L'attention portera alors sur :

* Le taux de correspondance :

- prise en compte des chaînes multimodales
- qualité et évaluation de l'aménagement des points d'échanges

* La tarification :

- quel niveau de tarification pour les points d'échange ?
- quel type de tarification dans le cadre de la chaîne multi-modale ?

Il serait alors opportun d'observer si une réflexion prenant en compte tous les éléments précédents est menée (cela dépendra aussi de "l'ampleur" du projet de TCSP à réaliser), afin d'aboutir à un traitement exhaustif du problème des points d'échange et à une efficacité dans le fonctionnement du réseau. (CF. Fiche III.4.)

E. Les personnes à mobilité réduite

Le problème des P.M.R. est important, car la réalisation d'un TCSP ne peut se faire sans une réflexion autour de cette question. Les personnes à mobilité réduite ne sont pas uniquement les handicapés. Il peut aussi s'agir de personnes âgées, de femmes avec enfants en bas âge (landau, poussette), etc. Or la population ayant des difficultés physiques pour se déplacer connaît, d'après diverses études conduites aux USA ou en R.F.A., une progression sensible et durable (notamment avec le vieillissement démographique) : ne pas répondre à ces attentes serait faire l'impasse à terme sur une clientèle qui deviendrait de fait captive de l'automobile.

Si, en ce qui concerne les handicapés, quasiment toutes les villes de France sont équipées de services de transport spécialisés très performants (car à la demande), les problèmes d'accès (physique) aux transports collectifs existent encore pour de nombreuses autres personnes. Les projets de TCSP ne peuvent les ignorer. Outre que cela peut éviter certains désagréments aux collectivités locales (risque de passer devant le tribunal administratif pour non respect du "Droit au transport", articles 1 et 2 de la LOTI), c'est aussi le moyen de prendre en compte, dans des projets conçus aussi pour le long terme, l'évolution des attentes de segments croissants de la clientèle potentielle. Mais les choix doivent être opérés ici selon la règle de "l'efficacité économique et sociale" : le plancher bas intégral est une solution technique attractive, mais coûteuse, et des alternatives existent (guidage aux arrêts, quais relevés,...).

4. La cohérence urbanistique

Le tableau 2.1 (page 24) présentant l'articulation entre niveaux de cohérence et niveaux de décision montre comment certaines options premières peuvent se traduire sur le plan de la cohérence dans le domaine de l'organisation des transports urbains.

Si la "cohérence réseau" et la "cohérence déplacements" sont directement rattachées au système des transports urbains¹⁵ tel qu'il a été défini préalablement, la "cohérence urbanistique" l'est indirectement. Ainsi, toute réalisation d'un TCSP s'inscrit dans une

¹⁵ Même si l'une est "interne" à la sphère des transports collectifs urbains et l'autre "externe".

dynamique urbaine plus ou moins forte qui se caractérise par des phénomènes de localisation, délocalisation et relocalisation des activités, des emplois, de l'habitat et des équipements publics. Ces phénomènes ont alors des implications diverses, qui vont de la modification des flux de déplacement à la modification (éventuelle) de la structure du réseau, en passant par le renforcement ou l'affaiblissement des polarités urbaines ¹⁶.

De fait, on retrouve, ici, le lien tant recherché entre transport et urbanisme. Les historiens des transports ¹⁷ ont démontré qu'au 19^{ème} siècle les transports collectifs urbains ont effectivement joué un rôle dans le phénomène d'étalement urbain et de ségrégation de l'espace, même si celui-ci a été différent en Europe et aux U.S.A. ¹⁸. Pour la fin du 19^{ème} siècle et le début du 20^{ème}, le lien de causalité entre développement des infrastructures et des services de transport collectif, et l'urbanisation (étalement urbain et concentration de population), semble plus difficile à mettre en évidence ¹⁹. Si, pour notre période contemporaine, il apparaît que ce lien n'est plus du tout distinctif ²⁰, on ne peut pas ne pas être tenté de penser que les transports collectifs jouent un rôle au moins minime dans la structuration du territoire urbain.

L'analyse de la cohérence urbanistique n'a pas pour prétention de rentrer dans les considérations précédentes, mais elle ne peut pas les négliger, car elle les sous-tend. De même que l'amélioration des conditions de déplacements par un développement extensif des infrastructures de transport peut induire un étalement urbain préoccupant, à l'instar du modèle californien ²¹, de même des politiques d'urbanisme menées indépendamment des projets de transport peuvent conduire à l'inefficacité de ces derniers.

On se limitera donc à apprécier de quelle manière l'intégration d'un futur TCSP va se faire dans la dynamique urbaine, tout ayant conscience du lien (chimérique ?) précédent et surtout en vérifiant si celle-ci est "fidèle" aux grandes orientations stratégiques. L'évaluation de l'intégration du projet de TCSP va ici largement déborder sur le niveau de décision que constitue le "choix de variante", qui fera l'objet d'un paragraphe à part.

4.1. La cohérence urbanistique au niveau du choix des schémas de transport

La Loi d'Orientation Foncière (L.O.F.) du 31/12/1967 a jeté les bases de la planification urbaine, renforcé l'urbanisme opérationnel (création de Z.A.C.), défini le rôle du permis de construire et créé la taxe locale d'équipement (T.L.E.). Elle a aussi introduit un critère pour

¹⁶ On constate, depuis quelques années, pour la France, un double phénomène de concentration de la population dans les zones urbaines et d'extension de ces zones urbaines, dont l'une des caractéristiques est la poursuite de la périurbanisation. Cf. Faur (J.P.), "Plus loin de la ville", *INSEE première*, N°119, Janvier 1991. En ce qui concerne la périurbanisation on pourra consulter [Andan(O.), Faivre d'Arcier (B.), 1992].

¹⁷ Voir, entre autre, Mc Kay (J.), "Les transports urbains en Europe et aux Etats-Unis, 1850-1914, *Les Annales de la Recherche urbaine*, N°23-24, juillet - décembre 1984, pp. 115-126.

¹⁸ On peut même expliquer, au moins pour les U.S.A., ce phénomène à l'aide de modèles théoriques comme celui de Alonso.

¹⁹ D. Larroque explique cependant, que, pour la ville de Paris, le bon développement des infrastructures de transport (voies), mais la faible qualité des services (mauvaise disponibilité spatiale et temporelle) associée à des tarifs élevés, n'aurait pas autorisé un développement harmonieux de la ville, en favorisant la ségrégation spatiale. Pour plus de détail, voir Larroque (D.), *Economie et politique des transports urbains. 1855-1939, Les annales de la recherche urbaine*, N°23-24, 1984, pp. 127-141.

²⁰ Pour une présentation succincte mais complète des thèses en présence, voir Bonnel (P.), Thibaud (S.) *Méthodologie des études de suivi d'une ligne de TCSP.*, *Revue TEC*, N°115, novembre - décembre 1992, pp. 10-17.

²¹ Cf. Bieber (A?), Massot (M.H.), Orfeuill (J.P.), *Questions vives pour une prospective de la mobilité quotidienne*, Synthèse INRETS n°19, 1992, 76 p.

mesurer la constructibilité des terrains, véritable unité de compte de l'urbanisme, le coefficient d'occupation des sols (C.O.S.).

Si l'on s'en tient à la planification urbaine, on constate que celle-ci transparait surtout à travers deux documents que la plupart des agglomérations françaises sont tenues de réaliser. Il s'agit du Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (S.D.A.U.) et du Plan d'Occupation des Sols (P.O.S.).

L'analyse de la "cohérence urbanistique" au niveau de décision que constitue le "choix de schéma de transport" fait référence au SDAU car il *"fixe les intentions à long terme des pouvoirs publics dans leurs grandes lignes"* ²². Ainsi, il peut retranscrire certaines des "options premières" de la politique des transports urbains et de la politique urbaine en générale, ou, au moins, les domaines d'actions sur lesquels ces politiques s'appuient. C'est dans celui-ci, aussi, que les grandes modifications socio-urbaines de l'agglomération sont considérées, discutées et analysées.

L'importance des réseaux de transport, dans ce dessin de la ville future, a toujours été reconnue. Mais il semble désormais, qu'au-delà de la croissance permise par le développement des infrastructures, la réflexion urbanistique actuelle prenne mieux en compte les avantages et inconvénients des différents systèmes techniques de transport sur le développement de la "métroglobalisation" ²³. Plus généralement, et sous l'impulsion de la DAU, les agences d'urbanisme développent désormais des analyses sur la ville soulignant la juxtaposition et l'interpénétration des différents territoires locaux, et les conséquences de cette approche sur l'organisation des espaces urbains et des réseaux ²⁴.

Les enjeux de la réalisation d'un TCSP se situent alors au niveau :

- de l'inscription du TCSP dans les modifications des structures socio-urbaines de l'agglomération
- de la connaissance des domaines d'action sur lesquels les options premières portent

A. L'inscription du TCSP dans les modifications des structures socio-urbaines de l'agglomération

Il s'agit d'apprécier les modifications précédentes et la façon dont la future implantation du TCSP, va les prendre en considération.

Il serait alors opportun d'observer si le TCSP s'inscrit dans un contexte socio-urbain dynamique favorable. Constater un très fort déclin de la fréquentation du centre-ville, lié à une baisse de la population et au départ des industries et/ou entreprises de service peut amener à s'interroger sur la nécessaire construction d'un TCSP, surtout si ce dernier est un projet de grande envergure. L'argumentaire principal sera toujours, dans ce cas, que le projet va revitaliser la ou les zone(s) qu'il traversera, ce qui renvoie au niveau de décision suivant. Cependant, encore faut-il que cet argument soit, ou se rapporte, à une des options premières.

Par ailleurs, même si ce genre de remarque semble devoir être pris en considération, elle doit relativiser l'approche face au TCSP proposé, par rapport à un autre type de TCSP, plus

²² Araud (G.), Rupied (B.), *Droit de l'urbanisme et lois de décentralisation*, J. Delmas et Cie, 1987, p. 4.

²³ Terme repris de l'étude *La mobilité et l'organisation de l'espace*, menée par l'AUCUBE en 1993 sur l'agglomération de Brest. Sur la question de la prospective de la mobilité dans les espaces urbains, voir les actes du colloque *Se déplacer dans trente ans, tendances et perspectives*, organisé par l'INRETS, l'ADEME et la DRAST, 22-23 mars 1994

²⁴ Voir notamment : *Prospective et urbanisme : synthèse des rencontres de Metz*, DAU-FNAU, février 1993

léger et moins coûteux qui limiterait le risque d'irréversibilité du choix (compte tenu de l'adaptation de l'offre à la demande). (Cf. Fiche IV.)

B. La connaissance des domaines d'action

Les domaines d'actions sur lesquels les options premières (orientations stratégiques) portent, peuvent apparaître de manière plus ou moins explicite dans le S.D.A.U.

Quelques uns de ces domaines d'actions ont déjà été évoqués (liste non exhaustive). Ils ne sont pas exclusifs les uns des autres :

- Espaces publics
- Promotion immobilière
- Localisation de l'habitat, de l'emploi, des activités et des équipements publics

Si ces domaines d'actions ne sont pas non plus très clairement définis, on sait que des objectifs d'ordre urbanistique leurs sont explicitement ou non, rattachés. Eux apparaissent clairement dans le SDAU. Par exemple :

- Densifier tel secteur de l'agglomération, considéré comme "déficientaire" (quartier de Gerland à Lyon)
- Renforcer ou développer la polarité urbaine d'une zone commerciale ou universitaire, dans un quartier donné (quartier de l'ex Manufacture des Tabacs à Lyon).
- Maîtriser l'étalement urbain.
- Etc.

La réalisation d'un TCSP peut être en rapport étroit avec certains objectifs de l'agglomération en matière d'urbanisme. Cela peut aller jusqu'à faire de ces objectifs des arguments moteurs pour la promotion du futur projet. Le développement du quai Achille Lignon à Lyon, avec la réalisation de la future "cité internationale" fut, en son temps, un des arguments moteur pour la réalisation du projet de tramway "hippocampe". L'aménagement du quartier de Gerland à Lyon est un argument pour la décision visant la prolongation de la ligne B du métro dans ce quartier (Cf. Le Progrès du 07/05/1994).

Les indicateurs faisant défaut, il serait opportun d'observer si la réalisation du futur TCSP a un quelconque rapport avec les objectifs de l'agglomération en matière d'urbanisme, et d'apprécier leur éventuelle importance dans l'orientation des choix, et leur justification dans celle-ci.

4.2. La cohérence urbanistique au niveau du choix de projets

L'analyse de la "cohérence urbanistique" au niveau de décision que constitue le choix de projet fait référence au P.O.S., notamment quand il a pu être élaboré au niveau agglomération (quand il y a coopération intercommunale), document qui fixe les règles applicables pour chaque parcelle. La recherche de la cohérence renvoie alors à l'analyse des liaisons par zones desservies par le futur TCSP.

Les enjeux portent alors sur :

- Des éléments d'ordre réglementaires
- Des éléments relatifs à la localisation des pôles urbains et des opérations immobilières

A. La réglementation dans le cadre des Plans d'Occupation des Sols

Les normes en matière de construction de places de stationnement fixées dans le cadre de l'article 12 du P.O.S., que ce soit pour les opérations de bureaux ou d'habitat collectif ou individuel²⁵, varient selon les agglomérations, les communes. Si dans les hyper-centre et centre anciens, le manque d'emprise foncière limite ce genre de réalisation, cela est moins vrai dans la zone d'accès au centre ou en proche périphérie. On retrouve, ici, le rôle du stationnement au lieu de destination dans le choix modal des individus, très défavorable à l'utilisation des transports collectifs. Le lien avec la "cohérence déplacement" peut aisément être réalisée.

Par rapport aux grandes orientations stratégiques, il convient de noter que, compte tenu des politiques menées par la plupart des villes françaises en matière de stationnement public et compte tenu du fort développement du secteur de l'immobilier de bureau ces dernières années²⁶ (une partie du stationnement privé), on se rend compte que la création d'un TCSP, souvent rattachée au discours général de la "promotion des transports collectifs" risque de se heurter au continu développement de l'usage de la VP en milieu urbain, stimulé (en partie) par la réalité précédente²⁷.

Il serait opportun d'observer s'il n'y a pas d'incompatibilités latentes entre le développement des opérations immobilières (et les perspectives de création de places de stationnement) et la réalisation du TCSP.

Aucun indicateur ne semble pouvoir être mis en avant ici. C'est plus un caractère "descriptif" de la situation qui semble devoir être privilégié, appuyé par des cartes. On précise néanmoins que le fichier SIRROCO (qui recense les permis de construire) est une source de renseignements disponible dans chaque agglomération.

B. La localisation des pôles urbains et des opérations immobilières

Compte tenu du rôle structurant que joue traditionnellement un TCSP, il importe de vérifier si le projet compte assurer la desserte :

* De pôles urbains majeurs : ex-Z.U.P., Z.A.C., université, écoles, hôpitaux, centres commerciaux.

* D'opérations immobilières récentes et futures et des éventuelles "friches urbaines " ou parcelles en voie de mutation dans l'agglomération (quels usages futurs ?).

Il serait alors opportun d'observer de quelle manière le TCSP se positionne par rapport aux principaux pôles générateurs et récepteurs de l'agglomération et aux principales opérations d'urbanisme. On appréciera alors si le TCSP relie des zones ayant une densité élevée ou non (par rapport aux autres zones de l'agglomération) et si ces zones ont tendance à se densifier ou non.

²⁵ Exemple, pour les opérations de bureaux : 4 places pour 1 000 m² à Paris, 8 à Marseille, 13 à Lyon, 24 à St-Etienne, 30 à Strasbourg. Voir Jarrige (J.M.) et alii, Op. cit.

²⁶ Le parc de bureaux en milieu urbain a été multiplié par deux en 10 ans. 1970 : 50 000 000 m²; 1989 : 100 000 000 m². Le rythme de construction annuelle s'est fortement accru : 1965 : 500 000 m²; 1975 : 3 000 000 m²; 1989 : 6 000 000 m². Voir JARRIGE (J.M.) et Alii, Opus cité.

²⁷ P. Bonnel précise que les traits dominants de la politique des transports des principaux pays européens sont : France : offrir à l'usager le libre choix du mode de transport; Italie : interdiction d'accès des voitures au centre-ville ancien; Norvège : péage urbain; Suisse : maîtrise de la voiture et promotion des TC. La réglementation française en matière de stationnement privé entre tout à fait en concordance avec le trait dominant de la politique des transports en France. Pour plus de renseignements voir : Bonnel (P.), Europe : des politiques de déplacements urbains très contrastées, *Revue Transports Urbains*, N°81, octobre - décembre 1993, pp. 5-13.

Comme précédemment, les indicateurs faisant défaut, une description de la situation semble devoir être privilégiée, appuyée par des cartes permettant de localiser les principaux pôles générateurs et récepteurs de l'agglomération et le positionnement du futur projet à leur égard.

4.3. La cohérence urbanistique au niveau du choix des variantes

L'étude de la "cohérence urbanistique" déborde sur le niveau de décision le plus fin qu'est le "choix de variante". Ici, ce sont les éléments qui apparaissent dans les Avant Projets Sommaires (A.P.S.), repris généralement dans les Avant Projets Détaillés (A.P.D.) qui méritent d'être pris en considération, afin d'apprécier pour chaque variante, comment le TCSP satisfait au mieux à sa finalité première, le déplacement de personnes.

Cela suppose qu'une analyse fine du fonctionnement de l'aire de chalandise du TCSP soit menée, afin de s'assurer que les conditions d'accès à la nouvelle ligne (mais aussi à l'ensemble du réseau de transport collectif) soient les meilleures possibles : c'est notamment le problème de l'implantation des arrêts et stations.

L'appréciation de cette cohérence peut se faire au travers des indicateurs et descripteurs suivants :

Indicateurs traditionnels :

- le nombre d'emplois desservis (éventuellement désagregés)
- la population desservie
- le nombre de scolaires desservis
- le nombre d'étudiants desservis

Descripteurs traditionnels :

- la densité sur le tracé : elle doit être a priori forte pour un TCSP,
- les opérations d'urbanisme privées et publiques et leurs dates effectives de réalisation : s'agit-il de projets qui risquent de voir le jour ou non (exemple du S.K. de Noisy le Grand, opérationnel depuis février 1993, alors que l'ensemble de bureaux qu'il devrait desservir n'a pas encore été réalisé).

Autres indicateurs potentiels :

Bien que dépendant largement des indicateurs et descripteurs précédents, il peut être utile de calculer d'autres indicateurs comme la demande prévue à l'heure de pointe. Cela peut être un moyen de vérifier si le dimensionnement du système technique envisagé est bien en rapport avec la nature de la demande potentielle (à l'ouverture et à terme).

Ainsi, on retrouve dans le cas d'une agglomération comme celle de Rennes un système technique type métro léger automatique (V.A.L.) pour assurer le transport de 2 900 personnes par heure et par sens à l'hyper pointe²⁸ alors que le V.A.L. tel qu'il fonctionne à Lille et à Toulouse peut assurer un débit de 7 500 places par heure et par sens à l'hyper pointe²⁹. Cela traduit un possible sur-dimensionnement qui peut coûter très cher à la collectivité (au sens large).

²⁸ Contre 5 500 pour le V.A.L. de Toulouse, près de 3 000 pour le tramway de Nantes, 2 300 pour le tramway de Grenoble (selon nos calculs).

²⁹ Capacité de 150 places par rames (2 voitures, 4 personnes par m²) et intervalle de passage de 72 secondes.

Pourtant la demande prévue est, théoriquement, le facteur de base dans le choix du projet, même s'il n'est effectif qu'au niveau du "choix de variante" où les différentes possibilités peuvent être analysées dans le détail, comme le note Pierre Merlin ³⁰ : *"Le bon choix (d'un TCSP) doit considérer uniquement -critère si évident qu'il est souvent oublié-, la demande prévisible à l'heure de pointe. Les investissements lui seront impérativement ajustés et tout autre raisonnement fondé sur des comparaisons de flux quotidiens doit être rejeté comme non pertinent"*.

5. La cohérence temporelle

L'analyse des cohérences précédentes nous a montré que celles-ci se situaient soit à un niveau "interne" (cohérence réseau), soit à un niveau "externe" à la sphère des transports collectifs (cohérence déplacement et urbanistique). Ces réflexions ont souligné l'importance des interactions que génère le projet, et donc la nécessité de mieux les prendre en compte, qu'elles se manifestent du projet vers son environnement ou de l'environnement sur le projet.

Encore faut-il rappeler que cette recherche de cohérence se place dans un schéma décisionnel logique, où l'on est censé maîtriser la plupart des facteurs : de la définition d'options premières jusqu'au choix de projets ou de variantes, le décideur est censé posséder une rationalité claire, qui s'appuie sur une (presque) parfaite connaissance des interactions.

Or l'on sait bien que la réalité est fort éloignée de cet état, et que le but de l'évaluation est bien d'éclairer au mieux la décision dans un contexte particulièrement incertain. Cette incertitude tient à de nombreux facteurs, qui pour certains relèvent de la responsabilité du "décideur" (définition d'une politique "cohérente"), pour d'autres relèvent de la dynamique du système urbain, sur laquelle le décideur a peu de moyens d'action ou de contrôle.

Enfin, toute décision, qu'il s'agisse de l'affirmation d'une politique ou de la mise en oeuvre d'un chantier, relève en grande partie d'un double pari : celui de la capacité à "maintenir le cap" (cohérence temporelle que nous qualifierons de "logique") et celui de l'anticipation, c'est-à-dire la capacité à prévoir au mieux ce que sera (ou pourrait être) le futur.

Dans ce second cas, c'est bien l'aspect dynamique inhérent à tout système ³¹ qui est mis en avant : avec le temps, les différents paramètres peuvent évoluer de façon plus ou moins maîtrisée, et les indicateurs de cohérence développés plus haut vont être modifiés en conséquence. Il y a donc une seconde dimension de la cohérence temporelle, que nous qualifierons de "transversale" (puisque'elle agit sur les trois cohérences précédentes (interne, modale, urbanistique)).

Il faut souligner ici que ces deux formes de cohérences temporelles concernent l'ensemble des niveaux de décision de la politique de transport, de la définition des "options premières", au choix de la variante.

³⁰ Merlin (P.), Transports en commun : quel choix pour les villes", *Revue Urbanisme*, N°258, Novembre 1992, p. 28.

³¹ Un système dynamique est : "le modèle de comportement dynamique d'un système, caractérisé par l'évolution du système dans le temps et plus particulièrement par l'interaction entre les parties déterminant cette évolution", Aracil (J.), Op. cit., pp. 27-28.

5.1. La cohérence temporelle logique

En théorie, chaque niveau de décision de la politique des transports se situe dans un contexte temporel, qui n'est pas sans influence sur le rythme et l'ordre de réalisation des projets. Nous avons souligné que les quatre niveaux allaient du général au particulier, mais en pratique il ne peut être fait table rase des décisions antérieures, qualifiées du joli nom de "coups partis". Aussi l'imbrication entre les différents niveaux est-elle la règle générale, ce qui ne va pas sans poser problème, dans la mesure où l'imbrication des responsabilités au niveau institutionnel conduit aussi à des gestions domaniales ou territoriales souvent peu concertées.

Ainsi, il se peut que, pour certaines agglomérations désirant réaliser un TCSP, ces rythmes et cet ordre ne soient pas forcément définis. Cela peut se traduire, par exemple, par la définition d'un calendrier d'exécution des travaux sur certaines parties de la voirie, afin de réaliser des aménagements de carrefours, un redimensionnement de la voirie, alors même que le phasage pour la réalisation des projets en lice, voire l'ordre de leur réalisation n'a pas été arrêté³². Ce type d'incohérence peut avoir des répercussions importantes, allant jusqu'à la remise en cause pure et simple du futur projet, certaines étapes ayant été plus ou moins négligées.

On peut donc se poser la question de savoir si ces incohérences temporelles ne sont pas de nature à remettre en cause certaines des options premières, la déformation temporelle pouvant induire un "dérapage" du contenu des projets et donc de leur portée.

Cela revient à se demander s'il existe une différence importante entre le projet soumis à l'instant t (actuel) et le projet tel qu'il était proposé à l'instant $t-n$. Si c'est le cas, faut-il interpréter ces transformations comme une adaptation du projet à l'évolution des facteurs exogènes (variation de trafic, contraintes financières, échéances politiques) ou bien comme une remise en cause non explicite de certaines des options premières?

Les exemples de ces "dérapages" sont en effet nombreux, comme celui de "l'ex-futur" V.A.L. de Strasbourg, devenu tramway (pour des raisons, semble-t-il, de politique locale) ou encore celui du T.V.R. (Transport sur Voie Réservée) de Tours, devenu... couloirs de bus protégés (voir Le Moniteur du 04/02/1994).

Ces modifications de la nature et de la configuration du projet peuvent a contrario résulter d'une analyse plus fouillée des problèmes et évolutions futures du système de transport et de déplacements dans l'agglomération concernée. Mais elles peuvent être aussi l'expression d'un défaut de coordination, ou d'un manque de maîtrise au niveau du choix des schémas d'infrastructure et de transport. Cela pose le problème de l'évaluation stratégique, qui doit être menée dans un contexte multimodal et aboutir à la définition de l'ordre des différents projets. Cette question déborde bien entendu du cadre strict des projets de TCSP, mais il est clair qu'elle ne doit pas être sous-estimée dans le processus d'évaluation.

5.2. La cohérence temporelle transversale

Le second niveau de cohérence temporelle renvoie à la dynamique du système urbain. L'analyse des cohérences interne, modale et urbanistique ne peut en effet être pertinente que si la dimension temporelle est présente : l'évaluation de projet relève en effet de la logique des choix d'investissements a priori, donc dans une situation par nature incertaine. Or il faut bien

³² Pour quelque raison que ce soit : politique (élections proches et nécessité de montrer que des réalisations sont en cours), budgétaires,...

constater que dans les processus actuels, cette dimension est traitée trop simplement (avec des hypothèses quasi déterministes en matière de développement urbain, sans clarification des horizons de référence), voire même parfois niée (dans le calcul des rentabilités immédiates par exemple).

De plus, la dimension temporelle transversale est aussi le moyen d'assurer une méta-cohérence entre les trois cohérences précédentes. En effet, les évolutions de l'offre, de l'urbanisation et des conditions de concurrence sur le marché des déplacements sont bien entendus liées, et le problème reste d'apprécier comment la dynamique globale du système urbain va jouer sur l'efficacité et les résultats des projets envisagés.

L'introduction de la dimension temporelle doit permettre de mieux prendre en compte les éléments suivants :

- la prise en compte des différents projets constitutifs des schémas d'infrastructure et de transport, en fonction de l'ordre de leur réalisation,
- les conséquences des évolutions socio-économiques et urbaines sur la demande de déplacements visée par le projet de TCSP
- les contraintes liées au financement du projet (emprunts, tarification mais aussi déficit à la charge des autorités organisatrices)
- l'évolution du marché des déplacements et des conditions de concurrence (conditions de circulation), en fonction de la réalisation des schémas d'infrastructures (voirie)

Pour chacun de ces éléments, il importe de définir des hypothèses d'évolution, selon différents horizons, afin de mesurer comment le projet de TCSP (qui est aussi un système de transport conçu pour le long terme) voit ses résultats modifiés, et quelle est l'intervalle de confiance probable.

A. La prise en compte des différents projets envisagés

L'efficacité du projet de TCSP (et donc sa rentabilité) dépend fortement de la nature des autres opérations menées sur le système de transport de l'agglomération. Il est donc nécessaire de l'évaluer en fonction du rythme de mise en oeuvre de la politique retenue, ce qui passe par une estimation de la variation des recettes et des dépenses sur plusieurs années.

La construction d'un échéancier réaliste est une tâche délicate, mais indispensable. En effet, toute variation des conditions d'offre (multimodale) a des répercussions directes sur la fréquentation du projet et donc sur son adéquation aux objectifs initiaux. Cela peut se traduire par des gains supplémentaires (ou des pertes !) de parts de marché sur certains segments, avec leurs conséquences financières (coûts induits, nouvelles recettes).

Plus généralement, cela pose la question de l'évaluation du projet par rapport à une politique plus globale (le projet n'étant qu'un des éléments de cette politique). Ainsi, est-il nécessaire de réaliser des simulations qui portent sur :

- des scénarios contrastés de croissance de l'offre de transport (Kilomètres Véhicules), éventuellement différenciée en fonction des systèmes techniques et/ou du type de ligne, et prenant en compte les horizons de mise en service des projets concurrents ou complémentaires.
- des scénarios contrastés du volume de clientèle attendue et de l'induction de clientèle annuelle.

Ces scénarios (liste non exhaustive) peuvent être menés soit indépendamment les uns des autres, soit de façon "panachée". On pourra alors aussi simuler les conséquences d'une non

réalisation de certaines tranches des projets : non réalisation d'une partie de la ligne, de certains axes du projet, s'il en compte plusieurs, etc., mais aussi des autres projets. Les simulations sur le bilan inter-temporel seront alors différentes selon que l'on veut réaliser de manière simultanée³³ ou décalée³⁴ les projets, et selon l'importance de ceux-ci.

B. Les évolutions socio-économiques et urbaines et la variation de la demande

Ici, les simulations porteraient sur :

- des scénarios contrastés prenant en compte des variations de population et d'emplois sur les zones où le TCSP est susceptible de s'implanter et de leur éventuel impact sur l'échéancier des recettes et des dépenses et les évaluations socio-économiques (Cf. ci-avant).

- des scénarios contrastés portant sur la densification du tissu urbain, sur les zones d'implantation du TCSP (choix de projet), sur le tracé du TCSP (choix de variante).

Dans l'un et l'autre cas, ceci renvoie bien entendu aux simulations précédentes (emplois, population), mais il y a ici une dimension plus "qualitative". Ceci renvoie, par exemple, à simuler ce qui résulterait de la non réalisation partielle ou totale de certains projets d'urbanisme qui doivent théoriquement se mettre en place sur les zones sur lesquelles le TCSP doit se positionner ("choix de projet") ou sur son tracé ("choix de variante"). La simulation joue alors un rôle de "garde-fou" par rapport à des projections irréalistes sur le développement urbain à terme, projections qui participent souvent à faire "remonter" la rentabilité de certains projets, lorsque le choix technique tend à sur-dimensionner l'offre de court terme.

C. L'évolution du contexte financier

Ici, l'objectif est de valider la sensibilité des résultats à des modifications des conditions de financement et de tarification de l'offre de transport. La réalisation d'un ou de plusieurs projets de TCSP pour une agglomération va avoir des implications sur le financement des transports collectifs qui peuvent être très importantes. Il s'agit d'apprécier la manière dont le besoin de financement de la collectivité locale va varier. La simulation peut porter sur :

- des scénarios contrastés du niveau moyen de recettes tarifaires, compte tenu de la structure tarifaire retenue pour la réalisation de l'échéancier.

- des scénarios contrastés dans le cadre de l'évaluation socio-économique des projets : quant au surplus des usagers : quelles valeurs retenues pour l'évaluation des gains de temps qui représentent généralement entre 60 et 70% des avantages en valeurs, quant aux méthodes de valorisation des autres effets externes : pollution, bruit, etc.

Outre des scénarios contrastés sur l'échéancier du projet et sur sa relation avec le contexte socio-urbain dans lequel il s'insère, il convient d'ajouter des scénarios contrastés se rapportant au contexte économique général afin de simuler les impacts de la réalisation du TCSP sur le déficit budgétaire.

En effet, la réalisation d'un TCSP lourd est souvent une réalité qui grève fortement le budget des collectivités locales et peut pousser à une augmentation des prélèvements obligatoires (versement transport pour les entreprises, impôts locaux pour la population), à une augmentation des tarifs et, de plus en plus hélas, à un recours à l'emprunt, dont le remboursement risque d'avoir un effet rétroactif sur les taux d'imposition et le niveau des tarifs.

³³ Pour des projets compatibles par exemple.

³⁴ Pour des projets incompatibles, qu'ils soient dépendants ou non.

A l'heure actuelle, nous sommes loin d'être sorti de cette crise et celle-ci doit être analysée en relation avec les problèmes d'encombrement.

D. L'évolution des conditions de concurrence sur le marché des déplacements

Un investissement dans un transport collectif lourd n'entraîne pas automatiquement des reports de la voiture particulière vers les transports collectifs, pas plus qu'une amélioration importante des conditions d'exploitation des transports collectifs, d'où une "rentabilité" de l'investissement pour la collectivité qui peut être faible, voire très faible.

C'est pourquoi l'évaluation du projet (et plus généralement d'une politique ou d'un groupe de projets) doit se faire par rapport aux orientations générales sur la gestion de la demande globale de déplacements. Le raisonnement en termes de parts de marché n'est pas suffisant : il faut y ajouter une analyse de la variation globale du volume de trafic, tant en transports collectifs qu'en voiture particulière, puisque l'une des raisons du recours au mode collectif reste de lutter contre la congestion.

Sur ce plan, l'affirmation d'une complémentarité modale est l'expression de la recherche d'une meilleure performance de l'ensemble du système. On sait notamment que tout investissement en transports collectifs se traduit par des gains en vitesse de circulation (au moins temporairement), les usagers du mode individuel voyant leur surplus amélioré, si le projet capte une part de trafic non négligeable.

En fait, les résultats globaux dépendent en grande partie de la nature des actions menées sur le système du transport individuel : si le TCSP "libère" la voirie, soit en passant en souterrain, soit en captant des flux de circulation, le bénéfice apparaît notamment sur la baisse du niveau de congestion. Mais dans une simulation temporelle, où les paramètres de la génération de la demande sont éventuellement fortement modifiés, il importe de savoir si le gain à terme est en rapport avec les objectifs initiaux.

Une telle simulation, qui relève du niveau stratégique (comparaison de politiques, plus que de projets alternatifs), permet en particulier de vérifier si l'effort consenti (notamment sur le plan financier) permet une amélioration durable des conditions de déplacement, même si la dynamique urbaine est forte ou si la conjoncture économique est peu favorable au mode collectif³⁵.

* * *

La prise en compte de la dimension temporelle est donc fondamentale, car c'est par elle que l'on peut vraiment apprécier l'efficacité d'un projet dans le cadre d'une politique globale, en mettant en relation les différentes composantes des schémas d'infrastructure et de transport.

³⁵ Les modèles QUIN-QUIN (QUALité INTROuite, QUAntité INSolvable), développés sur Lyon et Paris montrent que la mobilité croît en raison exponentielle des revenus, alors que la décroissance ou la stagnation des revenus ne fait que ralentir la croissance de la mobilité. Ainsi, quand le revenu croît faiblement, la mobilité mécanisée explose, générant de la congestion et dégradant, par la baisse de leur vitesse commerciale, les conditions d'exploitation des transports collectifs. La subvention des collectivités locales augmente alors d'autant. Les conditions d'exploitation se dégradent (vitesse, mais aussi fréquences et régularité de passage), les usagers des TC. risquent de devenir des utilisateurs de la V.P., ce qui est dommageable pour les recettes tarifaires et dangereux pour le phénomène de congestion. Voir, par exemple, Bonnafous (A.), "les effets comparés des investissements de transport urbain", Rapport O.C.D.E.-C.E.M.T., Paris, 1991, 17 p.

Elle peut également être un moyen de contrôle de l'adéquation de la politique mise en oeuvre, à la fois aux objectifs fixés et aux évolutions envisagées. Elle permet de mieux gérer la constitution progressive de réseaux de TCSP, voire d'influer sur le choix technologique, pour éviter d'une part les risques de sur-dimensionnement, d'autre part les risques d'irréversibilité des choix techniques. Elle est enfin un moyen de s'assurer de la cohérence de la mise en oeuvre des politiques, en soulignant a contrario, les conséquences d'un non respect de certaines mesures (comme le risque de remise en cause de la priorité accordée aux TC, notamment en termes de protection sur voirie).

Mais l'introduction de cette dimension temporelle est délicate à mettre en oeuvre. Cela suppose de disposer d'outils de simulation performants, capable de tenir compte des dimensions spatiale, modale et financière, et de les faire varier selon des scénarios d'évolution des conditions environnantes.

Il faut malheureusement constater, à l'étude de quelques dossiers de projets de TCSP, que la dimension temporelle est réduite à sa plus simple expression : celle d'une hypothétique croissance de la population urbaine et des emplois, dont le niveau sert le plus souvent à justifier une orientation stratégique favorable au transport en site propre qui conduit à sur-dimensionner, à court terme, le système technique. Parce que le TCSP est perçu comme le seul moyen de modifier structurellement les conditions de concurrence entre la voiture et le transport collectif, il devient un projet urbain au service de la politique de développement de l'agglomération. Dès lors, sa justification se situe dans le long terme, à un horizon mal défini, et la question de l'efficacité de la mesure prise devient mineure...

Cependant, avec la raréfaction des ressources financières des collectivités locales, le problème du financement demeure et s'accroît. Aussi l'analyse des conditions de financement (recettes tarifaires, principes de tarification, montant du déficit, endettement, pression fiscale) reste-t-elle un point clé de l'étude des projets, pour vérifier que les choix opérés ne risquent pas de déséquilibrer les budgets locaux. Mais la question de l'efficacité économique et sociale reste au second plan, par rapport à l'intérêt du projet technique en lui-même.

Cela apparaît de façon assez flagrante dans le contenu des dossiers : la mesure de l'efficacité se limite à quelques rappels sur une rentabilité réduite trop souvent au simple rapport entre le bénéfice d'exploitation l'année de mise en service, et le montant de l'investissement. Une telle approche du problème est surprenante, car elle conduit à nier l'ensemble des interactions que nous venons de souligner au cours de cette partie. Tout semble se passer comme si l'évaluation du projet consistait en deux points principaux : l'adhésion des collectivités concernées à un projet fortement urbain, et un plan de financement réaliste. La politique de transports et de déplacement, qui a motivé la conception du projet (et se trouve résumée dans l'exposé des motifs en introduction), ne donne pas lieu à une évaluation formelle, prenant en compte des futurs incertains et offrant une vision de synthèse, transversale, capable de vérifier si l'affectation des ressources publiques est pertinente.

Sans doute cette faiblesse de l'évaluation économique et sociale résulte-t-elle de la complexité des interactions qui caractérise le système de transport en milieu urbain. Peut-être la vérification de la cohérence, aux différents niveaux que nous avons indiqués, est-elle perçue comme suffisante. Mais, vu l'ampleur des financements nécessaires pour certains projets, peut-on continuer à gérer le futur comme s'il était certain, c'est-à-dire sans risques ? Il nous semble que l'enjeu est trop fort pour ne pas consacrer à l'évaluation économique et sociale un peu plus de temps. D'autant que des méthodes existent et sont en mesure d'offrir à la fois une évaluation des avantages que la collectivité peut retirer d'un tel investissement, et une estimation des risques liés aux facteurs exogènes et non maîtrisés, qui influencent le monde urbain et ses déplacements. C'est ce que nous allons tenter de montrer au cours de la partie suivante.

Chapitre III :

Le calcul économique, outil d'évaluation et de simulation

La recherche de la cohérence reste une étape fondamentale de l'élaboration de la politique de déplacements urbains et de la conception des projets de transports en site propre. Comme cela a été souligné dans la première partie, la démarche d'évaluation doit être complétée par une vérification de l'efficacité globale du projet envisagé, tant sur le plan financier que sur le plan social. Cette mesure est donc une étape de synthèse destinée à faire un bilan multidimensionnel, pesant les coûts et les recettes, les avantages et les inconvénients de la transformation envisagée du système de transport.

La démarche se veut par conséquent transversale par rapport à l'analyse des différentes caractéristiques de la nouvelle offre. Nous avons déjà mentionné la portée également transversale de la dimension temporelle, qui introduit la dynamique du changement, à la fois du fait du rythme de mise en service des diverses modifications du système de transport, et du fait des évolutions exogènes du système urbain. L'objectif de cette dernière partie du rapport est de montrer comment l'Analyse Coûts - Avantages est un outil tout à fait adapté pour rechercher une affectation judicieuse des ressources et prendre en compte les transformations liées à la dynamique urbaine.

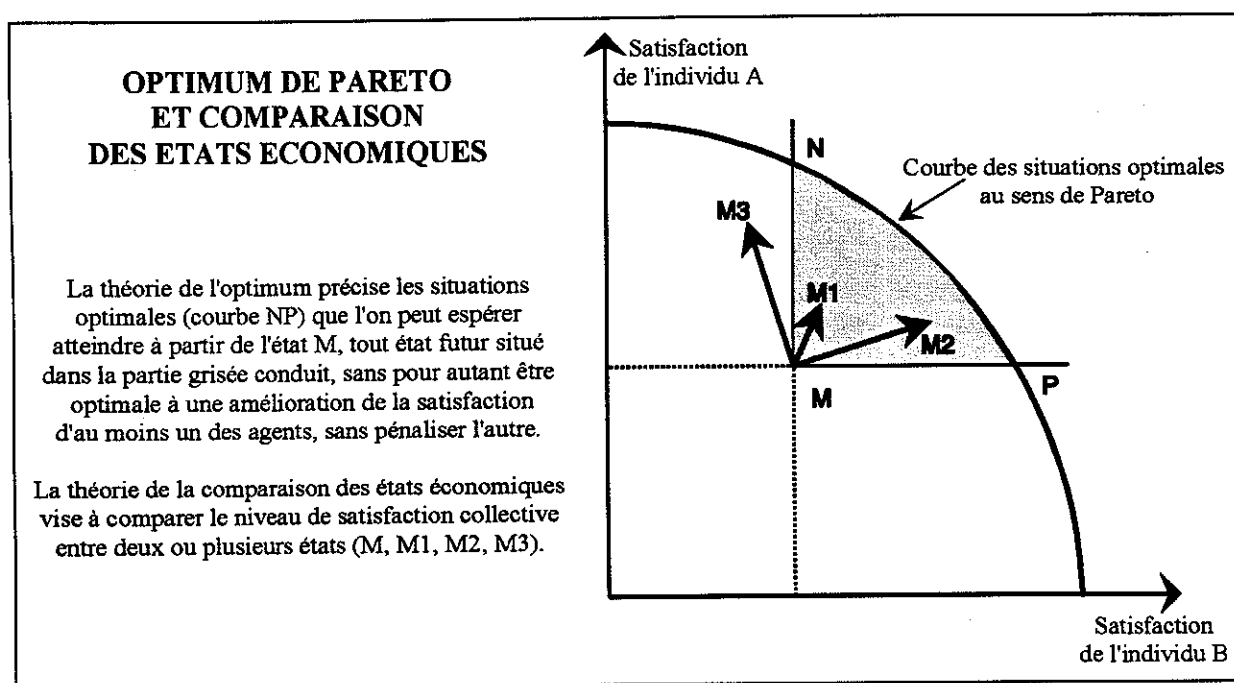
Il ne saurait être question de faire ici une présentation complète et détaillée des fondements du calcul économique (privé et public). Certains ouvrages mentionnés dans la bibliographie permettront à ceux que la théorie intéresse, de se documenter en profondeur sur ces aspects. Nous nous contenterons d'en rappeler les principes généraux et les modalités d'usage, notamment dans le cadre de l'Analyse Coûts-Avantages, en tant que méthode d'évaluation pour le choix d'investissement. Nous discuterons, dans un premier temps, des conditions de mise en oeuvre de cette méthode, dans la mesure où le non respect de certaines règles peut entraîner des erreurs de jugements (ce qui a d'ailleurs été la source du rejet de cette méthode par certains acteurs non familiers de cette démarche). Ensuite, nous soulignerons comment le calcul économique peut être utilisé à des fins de simulation, pour mieux tenir compte des incertitudes du futur, et comment il peut devenir un moyen efficace pour mener une démarche stratégique, de plus en plus nécessaire pour définir le rôle et l'avenir des transports collectifs en milieu urbain.

1. Les hypothèses du calcul économique

L'histoire du calcul économique est celle de la valeur accordée au bien-être de la société. Lorsqu'un agent dispose de ressources, il va rechercher à maximiser sa satisfaction personnelle, en répartissant ses ressources en fonction de l'utilité qu'il espère retirer des biens qu'il peut

acheter. Faire un tel choix de répartition suppose qu'il est capable d'ordonner ses préférences, ou tout au moins de préciser ses niveaux d'indifférence ou d'équivalence entre plusieurs biens (la courbe d'indifférence traduit le fait que l'individu retire autant de satisfaction à consommer tel panier de biens $[A1;B1]$ que tel autre $[A2;B2]$).

La même démarche peut être appliquée à la situation de plusieurs agents face à divers produits en nombre limité sur un marché. En fonction de leur utilité propre, chaque individu cherchera à maximiser sa satisfaction, toujours sous la contrainte d'une ressource limitée. La confrontation entre les divers agents définit ainsi l'ensemble des états économiques possibles, qui sont limités par la rareté de la ressource proposée. Un état économique sera considéré comme Pareto-optimal si l'on ne peut augmenter la satisfaction d'un individu sans être obligé de diminuer celle d'un autre.



Mais la réalité est souvent loin de cet optimum au sens de Pareto. C'est pourquoi il faut distinguer la théorie de l'optimum de la théorie de la comparaison des états économiques, distinction faite par J. Lesourne, considéré en France comme le père du calcul économique public. Cette distinction s'avérerait nécessaire d'un point de vue pratique, dans la mesure où la théorie du Welfare débouchait sur certaines impasses, notamment dans l'hypothétique application de critères de compensation entre les individus visant à remédier aux insuffisances du critère de Pareto. La théorie de la comparaison des états économiques a pour objet la hiérarchisation des situations, situations qui ne sont généralement pas optimales. Le passage d'un état économique donné à un autre (par exemple par un investissement) peut donc se traduire par une amélioration de la satisfaction d'un certain nombre d'agents, mais peut entraîner une perte d'utilité pour certains autres. Il importe donc de définir dans quelles conditions une modification d'un état économique est globalement (donc socialement pour la puissance publique) "meilleure" qu'une autre, et cela se fait par une mesure de la variation d'utilité pour chacun des agents concernés. En effet, pour faire face à un problème, il y a toujours plusieurs solutions possibles, et l'objectif est de hiérarchiser ces solutions pour retenir celle qui va maximiser la satisfaction collective.

Si ce choix est aisément compréhensible dans le cas d'une variante d'aménagement (c'est-à-dire relevant d'objectifs identiques), on peut pratiquer de même pour des projets

indépendants. C'est ce que l'Etat peut être amené à faire, soit pour hiérarchiser des projets de même nature mais localisés à différents endroits (projets de TCSP proposés par plusieurs agglomérations), soit pour définir des priorités entre des projets de nature complètement différente (TCSP contre autoroute, mais aussi éducation nationale contre défense).

Le calcul économique ne vise donc pas à déterminer les solutions optimales, mais à comparer des solutions sur la base du critère de maximisation de la satisfaction de l'agent qui va investir. Pour mesurer cette variation, il est nécessaire de comparer les solutions envisagées à une situation de référence, dont le choix n'est pas sans influence sur les résultats de la comparaison : ce peut être une situation du type "ne rien faire", ou une situation "au fil de l'eau" (on continue le même rythme que précédemment, ou on se contente des dépenses nécessaires à l'entretien et au renouvellement).

1.1. La mesure de la rentabilité pour un investissement privé

Lorsqu'un agent économique (un industriel par exemple) envisage de réaliser un investissement, il doit s'assurer avant tout que la mobilisation de ressources qu'il va opérer, lui permettra à terme de récupérer sa mise et bien entendu d'accroître ses ressources futures. Dans ce cas précis, sa satisfaction peut se mesurer en termes monétaires : il va comparer le montant de l'investissement avec le total des bénéfices qu'il peut raisonnablement espérer obtenir de la vente de ses produits, pendant l'ensemble de la durée de vie de l'équipement réalisé. Plus le bénéfice total retiré dépassera le montant initial de l'investissement, plus ce dernier sera rentable et plus grande sera la satisfaction de l'agent concerné.

Il importe donc de construire un *échancier des recettes et des coûts futurs* sur l'ensemble de la durée de vie de l'équipement projeté, à partir duquel divers indicateurs simples permettent de calculer l'efficacité du projet envisagé :

- le *délai de récupération* (N) est le nombre minimal d'années nécessaire pour que le bénéfice cumulé dépasse la valeur de l'investissement initial. Si la durée de vie de l'équipement est supérieure à ce délai, toutes les recettes postérieures permettront un accroissement de richesse.

$$N \Rightarrow I \leq \sum_{i=1}^{i=N} B_i$$

- le *taux de rentabilité immédiate* (RI) se définit comme le rapport entre le bénéfice net obtenu la première année de mise en service et le montant total de l'investissement. Dans le cas de bénéfices annuels constants, la rentabilité immédiate est l'inverse du délai de récupération.

$$RI = \frac{B_0}{I}$$

Le calcul de ces indicateurs va permettre de juger de l'efficacité propre d'un projet, mais aussi de comparer plusieurs projets différents ou plusieurs variantes. Leur classement est aisé et fournit alors au décideur un jugement de valeur clair sur le choix des projets.

Cependant, ces indicateurs n'intègrent pas la dimension temporelle, c'est-à-dire la date à laquelle il est le plus efficace de mettre en service l'équipement. En effet, le flux de recettes et de dépenses dépend de nombreux facteurs qui peuvent varier dans le temps, qu'il s'agisse de l'état des marchés financiers, de la conjoncture économique, ou même de la réalisation d'autres investissements.

Or il n'est pas indifférent non plus pour un agent économique de savoir s'il doit mobiliser tout de suite des ressources (qui ne seront récupérées que progressivement dans le futur) ou bien s'il peut les utiliser pour faire autre chose à un instant donné. En d'autres termes, l'utilité qu'il peut retirer d'une ressource n'est pas la même tout de suite ou plus tard. Il importe alors de tenir compte de ses préférences : vaut-il mieux disposer de 100 F aujourd'hui ou de 150 F demain ? La question n'est pas philosophique, car on peut avoir deux projets ayant des rentabilités immédiates identiques, mais dont les effets dans le temps sont différents. Par exemple le projet A coûte plus cher en investissement, mais rapportera globalement plus de bénéfices que le projet B, mais plus tard.

Aussi est-on amené à introduire le *concept d'actualisation*, coefficient visant à pondérer la valeur des ressources disponibles dans le temps. L'actualisation est le moyen de comparer des sommes d'argent dans le temps : si la préférence pour le présent est forte, alors les sommes disponibles dans plusieurs années auront de fait moins de valeur, tandis que s'il est indifférent à l'agent d'attendre plusieurs années, l'argent conservera la même valeur¹.

Si a est le taux d'actualisation (le plus souvent considéré comme constant dans le temps) représentatif des préférences de l'agent, la *valeur actuelle* (à l'année 0) d'une somme S_n disponible à l'année n s'écrit :

$$\bar{S}_0 = \frac{S_n}{(1+a)^n}$$

On peut ainsi calculer différemment la rentabilité d'une opération en tenant compte du fait que les bénéfices retirés ne seront disponibles que progressivement dans le temps. Cette pondération temporelle (qui peut être variable dans le temps) conduit à mesurer la Valeur Actuelle Nette d'un investissement (VAN), définie comme la différence entre le total des Excédents Bruts d'Exploitation (recettes moins coûts annuels) actualisés sur l'ensemble de la durée de vie, et le montant de l'investissement initial.

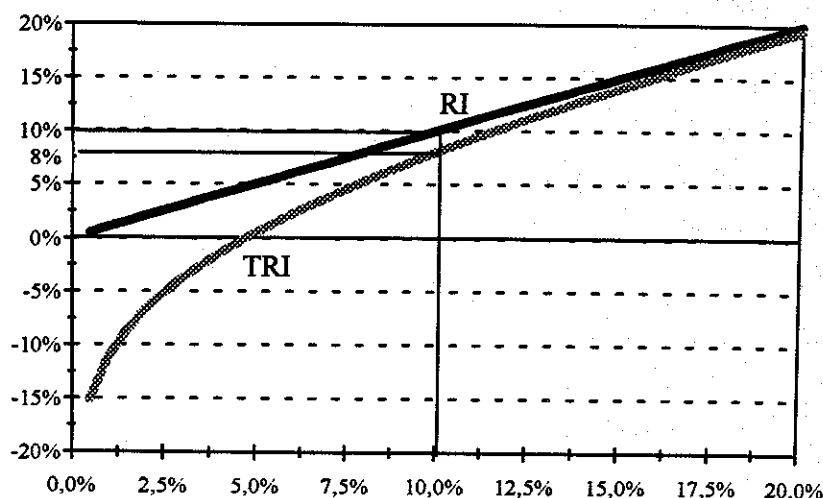
Dans le cas d'un investissement réalisé en une seule fois (I), dont la durée de vie est n , la Valeur Actuelle Nette se définit comme :

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+a)^t}$$

On peut alors calculer un indicateur, le *Taux de Rendement Interne* (TRI), qui est la valeur de a qui annule la VAN. En d'autres termes, c'est la valeur de a qui fait, qu'au terme de la vie de l'équipement, on a réussi à juste récupérer sa mise initiale (gain nul). Ainsi, un projet dont le TRI est élevé permet de rentrer plus vite dans ses frais (et donc de faire des bénéfices), alors qu'avec un projet dont le TRI est faible, il faudra attendre plus longtemps (un TRI négatif signifiant que l'on ne récupère jamais sa mise).

Soulignons ici que beaucoup considèrent que la Rentabilité Immédiate (RI) et le Taux de Rendement Interne (TRI) sont deux grandeurs proches : comme il est plus facile et fiable de calculer le premier indicateur (les coûts et recettes à la mise en service sont mieux connus que les mêmes dans 10 ou 20 ans), il est plus simple de se contenter de ce seul indicateur. Or cette affirmation est abusive, comme le montre le schéma suivant : les deux taux sont proches, tant qu'ils sont supérieurs à 10 % ; par contre leurs évolutions divergent en-dessous, puisqu'une RI de 5 % correspond à un TRI de 0 %.

¹ En théorie des marchés complets, il est tout à fait possible d'avoir des taux d'actualisation négatifs., comme dans le célèbre "apologue des pêcheurs" de Maurice Allais.



Comparaison de l'évolution de la Rentabilité Immédiate et du Taux de Rendement Interne (en fonction de l'importance du bénéfice annuel supposé constant)

Cette pratique, qui tient en partie au fait que les valeurs de la RI sont toujours supérieures à celles du TRI (donc donne apparemment une meilleure rentabilité), risque de conduire à des interprétations erronées sur l'efficacité réelle des investissements à faible rentabilité (ce qui est le cas le plus général pour les investissements publics).

1.2. Le cas des investissements publics : la notion d'avantages

L'évaluation de l'investissement public diffère de celle des investissements privés sur plusieurs plans, tenant à la nature des choix publics :

"L'analyse économique des projets publics a pour but d'élucider les coûts et les rendements économiques à l'échelle sociale de projets concurrents ayant un caractère public pour au moins l'une des trois raisons suivantes :

- *part importante du financement public direct ou indirect,*
- *mise en oeuvre d'autres moyens de politique économique pour son exécution,*
- *effets externes importants.*

(...) Dans les deux premiers cas, des ressources rares, gérées par la puissance publique, sont en cause et il est naturel de songer à les utiliser de la façon la plus efficace et la plus équitable possible. Dans le troisième cas (réglementations publiques), c'est l'aspect «externalités» qui intervient et qui en fait un bien collectif dont il faudra, ici encore, apprécier les coûts et rendements sociaux." [Bénard (J.), 1986].

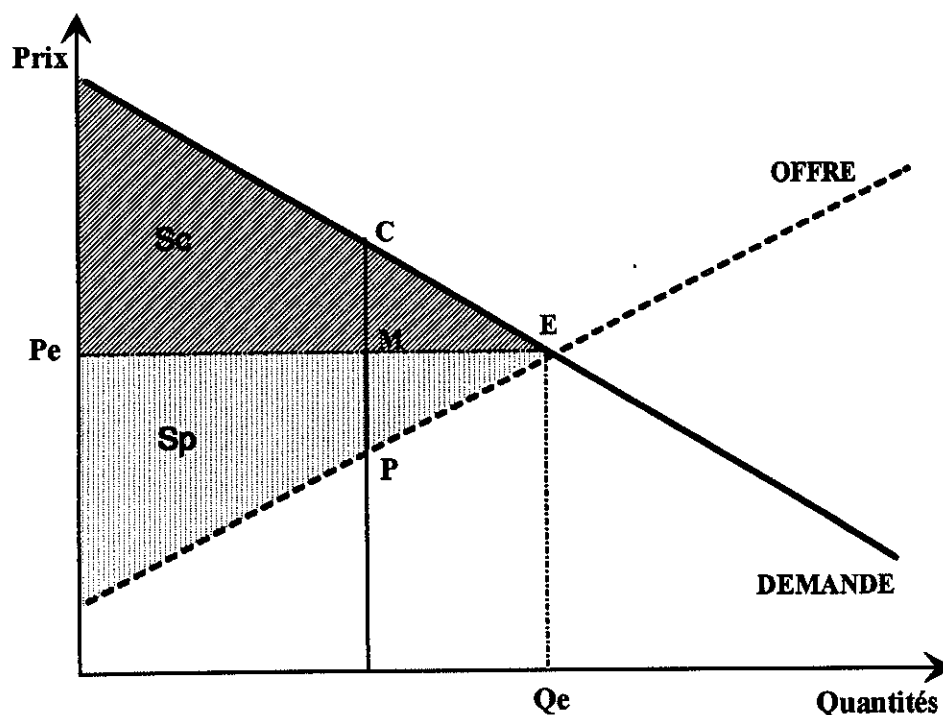
Alors que le calcul économique privé se préoccupe essentiellement de l'efficacité micro-économique pour l'acteur qui investit, la problématique publique fait intervenir deux autres facteurs, l'objectif d'équité et la prise en compte des externalités.

De la fonction de satisfaction collective à la notion de surplus collectif

De même qu'un agent économique cherche une utilisation de ses ressources qui maximise sa satisfaction individuelle, il est possible de concevoir, lorsque de nombreux agents participent

à l'échange, une fonction de satisfaction collective, censée représenter la résultante de la variation de chacune des fonctions de satisfaction individuelle. La forme que cette fonction de satisfaction collective peut prendre est un problème délicat que la théorie économique ne résout qu'au prix d'hypothèses fortes, notamment celle d'une utilité marginale du revenu identique pour tous les agents. Ceci conduit à définir une fonction de satisfaction collective comme l'agrégation algébrique des fonctions individuelles. En d'autres termes, le bien-être collectif s'accroît si le total des gains d'utilité, diminué des désutilités que peuvent subir certains agents, reste positif. Ce que l'on peut traduire sous la forme d'un "bilan globalement positif". En théorie, ce bilan ne saurait être réellement positif que si les "bénéficiaires" (ceux dont l'utilité augmente) indemnisent ceux qui subissent une désutilité (critère de Hicks), mais cette compensation n'est en général pas faite (ou seulement très partiellement).

La mesure de cette variation d'utilité se fait assez simplement dans le cas d'un marché. Le prix d'équilibre, qui résulte de la confrontation d'une offre et d'une demande, est celui auquel va se conclure l'échange. Or un certain nombre de consommateurs étaient prêts à payer plus cher pour acquérir le produit en question : en ne payant que le prix du marché, ils font en quelque sorte une bonne affaire, économisant leurs ressources. Cette différence entre le prix à payer et le prix que l'on accepterait de payer est le surplus du consommateur. De même, un certain nombre de producteurs seraient en mesure d'offrir le bien à un prix moins élevé : la différence entre le prix du marché et le prix auquel ils auraient pu vendre le bien est le surplus du producteur. En agrégeant les surplus individuels, on obtient le surplus collectif (des consommateurs et des producteurs).



La définition des surplus du producteur et du consommateur sur un marché

MC = différence entre le prix que le consommateur accepterait de payer et le prix du marché
 MP = idem pour le producteur
 Sc = surplus total des consommateurs, Sp = surplus total des producteurs
 Pe et Qe = Prix et quantités d'équilibre sur le marché.

Cette notion de surplus, qui fut avancée au siècle dernier par Jules Dupuit, est au coeur de l'évaluation de la satisfaction collective : il s'exprime en termes monétaires tant que l'on est sur un marché où les mécanismes de prix opèrent. J. Dupuit a montré que dans le cas de biens collectifs comme les routes et les ponts, la maximisation du surplus collectif était obtenue par la gratuité, qui permettait la maximisation des échanges.

Biens collectifs et externalités

Un certain nombre de biens se distinguent par des caractéristiques spécifiques. La première en est leur divisibilité, c'est-à-dire la possibilité de leur production en grand nombre d'éléments de petite taille (divisibilité d'offre), pouvant être achetés isolément par un grand nombre de consommateurs (divisibilité d'usage). Or le cas des infrastructures et moyens de transport s'écarte souvent de cette caractéristique, nécessaire au fonctionnement du marché parfait. Une indivisibilité de l'offre existe (on ne peut envisager un pont que dans sa totalité, ce qui induit des investissements coûteux), de même qu'une certaine indivisibilité de l'usage (comment identifier clairement la consommation de route que fait chaque usager ?).

Un bien collectif conduit alors à la production d'effets externes (appelés ainsi parce qu'ils sont externes à la sphère marchande, c'est-à-dire ne sont pas régulés par le marché et le mécanisme des prix). Le secteur des transports se caractérise par cette forte présence d'effets externes, qui peuvent être positifs ou négatifs. Ainsi par exemple, la construction d'une route va permettre à une entreprise d'élargir son bassin d'emploi (meilleure qualification ou salaires moins élevés), avantages dont elle bénéficie sans rien avoir à payer (du moins directement, par un échange marchand). A l'inverse, le riverain de la nouvelle route aura à subir le bruit du trafic, cette gêne pouvant lui poser des problèmes de santé ou bien dévaloriser la maison qu'il possède : il subit cette perte de valeur sans en être responsable.

Ces différents phénomènes conduisent à rendre le mécanisme de marché inopérant sur de nombreux plans, et c'est la raison pour laquelle la puissance publique se substitue aux opérateurs privés dans un certain nombre de cas. Aussi l'évaluation ne peut-elle plus se contenter des seuls flux monétaires réels, mais doit prendre en compte l'ensemble des variations d'utilité, que cela relève d'effets directs ou indirects de l'investissement, sous forme d'échanges marchands ou d'externalités. C'est ce que l'on vise par la mesure d'une rentabilité socio-économique (ou sociale collective).

Ainsi, dans le cas des routes (pour lesquelles le principe de gratuité reste largement prépondérant), le calcul d'une rentabilité financière n'aurait aucun sens, puisqu'il n'y a aucune recette provenant de son usage. Le cas des transports collectifs n'est que légèrement différent, dans la mesure où le tarif appliqué ne résulte pas d'un mécanisme de prix de marché, mais d'autres principes de tarification des services publics (incitation, redistribution, péréquation). Les recettes ne peuvent alors couvrir les dépenses, et la justification du projet ne peut venir que de la prise en compte des autres effets non monétaires, que l'on appellera "avantages" (positifs ou négatifs). Ces avantages sont évalués en théorie par une fiction théorique, la mise en place d'un marché fictif, qui permet de révéler les préférences des usagers-consommateurs (méthodologie des prix fictifs et des prix de référence).

La question de l'unité de compte, ou la monétarisation

Puisqu'il s'agit de mesurer l'efficacité sociale collective d'un investissement, il est nécessaire de mettre en rapport les ressources mobilisées et les avantages et recettes escomptées. Le parallèle avec le calcul économique privé ne peut se faire que si l'on est en mesure de comparer les coûts et les avantages : cela suppose de disposer d'une échelle de comparaison pertinente, la plus simple étant ici de recourir à la monnaie en tant qu'unité de

compte. C'est l'objectif de la monétarisation.

Rappelons que le fait de monétariser ne signifie pas que les avantages donneront lieu à des recettes monétaires et les désavantages (ou inconvénients) à des coûts supplémentaires. Une telle transformation relève d'une forme particulière de l'internalisation, sur laquelle nous reviendrons plus loin. Il s'agit seulement de traduire en flux fictifs les variations d'utilité des agents concernés. Mais cette valorisation monétaire n'est pas qu'une fiction. En effet, la monétarisation d'un avantage peut se calculer à partir de la révélation des préférences des agents, telles qu'elles s'expriment dans des mécanismes de marché.

Le cas de la valeur du temps est significatif. C'est en effet le premier des avantages que l'on attend d'une modification du système de transport. Chaque individu exprime par ses actes ses préférences sous forme monétaire, chaque fois qu'il consent à payer un certain prix pour gagner (ou ne pas perdre) du temps. L'exemple le plus classique est celui de l'usager qui choisit de prendre l'autoroute (et donc de supporter un péage) parce qu'il ira plus vite que par la route nationale. Cette valeur révélée se traduit par un prix du temps : s'il est prêt à payer 50 F pour gagner une demi-heure, alors la valeur de son temps est de 100 F/h.

On peut donc ainsi calculer lors d'un investissement routier le surplus global des usagers qui sera la somme des temps gagnés par chaque usager, multiplié par la valeur de son temps :

$$\Delta S = \sum_{i=1}^{i=p} (t_{2i} - t_{1i}) \times F_i$$

où F_i est la valeur du temps de l'individu i , $(t_{2i} - t_{1i})$ la différence de temps avant et après l'investissement, et p le nombre d'individus qui utilisent l'infrastructure.

Cette "monétarisation" du temps est d'ailleurs la base de la plupart des modèles de prévision de la demande de transport, dans lesquels on calcule un "coût généralisé" du déplacement, qui intègre les dépenses directes de l'individu (le prix du billet ou l'essence) mais aussi la valeur du temps consommé, la valorisation du confort, de la sécurité ou d'autres aspects qui interviennent dans le choix individuel. La variation de cette fonction de coût généralisé permet aussi de quantifier la demande induite par l'amélioration du système de transport.

Cependant la mesure de cette préférence individuelle est complexe et ne peut se faire a priori. On a donc tendance à appliquer des valeurs du temps déjà observées sur des projets futurs (qui ne sont pas forcément équivalents), et l'on a tendance à substituer aux valeurs révélées des valeurs moyennes, censées représenter l'ensemble de la population qui se déplace, afin de simplifier les calculs. Nous reviendrons plus loin sur les conséquences de ces hypothèses simplificatrices.

En supposant ainsi cette constance de la valeur du temps, le calcul du surplus global d'un projet lié au gain de temps, intégrant les nouveaux usagers, prend la forme :

$$\Delta S = \left(\frac{q_2 + q_1}{2} \right) \times (t_2 - t_1) \times F$$

où q_1 usagers mettaient le temps t_1 avant le projet, et q_2 usagers mettent le temps t_2 après (la différence $[q_2 - q_1]$ représentant la clientèle nouvelle, induite par l'amélioration de l'offre de transport).

Les critères de choix

En se fondant ainsi sur les différents coûts et avantages monétarisés, il devient possible d'utiliser les mêmes techniques que pour le calcul économique privé, tout étant rapporté à la

même unité de compte monétaire. On est alors en mesure de calculer une Valeur Actuelle Nette ou un Taux de Rendement Interne, pour vérifier que la variation de satisfaction collective est positive, donc que le projet est "socialement rentable".

Soulignons cependant que si la mesure de la rentabilité est similaire, les critères de choix sont différents, puisque, pour un investisseur privé, c'est en général le délai de récupération qui importe². Le classement des différents projets alternatifs se fait en fonction de leur Taux de Rentabilité Interne. Si le TRI est supérieur à un taux qu'il se fixe comme objectif (par exemple une rentabilité supérieure à 20 %³), il choisira le projet offrant le TRI le plus élevé.

Dans le cas de l'investissement public, l'objectif est de maximiser la satisfaction collective, et ce ne sont pas les critères de rentabilité privée qui s'appliquent. Il faut en fait distinguer deux facteurs, le premier concernant le TRI minimal (seuil de rentabilité), le second la VAN, censée représenter ici le bilan actualisé des avantages et coûts cumulés.

Le TRI est, rappelons-le, le taux d'actualisation qui annule la VAN. Puisqu'il s'agit d'un taux d'actualisation, il est censé représenter une préférence d'autant plus forte pour le présent que ce taux est élevé. Mais dans le cas de projets publics, il s'agit d'une préférence collective, dont la fixation relève des prérogatives de la puissance publique. Déterminée en fonction de différents facteurs, dont la capacité de l'Etat à mobiliser les ressources d'investissement, le taux dit de référence est unique et fixé par le Plan pour une période donnée (c'est en théorie le taux d'intérêt "pur" sur le marché des capitaux). Ce taux de référence est actuellement de 8 %, et va servir pour mesurer de façon uniforme la Valeur Actuelle Nette des projets en concurrence.

Ainsi, un premier critère servira à mesurer la rentabilité propre du projet : pour être rentable, ce dernier doit avoir un TRI (à défaut une Rentabilité Immédiate) supérieur au taux de référence. Mais pour ensuite classer les différents projets répondant à ce critère de rentabilité, et définir les projets prioritaires (ou les variantes les plus efficaces), c'est le critère de la VAN maximale qui est retenue (maximisation de la satisfaction collective).

2. Les conditions d'application ou les limites de la méthode

Comme nous venons de le voir, le transfert des méthodes d'évaluation des investissements privés au cas des projets publics peut s'effectuer sous réserve de la validation d'un certain nombre d'hypothèses propres à la théorie économique. Il faut en particulier être conscient que la pertinence de l'agrégation des avantages et inconvénients monétarisés repose sur l'idée d'une indifférence quant à la répartition de ces gains et pertes entre les agents économiques concernés.

En effet, l'évaluation de politiques publiques comprend trois aspects différents :

- le premier est celui de l'**efficacité**, c'est-à-dire de l'affectation des ressources qui permet le meilleur accroissement de la satisfaction collective ; le calcul de la rentabilité financière, comme pour des investissements privés, rentre dans cette logique d'une utilisation rationnelle de ressources rares (ce qui est le propre de la démarche économique).

² Bien que la théorie nous dise que, pour un investisseur privé, la rationalité commande que l'on retienne le seul critère du taux de rendement interne.

³ Ce montant est indicatif. il traduit en fait la prise en compte des taux d'intérêt du marché (seuil minimal en deçà duquel un placement sur le marché financier devient plus intéressant), augmentée d'une marge destinée à couvrir le risque (incertitudes liées au futur).

- le second concerne la prise en compte des **effets externes**, qui ont pour conséquences de modifier les conditions de fonctionnement des marchés ; nous verrons plus loin comment l'internalisation financière est un moyen d'y remédier.

- le troisième est celui de l'**équité**, c'est-à-dire des conditions de répartition des gains et pertes entre les différents agents. Or sur ce point, l'application stricto sensu du calcul économique n'apporte pas de réponse, en supposant que l'utilité marginale du revenu est a priori identique pour tous. Certes, la question d'une politique redistributive, visant à corriger les effets d'une inégale répartition des ressources entre les individus ne relève pas directement d'une politique de transport. Mais l'on sait bien que le transport collectif est un des secteurs où la question de la redistribution est forte (comme en témoignent les politiques tarifaires). Nous verrons là aussi comment les comptes de surplus, sans régler le problème, permettent de mieux identifier les conséquences éventuellement inégalitaires des politiques mises en oeuvre.

2.1. Des problèmes de méthodes

Nous traiterons rapidement ici de trois problèmes méthodologiques, qui ne sont pas incontournables, mais auxquels il convient de faire attention dans le calcul économique public, à savoir la monétarisation des critères quantitatifs, la prise en compte des critères qualitatifs et les procédures d'internalisation.

Valeurs révélées/tutélaires : le problème de la valorisation des critères quantitatifs

La valorisation des avantages (ou inconvénients) non monétaires suppose pour chacun d'eux de choisir une valeur unitaire représentative des préférences collectives. Prenons le cas de la valeur du temps, qui est centrale dans l'évaluation des projets de transport. Le fait de choisir une valeur unique (en général égale au salaire horaire moyen) traduit déjà une dérive importante par rapport à la diversité des valeurs révélées par les comportements. On parle alors de **valeurs tutélaires**, c'est-à-dire fixée par la puissance publique comme représentative des préférences collectives. Le choix de cette valeur diverge selon les projets et les acteurs, au point même que les différents ministères utilisent des valeurs différentes pour évaluer les mêmes projets. Ces pratiques ont tendance à jeter le discrédit sur la méthode dans son ensemble, aussi faut-il soit choisir des valeurs comportementales (les mêmes que pour les modèles de prévision de trafic), soit considérer ces valeurs comme des variables décrivant des objectifs politiques : on valorise ainsi la recherche de gains de temps.

De même, la question se pose de savoir quels gains (ou pertes) de temps sont comptabilisés et comment ils sont valorisés. Faut-il prendre en compte tous les gains ou supposer les petits gains inefficaces (ceux de moins de x minutes) ? Faut-il prendre en compte les gains et pertes pour les seuls usagers du TCSP, pour l'ensemble des usagers des transports collectifs, ou pour l'ensemble des usagers du système de transport urbain (donc les automobilistes compris) ? Vaut-il mieux utiliser des valeurs du temps différentes selon les caractéristiques socioprofessionnelles des usagers ou leurs motifs de déplacement ? Toutes les possibilités existent, et il est clair que plus l'on se rapproche d'une identification claire de groupes d'agents homogènes (dont on connaît les valeurs du temps révélées), plus l'on sera en mesure d'évaluer correctement les gains et pertes, mais plus la méthode sera difficile et lourde à mettre en oeuvre...

Aussi faut-il avoir à l'esprit que le choix des valeurs unitaires, comme la prise en compte des différents bénéficiaires ou perdants ne sont pas sans conséquences sur la mesure de la rentabilité sociale collective des projets.

La question des critères qualitatifs

De même, un certain nombre d'effets externes sont mal connus et donc difficilement mesurables par une échelle quantitative. C'est là la principale raison du développement de l'Analyse Multi-Critères, bien que cette méthode ne résolve pas réellement ce problème. Le calcul économique ne peut les prendre en compte directement. Cela ne peut se faire qu'au travers d'une valorisation de type tutélaire : il est alors aisé de critiquer les valeurs retenues, mais il s'agit d'un faux débat, puisque ces valeurs, là aussi, ne sont pas représentatives des comportements mais sont une traduction, en unité de compte monétaire, des priorités que la puissance publique veut accorder au problème. En d'autres termes, c'est le coût (fictif) qu'elle serait prête à supporter pour supprimer un effet externe négatif (ou pour renforcer un effet positif). Là encore, nous entrons dans une logique d'hypothèses visant à matérialiser des choix politiques, et non à déterminer de façon objective et scientifique l'ampleur d'un problème.

L'internalisation, une solution ?

Ce terme désigne tout processus visant à réintroduire les effets externes dans les choix et comportements des agents économiques. Pour A. Bonnaïfous, elle peut être "sensible" (c'est-à-dire intégrée par un agent dans ses décisions et son univers de choix) ou "pécuniaire", c'est-à-dire conduisant à la détermination d'un prix tout à fait réel. On distingue dans ce cas trois formes différentes, selon qui sera amené à supporter ce coût : soit l'internalisation est "radicale" (c'est le responsable de l'effet externe qui en subit le coût : cas des dédommagements par exemple pour le bruit), "non radicale" (c'est celui qui subit l'effet externe qui en supporte aussi le coût : le riverain se paie un double vitrage), ou enfin "budgétaire" (la puissance publique se substitue aux défaillances du marché et en assume le coût : construction d'un mur antibruit).

A partir du moment où l'on peut internaliser pécuniairement un effet externe, on le réintroduit dans la sphère marchande, et il est alors possible de le prendre en compte dans le calcul des surplus, sous forme d'un coût supplémentaire. Cette solution est sans doute celle qui est la plus pertinente, tant pour la rigueur du calcul économique (puisque l'on revient à une dépense monétaire stricte), que pour la clarté des choix (puisque l'effort financier est tout à fait réel).

Tout processus d'internalisation tend ainsi à requalifier le calcul économique. Mais la question de la mesure de ce coût d'internalisation reste délicate, car les tentatives sont souvent divergentes, selon que l'on l'évalue par un coût d'évitement, ou par des pratiques de dédommagement. Il n'en reste pas moins que si l'on prend en compte, dans le coût d'un projet routier, le coût du mur antibruit nécessaire à respecter la réglementation contre le bruit, on a internalisé un effet externe, sans que l'on puisse contester sa valorisation ou sa réalité (cette dernière étant affirmée dans ce cas par les normes de bruit).

2.2. Le poids des hypothèses et les comptes de surplus

Ces remarques ont pour but de souligner la sensibilité des différents facteurs intervenant dans le calcul de la rentabilité d'un projet. Nous avons déjà indiqué qu'une erreur de prévision sur les trafics peut avoir des conséquences dramatiques sur les finances des agents (publics ou privés) chargés de mettre en oeuvre le projet. De même, la mesure de la rentabilité sociale collective dépend très fortement du choix des valeurs unitaires servant à monétariser les avantages ou désavantages.

Dans les projets routiers, mais aussi dans les projets de transports collectifs, il faut être conscient que la valorisation du temps (gagné ou perdu) explique plus de 60 % du résultat dans

de nombreux cas. Le risque de manipulation est alors grand, si le choix de la valeur du temps n'est pas totalement explicite. Aussi nous semble-t-il particulièrement important que dans toute évaluation utilisant le calcul économique public, l'ensemble des hypothèses et valeurs unitaires servant à la mesure de la rentabilité soit explicitée, ne serait-ce que sous forme d'un tableau récapitulatif des valeurs retenues, et qu'un test de sensibilité soit fait pour chacune de ces variables (comme cela devrait normalement se faire dans toute utilisation de cette méthode).

De même, à partir du moment où l'on sait que tout projet de nature collective va se traduire par des gains pour certains et des pertes pour d'autres, il importe d'identifier les groupes de bénéficiaires et les groupes de perdants et de mesurer pour chacun d'eux la variation de leur surplus. Tel est l'objectif très simple des comptes de surplus. Il s'agit de compléter le calcul de la rentabilité globale par une présentation désagrégée, selon ces groupes d'agents, des variations de surplus que le projet va entraîner.

Ainsi, en couplant le tableau des hypothèses avec les comptes de surplus, il sera possible au décideur de mieux mesurer les effets divers du projet envisagé, et de trancher en connaissance de cause. De plus, cette présentation désagrégée est aussi le moyen de vérifier dans quelle mesure les objectifs premiers de la politique sont ou non satisfaits et de quelle façon. En d'autres termes, il s'agit de savoir "à qui profite le crime..."

2.3. La prise en compte du risque, et de l'incertitude

L'évaluation a priori se distingue de celle faite a posteriori sur un point fondamental : alors que dans le second cas on peut observer les transformations réelles résultant d'une action, dans le premier cas, on n'est jamais totalement certain de ce que sera le futur. C'est bien cette incertitude qui justifie, en amont de la décision, le calcul de la rentabilité éventuelle d'un investissement.

On opère ici une distinction, classique depuis Knight, entre la notion de risque et la notion d'incertitude : *"Un environnement est dit risqué (ou aléatoire) lorsque la liste des états est connue et que l'on peut établir une probabilité d'occurrence de chaque état. L'environnement est qualifié d'incertain lorsque la liste des états est connue mais qu'il paraît impossible d'y affecter des probabilités. Enfin, l'environnement est dit incomplet lorsqu'il n'est pas possible d'établir la liste des états possibles."* [Denant-Boemont, (L.), 1993]. Mais cette distinction a été critiquée, notamment par Savage, du fait qu'elle renferme une contradiction. En effet, si la distribution de probabilité sur les états n'est pas connue ex ante, elle sera de facto révélée ex post par les choix du décideur, sensé utiliser le critère de l'utilité espérée. Ainsi, la ligne de démarcation se situe non entre probabilités et absence de probabilités, mais entre probabilités objectives et probabilités subjectives.

La prise en compte du risque revient donc grosso modo à effectuer un calcul d'erreur, visant à déterminer, en fonction des différentes variables décrivant l'environnement du projet, quel peut être l'intervalle de confiance des résultats. L'idée de vérifier la fiabilité des résultats peut paraître triviale, mais il faut bien constater que, dans la pratique, on observe en général que la rentabilité d'un projet (exprimée le plus souvent par sa Rentabilité Immédiate) est évaluée par un seul chiffre (x %), c'est-à-dire d'une façon déterministe, comme si l'on maîtrisait parfaitement tous les paramètres. Or c'est loin d'être le cas dans la réalité.

Intérêt et limites de l'Analyse Coûts - Avantages

	ANALYSE COUTS-AVANTAGES	Amélioration possible de la méthode par une approche désagrégée (comptes de surplus)
Avantages	Cohérente avec la théorie économique (allocation optimale des ressources) - permet d'intégrer les questions de financement et de tarification - maximisation de la satisfaction collective	Définition des catégories d'objectifs et d'agents conduisant à l'élaboration de comptes de surplus : - par classe de valeur du temps (motif, CSP) - selon les aires géographiques - par variable (monétaire, monétarisée)
	Outil de comparaison efficace - rentabilité financière - rentabilité sociale collective	
	Objective les comparaisons et permet un classement unique des projets	
	Oblige le décideur à clarifier ses objectifs et ses critères - mesure des coûts (investissement, exploitation, frais financiers) - demande de transport (modélisation, prévision) - quantification des avantages unitaires (gain de temps, sécurité, confort) - valorisation des effets externes positifs et négatifs	
	Outil de simulation puissant (scénarios, comparaison de variantes)	
Inconvénients	Aspect "boite noire" (dérive technocratique)	Explicitation des hypothèses
	Sensibilité de la méthode à des données exogènes - fiabilité de la prévision de la demande - monétarisation des variables quantitatives	Comparaison de scénarios contrastés visant à définir l'intervalle de confiance des résultats, en fonction des hypothèses
	Application parfois simpliste - non prise en compte du risque (calcul d'erreur, test de sensibilité des facteurs) - non prise en compte de l'incertitude (futur incertain)	Respect des règles du calcul économique public
	Un seul objectif : la maximisation du bénéfice actualisé global	Eclairage par les comptes de surplus
	Un seul critère : la monnaie - agrégation de choux et de carottes ? - somme algébrique d'avantages et d'inconvénients, sans qu'il y ait compensation - "gros gains et petites pertes" ?	- présentation désagrégée par variable monétarisée - identification des gains et des pertes dans les comptes de surplus - règles de calcul explicites
	Non prise en compte de variables qualitatives	Internalisation des effets externes

Diverses techniques ont été utilisées pour prendre en compte ce risque, la plus simpliste consistant à majorer le taux d'actualisation (en minimisant les recettes et dépenses futures, on réduit d'autant l'impact des effets à long terme), mais cette technique est peu convaincante pour des projets prévus pour s'inscrire dans le long terme. Une autre technique consiste à calculer l'espérance mathématique du Bilan Actualisé, afin de chercher dans quelles conditions cette espérance est maximale.

La question de l'incertitude nous semble encore plus fondamentale, dans la mesure où le futur est de plus en plus incertain : le prolongement des tendances passées peut conduire à des erreurs majeures. Il ne s'agit donc pas ici de comparer des projets (ou des variantes) entre eux, mais de comparer comment évoluent les résultats d'un projet en fonction des transformations possibles (et non seulement probables) de l'environnement au cours du temps.

Les facteurs décrivant cet environnement sont nombreux, qu'il s'agisse de la conjoncture économique (et de son impact sur la motorisation, donc la répartition modale), de la localisation des activités urbaines (l'emploi, mais aussi l'étalement urbain), ou encore de la perception des nuisances en ville. Certes, imaginer les futurs possibles relève parfois de l'utopie, mais un effort de prospective, intégrant d'ailleurs la constitution progressive des réseaux multimodaux est sans doute le meilleur moyen d'éviter des erreurs de jugement sur les stratégies de transport en milieu urbain.

Le choix de futurs contrastés est aussi le moyen d'affiner la prévision de la demande de transport : les modèles ne font que reproduire les comportements passés, et l'évaluation est trop souvent conduite "toutes choses égales par ailleurs", c'est-à-dire sans intégrer la possibilité de transformations structurelles à terme. D'où la nécessité de "simuler" les avenir possibles.

3. Le calcul économique comme outil de simulation

La description que nous venons de faire de l'Analyse Coûts-Avantages met en évidence l'intérêt de cette méthode comme outil de comparaison en vue du choix entre des projets ou des variantes. Mais elle souligne aussi ses limites ainsi que les conséquences d'une application simplifiée, voire simpliste. Le tableau de la page suivante tente une synthèse de ces avantages et inconvénients et montre comment certaines améliorations, lors de son utilisation, permettraient de faire du calcul économique un véritable outil de simulation prenant en compte les trois domaines de l'évaluation des investissements publics (efficacité, équité, externalités).

En effet, l'un des avantages les plus manifestes de l'Analyse Coûts-Avantages réside dans l'obligation d'explicitier les hypothèses et les objectifs à atteindre, tous les projets étant alors comparés sur une base identique.

3.1. Un jeu d'hypothèses et d'objectifs

La pertinence des résultats produits (fourchette de rentabilité) tient, nous l'avons vu, à la validité des valeurs servant à la monétarisation. Il importe ici de se rapprocher, autant que faire se peut, de valeurs révélées par les comportements des agents économiques, et donc de tenir compte de valeurs différentes selon les catégories d'agents.

Dans le cas de la valeur du temps, le choix de valeurs dépendant des motifs ou des revenus des individus est aussi un moyen, dans une présentation désagrégée des surplus, de

bien identifier comment les effets se répartissent (souci d'équité). Mais il est tout aussi nécessaire de préciser le système analysé sur plusieurs plans :

- l'évaluation doit porter non seulement sur le projet, mais aussi sur l'ensemble du réseau de transport, tous modes confondus (prise en compte de la variation de surplus des automobilistes),

- il faut étudier comment ce surplus varie et se répartit dans l'espace (zones géographiques desservies), mais aussi dans le temps (constitution progressive d'un réseau),

- il faut clarifier comment sont calculés des gains (ou pertes) de temps (notamment les petits) et qui en bénéficie (anciens usagers, usagers en rabattement, usagers en transfert, usagers VP.)

De la même façon, l'ensemble des variables qui seront monétarisées pourra donner lieu à une présentation désagrégée des hypothèses retenues (valorisation tutélaire indiquant les priorités du décideur, ou valorisation comportementale) et des résultats (comptes de surplus).

La prise en compte de la dimension temporelle suppose que l'on ne se limite pas au calcul de la rentabilité immédiate, mais que l'on procède au calcul du taux de rendement interne : ce qui nécessite de construire de façon détaillée un **échéancier des recettes, des dépenses et des avantages**, afin de voir comment l'introduction ultérieure de nouveaux éléments du réseau valorise ou non la rentabilité du projet étudié.

Enfin, dans la mesure où certains objectifs peuvent se traduire sous forme de critères quantitatifs, l'évaluation peut alors fournir comme résultat un tableau détaillé de la variation de chacun de ces critères selon les projets. Cette désagrégation ne remet pas en cause l'évaluation globale de la rentabilité, mais permet de vérifier l'adéquation du projet analysé aux objectifs initiaux. Ce peut être le cas des parts de marchés, de l'importance de la contribution publique au déficit, ou de la productivité globale du service de transport, mais aussi du niveau de congestion automobile, des niveaux de bruit ou de pollution atmosphérique, ou encore de la desserte des DSQ ou autres quartiers sensibles sur la ville.

Une telle analyse est bien entendu complexe et nécessite un effort sensible, y compris au niveau de la désagrégation des résultats provenant de l'analyse de la demande et de la prévisions des dépenses et des recettes. Mais l'enjeu financier est d'importance, et le fait de consacrer quelques pour-cent du budget des travaux à l'amélioration des études préalables, ne paraît nullement injustifié dans une période où l'argent public est de plus en plus rare.

3.2. La définition des scénarios

La prise en compte de l'incertitude face au futur passe par une comparaison des effets de situations contrastées de l'environnement économique et social sur les différents projets en concurrence.

Ces scénarios sont de deux ordres, selon que l'on s'intéresse à des facteurs endogènes ou exogènes. Dans le premier cas, l'objectif est d'étudier l'impact d'alternatives sur les évolutions des différentes composantes du système de transport dans son ensemble. Ainsi évite-t-on de raisonner "toutes choses égales par ailleurs", en tenant compte des modifications envisagées par exemple sur le système routier, ou d'une variation dans l'ordre de réalisation des différents projets (ce qui renvoie à la construction de différents échéanciers de recettes et dépenses). Comme nous l'avons vu, cela renvoie aussi à la cohérence de la politique locale et des actions à venir : l'accroissement de l'offre de stationnement dans un secteur bien desservi par le futur

TCSP peut être un facteur négatif, à moins que les règles d'accès à cette offre la confinent à des usages spécifiques (résidents).

Dans le deuxième cas, il s'agit de faire varier (de façon réaliste) certains paramètres jouant sur la demande de transport. On sait que la conjoncture économique joue fortement sur la motorisation des ménages, sur les mouvements de délocalisation (habitat, entreprises, équipements, services) au sein ou à l'extérieur de l'agglomération. De même, le rythme de la croissance urbaine ou de la réalisation de certains équipements d'agglomération (ainsi que leur localisation) sont des facteurs importants de la génération de la demande de déplacement. Bien que l'on ne puisse guère prévoir la nature et l'importance d'effets indirects (localisation) des projets de TCSP, l'on sait que ces infrastructures créent des opportunités que la collectivité publique peut valoriser et tenter d'utiliser auprès des acteurs économiques concernés. On revient ici sur l'importance d'une coordination forte au niveau local, entre les politiques de transport et l'urbanisme.

D'une certaine manière, la définition de ces scénarios relève de l'analyse stratégique : en fonction des objectifs retenus, quelles sont les meilleures stratégies globales d'aménagement qui permettent d'orienter le futur dans la direction souhaitée. Car les résultats des politiques de transport peuvent être contradictoires, l'amélioration des temps de parcours (circulation) pouvant conduire à terme à un étalement urbain accentué, dont on sait qu'il ne profite guère au centre de l'agglomération, et qui peut introduire de fortes déséconomies s'il n'est pas contrôlé.

Il importe donc de favoriser le développement d'analyses de ce type. C'est en effet en prenant en compte l'ensemble des composantes, celles du système de transport et celles du système urbain, que l'on pourra mettre en évidence les interactions entre elles et ainsi mieux apprécier leur dynamique d'évolution. De même que l'on s'oriente vers le développement de modèles multimodaux pour la prévision de la demande de déplacements, le recours à des modèles d'analyse stratégique peut permettre d'éclairer les débats souvent délicats sur la définition des politiques et sur le choix des projets.

En intégrant la dimension temporelle dans l'analyse, on ne fait d'ailleurs pas qu'affiner le calcul du bilan d'un projet : on offre aussi la possibilité d'une approche différente du choix des systèmes techniques et de leur dimensionnement, y compris dans la perspective d'une plus grande flexibilité des systèmes. En fonction du rythme d'évolution des facteurs exogènes (croissance économique, mutations du tissu urbain), la simulation de la constitution progressive d'un réseau de TCSP peut être le moyen de vérifier si les choix techniques sont en rapport avec les trafics prévisibles, et si des solutions d'aménagements progressifs peuvent éviter, soit un sur-dimensionnement coûteux, soit des irréversibilités dangereuses.

De telles simulations à caractère stratégiques ont déjà été entreprises, notamment sur le plan macro-économique : les modèles QuinQuin (Qualité Introduite - Quantité Insolvable) visent ainsi à mesurer les conséquences des investissements sur l'évolution des charges supportées par les collectivités concernées, en fonction de prévisions sur l'évolution de la conjoncture économique. Il reste à développer des approches similaires pour l'analyse de projet, c'est-à-dire à une échelle spatiale plus fine, notamment pour mieux apprécier, dans une logique de compte de surplus, les effets positifs et négatifs de l'offre de transport projetée.

4. Conclusion

Le calcul économique, utilisé comme moyen de simulation et de comparaison, apparaît comme un outil puissant pour une évaluation de la rentabilité sociale collective des modifications spatiales et temporelles des systèmes de transport.

Son utilisation sur la base d'un corps d'objectifs et d'hypothèses oblige à une clarification des options premières qu'une collectivité vise avec la réalisation d'un TCSP. Le recours à un critère de rentabilité constitue d'abord un garde-fou efficace contre des choix erronés sur le plan de la satisfaction collective. Il permet ensuite de comparer et de hiérarchiser des projets, alternatifs ou concurrents. En s'appuyant sur une présentation désagrégée des résultats (comptes de surplus, variation des fonctions objectifs) et sur un jeu de scénarios contrastés, il fournit au décideur des informations claires sur les conséquences des choix techniques et des partis d'aménagement retenus. Mais son rôle s'arrête là. En intégrant la dimension temporelle, et donc l'incertitude liée au futur, le calcul économique ne dicte pas de solutions, mais souligne, en fonction des hypothèses analysées les avantages et les risques de chacun des choix possibles. En ce sens, la méthode ne prétend pas se substituer à la décision des autorités compétentes et le choix politique reste ouvert.

Il n'en reste pas moins que cette phase de synthèse de l'évaluation n'a de sens que si les objectifs de la politique suivie sont identifiables et si la vérification des différents niveaux de cohérence a été opérée, lors du processus de conception du projet. La réflexion est ici orientée sur l'évaluation de projet, mais une démarche similaire est possible et nécessaire pour valider les options premières. Certes, la comparaison et l'évaluation de politiques urbaines sont des exercices plus compliqués et difficiles, et la simulation de la rentabilité sociale collective ne sera jamais capable à elle seule de répondre à toutes les questions qu'un décideur peut se poser lors de la définition d'une politique de transport.

Néanmoins, la prise en compte de la dimension temporelle dans l'évaluation reste le moyen le plus pertinent d'analyser la constitution progressive d'un réseau de TCSP, son efficacité dans un contexte plurimodal et un environnement par nature mal maîtrisé.

Conclusion :

Projets de TCSP, réseaux de transport et politique de déplacements : Elargir le champ de l'évaluation

L'objectif de ce rapport est de contribuer à la définition d'un processus d'évaluation des projets de transports en commun en site propre, visant à mieux éclairer les décideurs locaux dans leur choix d'investissement. Il se situe dans la logique de l'évaluation économique et sociale, telle qu'elle est avancée dans la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs. Comme toute politique publique qui nécessite des investissements, l'évaluation de la politique de déplacements urbains doit comprendre trois domaines principaux : la mesure de l'**efficacité**, c'est-à-dire l'utilisation rationnelle des fonds publics, la prise en compte des **externalités** que génère par nature toute production d'un bien collectif, et le souci d'**équité** qui vise à s'assurer que les avantages retirés de ce bien vont bénéficier à toutes les catégories d'agents de la collectivité.

Nous avons souligné à de nombreuses reprises qu'un projet de TCSP est bien plus qu'un accroissement significatif de l'offre de transport collectif. Il est en premier lieu le recours à un système technique différent qui va modifier la structure de l'offre. Qu'il s'agisse de la première ligne envisagée par une ville moyenne, ou d'un barreau supplémentaire au sein d'un réseau en site propre dans une grande agglomération, le TCSP crée, de par ses caractéristiques sur le plan du service offert et sur le plan de son mode de fonctionnement, une nouvelle organisation de l'offre autour d'un réseau-armature : c'est donc un processus de hiérarchisation de l'offre qui se met en place, qui pose notamment le problème de l'articulation entre les différents réseaux (métro, tramway, TVR, bus,...).

En second lieu, et de manière plus fondamentale encore, le projet de TCSP est une orientation première de la politique urbaine d'une agglomération, tant par les bouleversements qu'il provoque sur les conditions de déplacement à court terme, que par ses répercussions à plus long terme sur la dynamique urbaine et la structure des agglomérations.

Si la réalisation d'un tel projet est un acte majeur d'une politique de déplacements, son effet ne se limite pas au seul domaine des transports collectifs, mais concerne le système de transport dans son ensemble (tous modes de déplacements compris) et traduit la volonté d'orienter le développement urbain. Cette globalité est perceptible dans les études et documents justificatifs des projets, mais il faut souligner que la prise en compte de ces diverses dimensions ne reste souvent qu'au niveau du discours, ou se traduit par des hypothèses d'urbanisation et de croissance de la demande atemporelle et déconnectées de la dynamique réelle du système urbain.

C'est la raison pour laquelle l'évaluation de tels projets doit aussi passer par une mesure de leur intégration dans la politique urbaine, afin de s'assurer que les choix opérés dans la sphère des transports collectifs ne sont pas contradictoires avec ceux effectués dans le domaine des infrastructures viaires ou dans celui de l'urbanisme. En soulignant les différents niveaux de cohérence nécessaires pour assurer une bonne intégration du projet de TCSP dans une politique urbaine, nous avons tenté de clarifier ce débat : certains indicateurs (détaillés en annexe) sont des moyens de s'assurer de la prise en compte des dimensions urbanistiques et modales, ou de vérifier l'intégration du projet au sein même du réseau de transports collectifs.

Mais une telle évaluation ne peut être faite sans intégrer la dimension temporelle, c'est-à-dire la **constitution progressive d'un nouveau système de déplacements**, marquée par une succession de mises en service des éléments constitutifs des schémas d'infrastructure et de transport au sein de l'agglomération.

Dans ces conditions, le processus d'évaluation doit s'élargir pour remonter du projet vers le schéma de transport, puis vers les options premières, c'est à dire les objectifs de la politique poursuivie. Toute évaluation n'est en effet pertinente que si elle est rapportée à des objectifs, donc en situant le projet au sein de cette politique. La mesure de l'efficacité de l'ouverture d'une nouvelle ligne ne peut se limiter au seul calcul d'une rentabilité immédiate, fondée sur les recettes et avantages à l'année de mise en service, sans savoir si, au cours des années suivantes, des projets concurrents ou contradictoires ne risquent pas de remettre en cause l'intérêt même du projet analysé.

De même, il n'est guère plus judicieux de tenter d'évaluer globalement l'ensemble des projets, en les supposant réalisés à un horizon donné et lointain (pour supposer l'ensemble de la politique mise en oeuvre). L'idée d'une évaluation du réseau "achevé" reviendrait à privilégier une rentabilité de long terme, sujette à caution du fait des incertitudes du futur, et qui risque de générer des dépenses dont l'efficacité à court terme et les conséquences sur la situation financière des collectivités concernées pourraient se révéler désastreuses.

C'est pourquoi la seule façon de mesurer cette efficacité de façon pertinente est de simuler la réalisation progressive des différents éléments constitutifs de la politique affichée (dont le projet de TCSP) : cela passe par la **construction d'un échéancier global des recettes et de dépenses**, dont les paramètres explicatifs peuvent varier en fonction des hypothèses décrivant la dynamique temporelle du système urbain.

La réalisation d'un tel outil de simulation de la rentabilité d'un projet pourrait a priori paraître complexe, du fait du grand nombre de facteurs agissant sur l'état du système considéré. Ce serait le cas, si l'on recherchait par ce biais une modélisation précise (et déterministe) de ce que sera le futur ; une telle attitude est non seulement irréaliste, mais aussi technocratique, puisqu'elle conduit à nier la liberté de choix. L'objectif d'une simulation est au contraire de souligner les incertitudes du futur (en étudiant des scénarios plausibles et contrastés) afin de chercher à minimiser les risques liés au manque de maîtrise sur les facteurs qui concourent à la dynamique urbaine. L'intérêt du calcul économique public est d'offrir une méthode relativement simple dans ses principes, pour juger globalement de l'efficacité d'un investissement et pour observer comment les effets peuvent évoluer en fonction des scénarios décrivant les futurs possibles. Il s'agit en effet de mettre en rapport une série de dépenses (investissement et exploitation) étalées dans le temps, avec des recettes (rentabilité financière) et des avantages (rentabilité sociale collective), mesurés par les variations de trafic, de gains de temps et de certaines des externalités produites.

La difficulté réside surtout dans la pertinence des "entrées" d'un tel outil de simulation, c'est-à-dire la façon dont on va pouvoir traduire les hypothèses décrivant le système urbain et le système de transport, en termes de génération de trafic et d'évolution des parts de marchés

entre les différents modes de transport. Pour reprendre le schéma décrivant le processus d'évaluation des investissements de transport (Cf. introduction), rappelons que quatre grands champs de l'évaluation peuvent être identifiés.

Le premier relève du processus de conception du projet, c'est-à-dire de son adéquation, tant à la nature des enjeux soulevés dans le diagnostic qu'aux objectifs de la politique retenue. Le but est ici de s'assurer de la cohérence du projet et de son intégration au sein de la politique urbaine, notamment dans un contexte où les décisions peuvent être influencées, au niveau du choix de la technologie, par les constructeurs des différents systèmes techniques.

Le second est celui de la prévision de la demande de déplacement, qui ne résulte pas seulement des caractéristiques techniques du projet, mais aussi de l'évolution des conditions de concurrence entre les TC et la voiture (motorisation des ménages, niveaux de congestion) et bien sûr de l'importance des projets routiers... Il est clair que la définition de scénarios contrastés sur ces variables va mettre en évidence des variations significatives sur la clientèle du nouveau TCSP. Pour cela, le développement de modèles multimodaux de prévision de la demande devient de plus en plus nécessaire.

Le troisième concerne l'estimation des coûts d'investissement selon les caractéristiques du différentes variantes étudiées et, en fonction du niveau de clientèle, l'estimation des recettes et donc du besoin de financement. Cette étape doit permettre de définir le rythme de réalisation du projet, et d'articuler ces dépenses avec les autres investissements réalisés par la collectivité, dans le domaine routier, comme dans celui de l'urbanisme.

Le dernier champ, l'évaluation économique et sociale du projet envisagé, que nous avons privilégié en tant que synthèse des conséquences des choix opérés, est bien entendu très fortement dépendant des résultats des phases précédentes (et surtout de leur qualité). Ainsi, l'application du calcul économique n'est elle qu'une vérification terminale, visant à s'assurer que le bilan général est bien positif. Pour répondre aux questions d'efficacité, d'équité et d'externalités, il est clair qu'il faut disposer d'informations fiables et désagrégées, notamment pour produire des comptes de surplus, qui permettent de mieux appréhender comment se répartissent les avantages et les coûts selon les objectifs de la politique poursuivie.

Dès lors que l'on se préoccupe de cette dynamique d'évolution dans le temps, le recours à des outils de simulation est nécessaire. Du fait de l'interaction des variables, et des incertitudes, tant sur le futur que sur les caractéristiques précises du projet, ces simulations auront une ampleur différente selon les étapes de la décision. Il importe en effet que la portée de l'évaluation soit élargie, c'est-à-dire qu'elle déborde du cadre du projet stricto sensu, pour devenir un processus plus permanent et transversal, traitant des quatre niveaux de décision (options premières, schémas de transport, choix de projets, choix de variantes) que nous avons décrits en introduction. Plus l'on descend vers la définition détaillée d'un projet, plus les estimations peuvent être affinées et meilleures seront les analyses. Mais il est vrai aussi que le niveau de détail nécessaire n'est pas le même au cours de ces quatre étapes.

Des analyses macro-économiques suffisent pour la validation des options premières et la définition des schémas généraux, tant pour le choix des systèmes techniques que pour le repérage des axes lourds du futur réseau de transports collectifs. Nous sommes ici dans le domaine de l'analyse stratégique, pour lequel les arbitrages se font au niveau des parts de marché globales, du montant de l'investissement à consentir, de la nature du système technique, et des effets sur les conditions générales de déplacement. C'est à ce stade que s'opèrent des grands choix, notamment sur le plan des systèmes techniques (ferrés / routiers, sur / hors voirie), et de leurs modes de fonctionnement (a priori souvent rigides, alors que des solutions

flexibles peuvent aussi être envisagées, et se révéler moins risquées dans le cadre d'un futur de moins en moins maîtrisé¹).

La détermination des priorités de réalisation (choix de projets) nécessite une spatialisation minimale (par grandes zones, ou plutôt par couples origine-destination majeurs), ainsi qu'une description des étapes de la constitution du réseau (phasage), de leurs conséquences sur la dynamique du système (niveau de congestion, évolution des localisations urbaines, articulation avec les "grands réseaux" interurbains, capacité de financement) en fonction des mesures planifiées dans les domaines de la voirie et de l'urbanisme. C'est à ce stade que la simulation prend toute son ampleur, puisqu'il s'agit d'évaluer un programme de réalisations au cours des prochaines années.

Le choix de la variante résulte plus d'un processus d'affinage du projet dont les grandes lignes ont été arrêtées à l'étape précédente. La meilleure connaissance des caractéristiques de l'offre, et de l'état de la concurrence sur le marché des déplacements permettent une construction réaliste de l'échéancier. La portée de la simulation devient plus fiable et la construction de scénarios contrastés (en matière de dynamique urbaine, de réalisation d'autres projets, ou de changement des conditions de circulation par exemple) peut permettre de tester la sensibilité du système, de préciser l'intervalle de confiance des résultats produits, et de définir les mesures complémentaires dans les domaines connexes (politiques tarifaires, stationnement, plans de circulation,...).

Il est clair que la mise en oeuvre d'un processus de simulation pourrait conduire à une inflation des scénarios possibles, du fait notamment de la complexité des interactions au sein du système multimodal de transport, et du poids de variables exogènes comme l'influence de la conjoncture économique sur l'évolution de la dynamique urbaine et de la demande de déplacements. Il importe donc, pour éviter ce risque, de réfléchir à la construction d'un corps de scénarios suffisamment contrastés pour délimiter les futurs possibles, sans générer une multiplication des cas qui serait préjudiciable à la clarté et à la compréhension des résultats. En toute bonne logique, ce nombre de scénarios peut être important pour la définition des schémas d'infrastructure (horizon lointain), mais donner lieu à une simulation grossière, et il devrait se réduire au fur et à mesure que les projets prennent forme et date, et donner lieu à des simulations plus détaillées.

Il y a là matière à débat, mais on ne peut plus se contenter du déterminisme avec lequel sont faites actuellement les prévisions de trafic, pour des investissements qui vont marquer durablement l'offre de transport d'une agglomération et se traduire par un prélèvement sensible sur ses capacités de financement. Le résultat de l'évaluation ne doit pas être la production magique d'un chiffre traduisant la "rentabilité globale" de l'opération envisagée, mais au contraire une famille de chiffres, définissant une enveloppe ou un intervalle de confiance, qui minimise les risques tout en laissant au décideur l'entière responsabilité de ses choix.

¹ Sur cette question de la flexibilité des choix, voir l'annexe 2 qui présente comment l'irréversibilité peut être prise en compte dans le calcul économique, au travers de la notion de "valeur d'option".

ANNEXE 1 :
Fiches relatives
a la prise en compte de la cohérence

FICHE I.1.

PRECISIONS RELATIVES AUX TERMES UTILISES, DERIVES DE LA THEORIE DES GRAPHS

La présente fiche apporte des informations sur ce que recouvrent les principaux termes utilisés à propos de l'évaluation de la "cohérence de réseau".

Les termes de : **connexité, connectivité, homogénéité et nodalité**, sont tous issus de la théorie des graphes :

- Un graphe¹ est la donnée d'un ensemble de points (sommets, ou noeuds) et d'un ensemble de liens, chaque lien étant établi entre deux points distincts ou non. Selon leur nature, les liens se schématisent par une flèche (arc, il y a orientation) ou par un trait (arête, il n'y a pas orientation) reliant un couple de sommets, d'où les notions de graphe orienté et de graphe non orienté.

- Sans entrer dans les détails, il convient de faire la distinction entre la notion de graphe "planaire" et celle de graphe "non planaire". Le premier qualificatif peut être attribué au réseau des T.C.U. dans sa globalité (c'est-à-dire tous modes confondus). Dans un graphe non-planaire, les liens sont représentés par des lignes de bus, de trolleybus,... et leur croisement ne représente pas forcément un noeud (c'est-à-dire un lieu d'échange : arrêt, gare de bus,...).

Le deuxième qualificatif (planaire) peut être appliqué au cas des réseaux de transports collectifs en site propre lourds type métro par exemple. Dans ce cas, inévitablement², tout croisement de liens (de lignes) correspondra forcément à une station.

La remarque essentielle tient au fait que, si l'on peut calculer, par exemple, des indices de connectivité (Cf. ci-dessous) pour les graphes plans et non-plans, cela est beaucoup plus délicat dans le deuxième cas. C'est pourquoi nous ne proposons pas d'indice de mesure de la connectivité dans le cadre de cette étude.

Un auteur comme G. DUPUY³ précise les notions de connexité, connectivité, homogénéité, isotropie (non pris en compte ici) et nodalité en s'appuyant sur l'énoncé de KLIR et VALACH qui définissent en même temps le réseau et le système.

Il convient de noter que, dans le cas de la **connexité** et de la **connectivité**, on se place du point de vue du réseau, mais d'une manière générale, alors que dans le cas de l'**homogénéité** et de l'**isotropie** on se place du point de vue des liaisons (liens) du réseau et dans le cas de la **nodalité** on se place du point de vue des noeuds du réseau.

On distinguera :

* La **connexité**⁴ qui traduit le fait que le réseau "solidarise" ou non, les divers éléments du système en assurant la condition minimale de sa cohésion. En ce qui concerne les T.C.U., les "éléments" peuvent être les habitations, les entreprises (lieux d'emplois), les

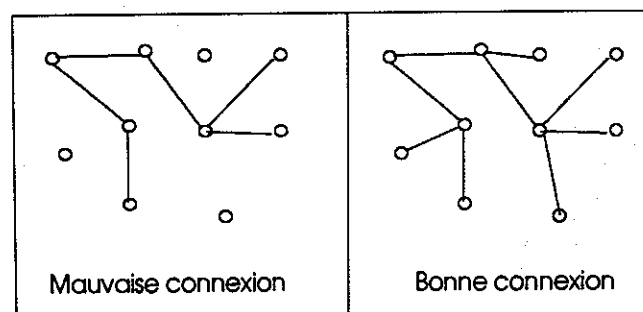
¹ Dictionnaire de la mathématique, P.U.F., 1979.

² Même, si, d'un point de vue historique cela n'a pas toujours été vrai.

³ G. DUPUY, *Systèmes, réseaux et territoire, principes de réseautique territoriale*, Presses de l'ENPC, 1985, 168 p.

⁴ On considère ce terme comme un synonyme de "connexion".

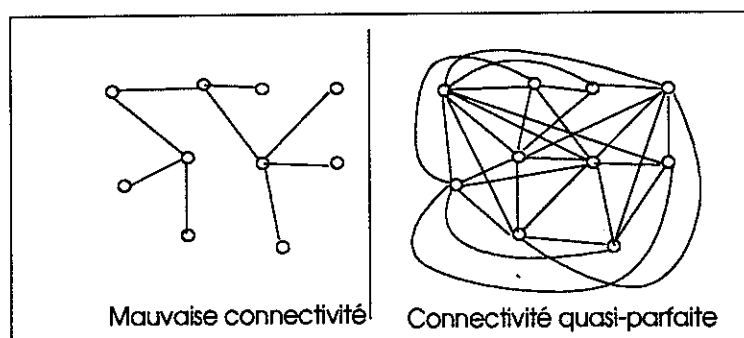
équipements publics... Une bonne connexité indique que l'on peut rejoindre n'importe quel "élément" (ou point) du réseau à partir d'un point quelconque.



* **La connectivité**, qui permet d'évaluer la multiplicité des liaisons assurées dans le système par le réseau. On évalue, ainsi, nous dit G. DUPUY :

- les possibilités de relations directes offertes par le réseau
- les possibilités de relations alternatives offertes par le réseau

Dans le cas de la connectivité, on se place d'un point de vue global, ce qui pose de redoutables problèmes de "dénombrement" lors du calcul d'un indicateur pertinent puisqu'un réseau de T.C.U. pris dans sa globalité et traduit sous forme de graphe correspond à un graphe "non planaire".



A la vue de l'exemple caricatural précédent, on se rend compte qu'une bonne connexité n'est pas synonyme d'une bonne connectivité.

* **L'homogénéité** qui traduit le fait que les liaisons ont des caractéristiques identiques ou non (en matière de vitesse, de flux, de fréquences généralisées....mais aussi, du point de vue de la clientèle, en matière de nombre de correspondances (et de la qualité de celles-ci), de fréquences,...) ⁵.

* **La nodalité** qui permet de caractériser les noeuds du réseau du point de vue de leur **capacité relationnelle** pour le système.

Ainsi, la nodalité va **différencier** les éléments du système par rapport aux possibilités de relations qu'ils offrent respectivement les uns avec les autres. Contrairement à la connectivité on se place ici non plus dans une optique globale, mais dans **une optique détaillée**.

⁵ L'isotropie exprimera si les liaisons du réseau sont équivalentes ou non globalement. Un réseau totalement homogène sera isotrope (ceci est assez vrai pour un réseau de métro, non pour un réseau de bus).

Remarque :

L'application de ces indicateurs au domaine des transports collectifs est délicate. Si l'on s'en tient uniquement à la théorie des graphes alors le réseau n'est perçu que comme une "trame", ce qui a pour effet de le rendre "mémoire morte" ⁶. Ainsi, les flux de voyageurs qui circulent sur le réseau ne sont pas pris en compte, les directions alternatives (flux en mouvement) ne sont pas considérées, les systèmes techniques pris en correspondance non plus..., d'où l'intérêt de bien retenir l'approche proposée par G. DUPUY, que nous complétons en nous plaçant aussi du "point de vue" de l'individu. Dès lors :

- la connexité :

Tous les éléments d'un système (entendre lieux de résidence,...) ne sont pas forcément connectés au réseau (zones non desservies). Pour les points connectés, il convient de distinguer :

la connexité spatiale :

- Du point de vue du réseau : elle permet de mesurer l'accessibilité offerte par la trame du réseau global ou d'un réseau technique, elle correspond à la qualité de la desserte (étalement et/ou concentration du réseau). L'indicateur de base est la longueur du réseau/l'aire desservie. On retrouve ici, la définition de base de la notion de "connexion", de "connexité".

- Du point de vue de l'individu : elle se rapporte au fait que celui-ci se trouve dans "l'aire d'attraction" d'un arrêt ou d'une station.

la connexité temporelle :

- Du point de vue du réseau : elle mesure l'accessibilité offerte par le service de transport pour tout le réseau ou par réseau technique, elle correspond à la qualité du service (nombre de véhicules mis à disposition par jour, par heure,...). L'indicateur de base est la fréquence généralisée.

- Du point de vue de l'individu : elle se rapporte à la "qualité du service" depuis le point d'entrée dans le réseau. Celle-ci se déclinera ensuite en fonction du nombre et du type de correspondances effectuées.

Ainsi, pour tout individu, une bonne connexité spatiale (existence d'une ligne de T.C. et proximité d'un arrêt ou d'une station) et une bonne connexité temporelle permettent d'accéder au réseau et au service des T.C. dans de bonnes conditions. Cependant, du point de vue du réseau, il y a bien souvent opposition entre ces deux déclinaisons de la connexité ⁷.

la connexité spatio-temporelle :

Elle combine les deux déclinaisons précédentes et permet de mesurer, à partir d'un point donné du réseau des T.C.U. la possibilité de se rendre à celui-ci à partir de tous les autres points. Dans ce cas, on se situe du point de vue du réseau global (car on prend tous les points

⁶ Comme le notent LAURENT (E.), NICOLAS (J.P.) in "Stratégie et gestion dans un contexte d'explosion des échanges : quelques apports du concept de forme d'organisation en réseau", Communication à la 6ème WCTR, Lyon 1992, 12p. et LEMOIGNE (J.L.), "La mémoire du réseau : tout s'écroule et pourtant", *Revue Flux*, Automne 1990, pp. 25-32.

⁷ Cela est vite évident si l'on raisonne par "réseau technique". Un réseau de métro, par exemple, mettra peu de point (lieux d'habitat,...) en contact, mais cette mise en contact permettra une accessibilité offerte par le service aux autres points du dit réseau technique qui sera très forte. La liaison entre les points sera plus aisée (car plus rapide).

du réseau en compte), mais aussi du point de vue de chaque point ⁸ (car on calcule l'indicateur pour chaque point). On prend en compte l'aspect "spatial" (localisation des points dans le P.T.U.) et "temporel" (c'est le résultat du calcul de l'indicateur : temps d'accès pour aboutir au point de destination. Par exemple : nouvelle station centrale de métro).

- la connectivité :

Elle peut difficilement être calculée d'un point de vue global, mais peut-être appréciée visuellement. Dans un réseau de T.C.U. ayant une forte connectivité, on pourra se rendre de manière assez directe à tout au autre point du réseau ⁹. Dans un réseau ayant une faible connectivité, il faudra effectuer des détours pour se rendre à un autre point.

Par exemple : beaucoup de trajets périphérie-périphérie se font, compte tenu de la structure des réseaux de T.C.U. en passant par le centre de l'agglomération, en utilisant deux lignes radiales. Si l'on crée une ligne "orthoradiale" entre ces deux lignes radiales, on accroît la "connectivité" du réseau, ce qui se traduit par un meilleur "maillage". Dès lors, la possibilité d'effectuer le dit déplacement "périphérie-périphérie" va devenir plus directe (en matière de temps généralisé) pour l'usager concerné ¹⁰. Cependant, le grand désavantage, pour le réseau global, c'est qu'il va y avoir un accroissement du taux de correspondance, par augmentation du nombre de noeuds dans le réseau, correspondant au croisement entre les lignes ¹¹ (voir le graphique précédent). Or, on sait qu'un accroissement du nombre de correspondances peut entraîner une baisse des parts de marché des transports collectifs (mais cela dépend aussi du type de système technique pris en correspondance).

- la nodalité :

La nodalité concerne tous les arrêts et toutes les stations du réseau. Dans cette étude on se limite aux points d'échanges, c'est-à-dire ceux où il y a multimodalité (TC-TC ou TC-autres).

Certains points d'échanges ont alors une capacité relationnelle très forte, car ils offrent un nombre de relations avec les autres points du réseau élevée. Cependant, ces relations peuvent être ordonnées selon leur "qualité". On aura alors des nodalités :

- d'ordre 0 : correspond au nombre de destinations directes possibles à partir d'un point donné du réseau.

- d'ordre 1 : correspond au nombre de destinations avec un changement possible à partir d'un point donné du réseau.

- d'ordre 2 : ...

⁸ Donc de chaque individu qui se trouve dans l'aire d'attraction d'un arrêt ou d'une station, et qui est donc est potentiellement "connecté" au réseau.

⁹ Ainsi, connectivité et connexité sont bien liées, puisque pour que la notion de connectivité trouve son sens il faut qu'il y ait connexion entre les points, que le réseau les relie entre eux.

¹⁰ Ceci n'est pas systématique, mais l'on peut réaliser des modèles de simulation pour voir l'intérêt du maintien d'une liaison orthoradiale, du point de vue de l'usager (en fonction du point de départ), par un arbitrage entre les temps généralisés de déplacement et du point de vue de la société exploitante (en fonction du coût engendré par son maintien et des avantages qu'elle peut en retirer (clientèle induite)). Pour ce faire, il est nécessaire de bien distinguer les systèmes techniques de transport pris en correspondance.

¹¹ Surtout pour les lignes de TCSP (Cf. différence entre graphe planaire et non planaire)

FICHE I.2.a

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DE L'OFFRE GLOBALE

Indicateurs relatifs à la hiérarchisation de l'offre

On apprécie, ici, la manière dont l'offre globale se répartit en fonction des schémas de transports présents dans l'agglomération. L'indicateur retenu est les "kilomètres-véhicules"¹² (ou K.V.) qui peuvent se traduire en une expression mathématique de la forme suivante :

$$KV = NV \times D \times VC$$

Avec : NV = nombre de véhicules en exploitation
D = durée d'utilisation des véhicules (amplitude de service)
VC = vitesse commerciale

		NOMBRE DE KILOMETRES-VEHICULES		
SCHEMA DE TRANSPORT				
Système technique	Type d'infrastructure	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	VARIATION
BUS	Voie banalisée			
	Couloir protégé			
	Site propre			
TROLLEYBUS	Voie banalisée			
	Couloir protégé			
	Site propre			
TRAMWAY	Voie banalisée			
	Couloir protégé			
	Site propre			
METRO				
T.C.S.P.	Voie banalisée			
	Couloir protégé			
	Site propre			
TOTAL				

¹² Le choix des K.V. plutôt que les Places-Kilomètres-Offertes (PKO) permet d'éviter plusieurs écueils : les PKO dépendent en effet des normes en nombre de places par m², des capacités unitaires des véhicules, variables aussi selon l'aménagement intérieur (places assises). Cette hétérogénéité des modes de calcul n'est pas sans influence sur les indicateurs de productivité des réseaux.

FICHE I.2.b

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DE L'OFFRE GLOBALE

Indicateurs relatifs à la redistribution de l'offre

On apprécie, ici, la manière dont l'offre bus sera redistribuée lorsque le T.C.S.P. sera réalisé : va-t-il y avoir réutilisation des kilomètres-véhicules économisés ? Si oui, quel usage va-t-il en être fait ?

On cherchera à savoir pour quelle fonction ils seront utilisés (par fonction on entend :

- desserte des pôles universitaires
- desserte des pôles d'habitat denses et défavorisés (Z.U.P.)
- desserte des pôles d'achat ou de loisirs
- desserte des pôles administratifs,
- etc.

L'étude la redistribution de l'offre est importante, elle permettra de voir si la réalisation du T.C.S.P. aura pour corollaire un accroissement du maillage du réseau global. C'est pourquoi elle pourrait être complétée par une recherche d'informations sur la création éventuelle de nouvelles lignes de T.C., ou, au moins d'éventuels accroissement du service de transport (augmentation des fréquences généralisées quant aux pôles précédents).

FICHE I. 2.c

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DE L'OFFRE GLOBALE

Indicateurs relatifs à la segmentation de l'offre

On apprécie, ici, la manière dont les kilomètres-véhicules vont se répartir sur les différentes zones de l'agglomération, après l'introduction du T.C.S.P.. Il serait intéressant d'introduire des éléments relatifs aux "segments" de clientèle, c'est-à-dire se rapportant au type de desserte : proximité ou longue distance par exemple (fonction de desserte centrale ou périphérique uniquement,...).

La recherche peut porter sur les différents schémas de transport présents dans l'agglomération.

SEGMENTATION DES KILOMETRES-VEHICULES									
SCHEMA DE TRANSPORT		HYPER CENTRE		ZONE D'ACCES AU CENTRE		DESSERTE PROCHE PERIPHERIE		DESSERTE LOINTAINE PERIPHERIE	
Système technique	Type d'infrastructure	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.
BUS	Voie banalisée								
	Couloir réservé								
	Site propre								
TROLLEY BUS	Voie banalisée								
	Couloir réservé								
	Site propre								
FRAM-WAY	Voie banalisée								
	Couloir réservé								
	Site propre								
METRO									
T.C.S.P.	Voie banalisée								
	Couloir réservé								
	Site propre								
TOTAL									

FICHE I.2.d

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DE L'OFFRE GLOBALE

Indicateurs relatifs à la réorganisation de l'offre

On apprécie, ici, la manière dont l'image du réseau, à travers celle des lignes qui le compose, doit se modifier. L'indicateur principal reste le nombre de kilomètres-véhicules éventuellement complété par le nombre de lignes.

	SANS TCSP	AVEC TCSP	Variation
Centre-centre			
Radiales			
Diamétrales			
Tangentielles *			
Périphériques			
Orthoradiales			
De rabattement			

* Contrairement aux lignes périphériques, les lignes tangentielles passent proche du centre de l'agglomération ($d < \text{ou} = 5$ km généralement).

FICHE I. 3.

INDICATEURS RELATIFS A LA CONNEXION GLOBALE AU RESEAU

On cherchera à obtenir des éléments sur la qualité de la desserte et la qualité de service globale du réseau des transports collectifs dans une optique SANS et AVEC le T.C.S.P.

On retiendra comme indicateur :

- *Pour la connexion spatiale (qualité de la desserte) :*

$$\text{Le rapport : } DESS = \frac{lrsu + lrso}{surd}$$

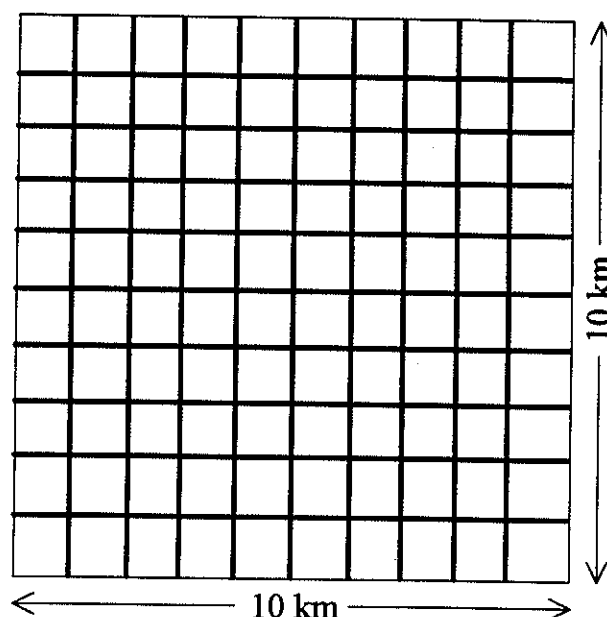
Avec :

- lrsu et lrso = longueur du réseau de surface et du réseau souterrain (on pourra distinguer le T.C.S.P. qui doit être réalisé).

- surd = surface de l'aire desservie.

Cet indicateur traduit le "degré de rapport du réseau (en tant que trame) au territoire". Théoriquement, plus il est élevé et plus le réseau occupe une partie importante du territoire (étalement) et/ou plus il est dense. Cependant, il n'est pas corrélé à un indicateur de densité de trafic (nombre de voyages/longueur du réseau x 2). Cela peut laisser penser qu'il refléterait plutôt la notion "d'étalement" que celle de "concentration". A titre indicatif, une valeur de 10 (jamais atteinte), peut correspondre au schéma théorique suivant¹³ :

En noir : lignes du réseau des T.C.U.; Carré : périmètre des transports urbains



¹³ Si chaque noeud et chaque extrémité du réseau correspond à un lieu d'emploi ou d'habitat (et que ceux-ci sont uniformément répartis), on aura une connexité et une connectivité maximale.

- Pour la connexion temporelle (qualité de service)

Le rapport :

$$FREQ = \frac{kvsu + kvso}{[(lrsu + lrs0) \times 2]}$$

Avec :

- kvsu et kvso : kilomètres-véhicules surface et souterrains (on pourra distinguer le T.C.S.P. qui doit être réalisé).

- lrsu et lrs0 : longueur du réseau de surface et du réseau souterrain.

Cet indicateur traduit le "degré de disponibilité temporelle de l'offre de transport". Il reflète donc la notion d'accessibilité offerte par le service de transport dans le temps (il s'agit d'une fréquence généralisée).

A titre indicatif, on notera que pour un réseau "type", offrant un service sur une amplitude de 19 heures, ayant 5 heures de pointe avec un intervalle de passage moyen de 5 minutes et 14 heures creuses avec un intervalle de passage moyen de 15 minutes, 34800 passages environ sont réalisés dans l'année (base de calcul : 300 jours dans l'année). Ceci représente, en moyenne, 116 passages par jour, soit 1 passage toutes les 10 minutes.

Tableau récapitulatif :

CONNEXION SPATIALE GLOBALE (Qualité de la desserte)			CONNEXION TEMPORELLE GLOBALE (Qualité de service)		
SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	VARIATION	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	VARIATION

Connexion spatio-temporelle

On pourra tenter d'apprécier quelle est le niveau de la connexité "spatio-temporelle" à l'aide d'un indicateur synthétique du type suivant (il y en a d'autres):

Nombre d'arrêts (ou de stations) accessibles à partir du point retenu (arrêt ou station), en combien de temps. Ainsi, on pourra mesurer si l'introduction du TCSP va modifier ou non l'accès à la zone hyper-centrale de l'agglomération, chaque point connecté (ou zone connecté) se rapportant à une couleur correspondant à une classe de temps : accès entre 5 et 10 minutes; entre 10 et 15 minutes. Ce genre de calcul peut aussi être réalisé pour la voiture ou centrés sur des points localisés en périphérie.

FICHE I.4.

INDICATEURS RELATIFS A LA COMPLEMENTARITE SPATIALE ET MODALE

On tente d'apprécier, ici, quel va être le "partage" des rôles entre les T.C. et la voiture particulière, et si la multimodalité va être favorisée ou non, et de quel type de multimodalité il s'agit.

- Complémentarité spatiale :

La réalisation du TCSP s'effectuent-elle en prenant en compte une modification du rôle principal qui leur est attribué : désire-t-on favoriser une certaine complémentarité spatiale ou non, c'est-à-dire développer des services de transports collectifs sur des zones habituellement réservées à la voiture par exemple (relations périphériques) ou renforcer le rôle habituel des transports collectifs (relations vers le centre-ville). On peut citer, par exemple, le cas du tramway St-Denis Bobigny, qui vient assurer une certaine complémentarité spatiale entre la V.P. et les T.C., bien moins évidente avant sa création.

- Complémentarité modale :

Elle se rapporte à la notion de multimodalité.

Dès lors, on tentera d'apprécier si les points d'échanges vont se voir attribuer un rôle de "plate-forme" multimodale ou non.

Exemple (pour les point d'échanges de rabattement (extrémité de ligne de TCSP, généralement)):

	UNIMODALITE	MULTIMODALITE
POINT D'ECHANGE DE RABATTEMENT 1	x	
POINT D'ECHANGE DE RABATTEMENT 2		BUS - METRO - AUTOCAR - TRAINS
POINT D'ECHANGE RABATTEMENT 3		METRO - V.P.

FICHE II.1.

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DE LA STRUCTURE DU RESEAU

On apprécie, ici, la manière dont la structure du réseau va se modifier. On ne s'intéresse donc pas uniquement à la variation de l'offre de transport selon les différents systèmes techniques (réseaux techniques) présents dans l'agglomération, mais l'on affine la recherche en regardant les variations de l'offre selon une typologie des lignes de T.C..

Cette typologie renvoie à des ensembles de couples origine-destination, bien distincts les uns des autres.

SYSTEME TECHNIQUE	LIGNES	K.V. SANS T.C.S.P.	K.V. AVEC T.C.S.P.	VARIATION
BUS (et éventuellement trolleybus)	RADIALES -Centre-périphérie <5 km -Centre-périphérie >5km et <10km -Centre périphérie >10 km			
	DIAMETRALES -Périphérie-centre-périphérie >5 km et <10 km -Périphérie-centre-périphérie >10 km			
	TANGENTIELLES¹⁴			
	DE ROCADE¹⁵			
	DE RABATTEMENT - Sur le métro - Sur le tramway - Sur le nouveau T.C.S.P.			
METRO	-Surface (voirie) -Hors voirie			
TRAMWAY	-Surface (voirie) -Hors voirie			
NOUVEAU T.C.S.P.	Préciser le type de ligne			
TOTAL				

¹⁴ Lignes périphérie-périphérie passant près du centre-ville (<5km)

¹⁵ Lignes périphérie-périphérie passant loin du centre ville (>5km)

FICHE II. 2.a

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DES PROPRIETES DU GRAPHE

On apprécie, ici, la manière dont le réseau (au sens graphique du terme) va voir ses propriétés (de connexité, d'homogénéité et de nodalité) se modifier du fait de la réalisation du T.C.S.P..

Indicateurs relatifs à la modification des propriétés du réseau en matière de connexité spatiale et temporelle

On tente, ici, d'apprécier de quelle manière la connexité spatiale et temporelle vont se modifier selon les réseaux techniques en présence. On regarde quelles devraient être les variations en matière de qualité de desserte et de qualité de service ¹⁶.

	CONNEXITE SPATIALE (Dispersion des réseaux techniques)			CONNEXITE TEMPORELLE (Fréquences généralisées)		
	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	VARIATION	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	VARIATION
Réseaux techniques						
METRO						
TRAMWAY						
TROLLEYBUS						
BUS						
T.C.S.P.						
TOTAL						

¹⁶ Pour les indicateurs (dispersion des réseaux et fréquences généralisées), voir les définitions FICHE I.3.

FICHE II. 2.b

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DES PROPRIETES DU GRAPHE

Indicateurs relatifs à la modification des propriétés du réseau en matière d'homogénéité

On tente d'apprécier, ici, dans quelles mesures la réalisation du T.C.S.P. va permettre d'améliorer (surtout de ne pas détériorer) la "qualité" des principales relations (couples origine-destination) offertes par le réseau des T.C.U..

Afin de décrire cette situation il convient de dénombrer les principaux couples origine-destination (c'est-à-dire ceux qui concentrent le maximum de déplacements) et de vérifier quel est le niveau de qualité de service offert sur ces itinéraires, ainsi que la façon dont le nombre de changement pour les clients évolue.

La plupart des agglomérations réalisent des enquêtes ménages¹⁷ qui leur permettent de dénombrer ces itinéraires, voire de simuler l'effet de l'introduction d'un T.C.S.P. sur ceux-ci. Empiriquement, on considère que l'essentiel des déplacements (près de 80%) se réalise sur 20 à 30% des couples origine-destination existant dans une agglomération.

On pourra construire un tableau de ce type :

	NOMBRE DE DEPLACEMENTS		NOMBRE DE DEPLACEMENTS EN % DU NOMBRE DE DEPLACEMENTS EN T.C.		FREQUENCES GENERALISEES SUR L'ITINERAIRE		NOMBRE DE CHANGEMENT POUR SE RENDRE DE A à B	
	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.
COUPLE O-D N°1 (De A à B)								
COUPLE O-D N°2 (De A à B)								

¹⁷ Amiens, Angers, Avignon, Belfort, Bordeaux, Dijon, Evreux, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Paris, Perpignan, Reims, Strasbourg, Valenciennes.

FICHE II. 2.c

INDICATEURS RELATIFS A LA MODIFICATION DES PROPRIETES DU GRAPHE

Indicateurs relatifs à la modification des propriétés du réseau en matière de nodalité

On apprécie, ici, l'amélioration que va apporter la réalisation du TCSP au niveau des principaux points d'échanges¹⁸ du réseau. C'est le point de vue du client qui est pris en compte. Une forte nodalité correspond à la possibilité (à partir d'un point donné) de se rendre à quasiment tous les endroits possibles du périmètre des transports urbains (desservi par les TC) sans changement. Cependant toutes les nodalités ne sont pas "d'ordre 1" (nécessité d'un ou plusieurs changement). Par ailleurs, raisonner en terme de nodalité au sens strict du terme n'est pas suffisant, c'est pourquoi il convient d'associer à cette notion des conditions relatives à la qualité de service. En effet, pouvoir "aller partout" (à partir d'un point donné) avec un bon taux de correspondance mais un temps d'attente de 3/4 d'heure en moyenne n'a pas de grande signification. Un indicateur de fréquences généralisées peut aider à prendre en compte ce genre de phénomène.

Ainsi, on pourra établir deux tableaux du type de celui qui suit, qui recense les principaux points d'échanges (un tableau dans une optique "sans le TCSP" et un autre dans une optique "avec"). Ceux-ci peuvent être dénombrés à partir de plans (réseau actuel et prévu) et les calculs réalisés rapidement à l'aide de ces mêmes plans (pour les niveaux de nodalité). Ainsi, selon que l'on situe "sans" ou "avec" le TCSP, les principaux points d'échanges ne seront pas forcément les mêmes. On peut considérer que prendre en compte les 5 ou 10 principaux points d'échanges fournit une bonne approximation de la modification de la nodalité.

Les niveaux de fréquences généralisées "avec le TCSP", peuvent, à défaut d'être connus avec exactitude, être estimés en fonction du type de ligne (Cf. Fiche II.1.) passant au niveau du point d'échange.

NOMBRE DE DESTINATIONS POSSIBLES A PARTIR DU POINT D'ECHANGE N°...						FREQUENCES GENERALISEES MOYENNES
Point d'échange	DIRECTES	INDIRECTES (Nombre de changements)				AU POINT D'ECHANGE N°...
	0	1	2	3	TOTAL	
N°1						
N°2						

A cet indicateur composite, on peut rajouter le type de correspondance réalisée (qui détermine sa "qualité") c'est-à-dire le ou les types de systèmes techniques pris en correspondance (bus, métro,...). On effectuera, alors des dénombrements.

¹⁸ Rappel : un point d'échanges peut être une "extrémité" d'un éventuel réseau de T.C.S.P. lourd, et pas seulement un noeud du réseau localisé en "plein centre" de celui-ci.

FICHE II. 3.

INDICATEURS RELATIFS A LA PRODUCTIVITE DES T.C.

On apprécie, ici, les impacts que la réalisation du T.C.S.P. va avoir en matière de "productivité". Cependant ce n'est pas directement à la notion de productivité au sens économique du terme que l'on s'intéresse (productivité physique ou productivité des facteurs de production), mais à la notion de "productivité" au sens d'efficacité et de rentabilité. Ce n'est donc pas la valeur des rapports des niveaux de production aux différents coûts des facteurs qui va être prise en compte, mais bien des paramètres qui permettent de juger si il y a, ou non, grâce au T.C.S.P. une plus grande efficacité, une plus grande rentabilité du réseau de transport. Le principal paramètre est la vitesse commerciale, car une augmentation de celle-ci permettra des gains en "productivité externe", liée à un accroissement de l'offre de transport pour un coût marginal d'exploitation induit faible (le coût de personnel, qui représente environ 70% du coût d'exploitation total étant fixe).

Ainsi, il apparaîtra logique d'avoir une variation positive marquée des indicateurs pour les lignes du type "lignes de rabattement" (sur le nouveau TCSP), plutôt que sur les lignes radiales ou diamétrales, les premières devant être performantes (comparativement aux autres types de lignes) afin que : le TCSP soit attractif, qu'il n'y ait pas trop d'écart entre le TCSP et les lignes de bus réalisant son abondamment, tout en sachant que les secondes ne doivent pas pour autant être "pénalisées".

Afin d'avoir une approche qui soit assez complète, on désagrégera les différents indicateurs (paramètres) en fonction de la typologie de ligne déjà prise en compte dans le cadre de l'évaluation de la modification de la structure du réseau (Cf. Fiche II.1.).

Le tableau de la page suivante résume les indicateurs de productivité.

Indicateurs de productivité des T.C.

SYSTEME TECHNIQUE	TYPE DE LIGNES	Vitesse commerciale		nombre de voyages / nombre de K.V.	
		SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.	SANS T.C.S.P.	AVEC T.C.S.P.
BUS (et éventuellement trolleybus)	RADIALES -Centre-périphérie <5km -Centre-périphérie >5km et <10km -Centre périphérie >10 km				
	DIAMETRALES -Périphérie-centre- périphérie >5km et <10 km -Périphérie-centre- périphérie >10 km				
	TANGENTIELLES¹⁹				
	DE ROCADE²⁰				
	DE RABATTEMENT - Sur le métro - Sur le tramway - Sur le nouveau TCSP.				
	METRO -Surface (voirie) -Hors voirie				
	TRAMWAY -Surface (voirie) -Hors voirie				
NOUVEAU T.C.S.P.	Préciser le type de ligne				
TOTAL					

¹⁹ Lignes périphérie-périphérie passant près du centre-ville (<5km)

²⁰ Lignes périphérie-périphérie passant loin du centre ville (>5km)

FICHE II. 4.

INDICATEURS RELATIFS A L'ADAPTATION DE L'OFFRE A LA DEMANDE

On cherche, ici, à connaître le "type" de clientèle dont le T.C.S.P. va bénéficier. En effet, présupposer une bonne adéquation entre l'offre et la demande (c'est-à-dire un bon dimensionnement du T.C.S.P.), ne renseigne en rien sur la "qualité" de cette demande. Se pose alors la question de savoir s'il s'agit en grande partie de clientèle en report des bus, ou de clientèle nouvelle (c'est-à-dire qui amène de nouvelles recettes),...

	Clientèle en report des lignes de bus, remplacées ou modifiées par le T.C.S.P. (*)	Mobilité induite (nouvelle) de la clientèle en report des lignes de bus,...				Clientèle en transfert d'autres modes de transport				
		Abonnés	Tickets	Autres	Total	Voiture Particulière	Transports collectifs (**)	2 roues	Marche à pied	Total
Nombre de voyages										
En % du total										

(*) Correspond à une clientèle existante, connue.

(**) Autres modes T.C. : trains, cars, etc.

FICHE III. 1.a.

INDICATEURS RELATIFS AU PARTAGE DE LA VOIRIE

Indicateurs relatifs à l'aspect circulatoire (réorganisation des circulations)

a. En ce qui concerne les priorités accordées dans le cadre de la politique des transports

Il convient de voir si les orientations prises aux niveaux de décision préalables se traduiront par des mesures au niveau du choix de projet : quelle affectation de l'espace viaire désire-t-on privilégier ?

Comme cela a été précisé, la surface utilisée par les différents modes de transport en mouvement, varie très fortement selon chacun d'eux. Cependant, la mesure de la répartition de l'espace viaire à partir des surfaces attribuées à chaque mode ne semble guère pertinente (problème d'agrégation).

Ainsi, il serait plus opportun d'utiliser comme indicateur le nombre de files de circulation et de stationnement. On regardera la manière dont elles ont varié sur les axes significatifs du réseau de l'agglomération, afin d'obtenir une image des priorités accordées globalement.

L'approche peut être désagrégée, mais pas à un niveau trop fin, car cela risque de poser des problèmes de données. Cette approche croise les axes avec les sections urbaines qu'ils traversent. On obtient un tableau du type suivant :

	AXE 1				AXE 2			
	Files V.P.	Files T.C.	Files Stationnement	Espace non circulatoire	Files V.P.	Files T.C.	Files Stationnement	Espace non circulatoire
HYPER CENTRE	0	+1	-1	0				
ZONE D'ACCES AU CENTRE	0	+1	0	-1				
PROCHE OU MOYENNE PERIPHERIE	0	0	0	0				
LOINTAINE PERIPHERIE	0	0	0	0				

Chaque case donnera la variation en valeur absolue du nombre de file de circulation ou de ce qui peut lui être comparée (espace non circulatoire) (Cf. *exemple*). Les colonnes peuvent être désagrégées. Ex : files T.C. : sur voirie, hors voirie (couloir protégée ou site propre).

b. En ce qui concerne les conflits d'usage et la sécurité

Les conflits d'usage

Il s'agit, ici, d'apprécier la manière dont vont être gérés les conflits d'usage de la voirie, qui peuvent être sources de dysfonctionnements très importants lorsque le TCSP sera réalisé (cela pourra même aller jusqu'à remettre en cause l'existence du projet. L'exemple du tramway de Reims est éloquent à ce sujet. Les écologistes refusaient la réduction de l'espace réservé aux piétons et la destruction des arbres liée à la réservation importante de l'emprise au profit des T.C.).

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, on se situe encore en amont du "choix de variantes" puisque la définition de ces orientations doit théoriquement lui être préalable.

On pourra vérifier si une stratégie de concertation pour l'usage de la voirie a été élaborée. Par exemple a-t-on pensé :

- à qui utiliserait les éventuels couloirs protégés : les T.C. uniquement ou aussi : les taxis, les ambulances, les V.R.P., les médecins, les cars départementaux, etc. ?

- au traitement des piétons : veut-on favoriser la prise en compte de la MAP ou non ?

La sécurité

Le même type de question se pose en ce qui concerne les problèmes de sécurité.

Y a-t-il une stratégie clairement définie ?

Par exemple, vers quels types d'aménagement se dirige-t-on du point de vue du choix de variante ? (abaissement des trottoirs, passages piétons associés à une priorité aux feux,...).

En fin de compte, il s'agit de voir si ces stratégies ont été consignées dans un "plan d'usage de la voirie" et dans un "plan pour la sécurité".

FICHE III. 1.b.

INDICATEURS RELATIFS AU PARTAGE DE LA VOIRIE

Indicateurs relatifs à la place du TCSP

Les interrogations relatives à la place du TCSP sont un peu duales : d'un côté on se place d'un point de vue assez général qui est celui des acteurs, de l'autre on déborde un peu sur le niveau de décision le plus précis qui est celui du "choix de variante".

a. En ce qui concerne la gestion de la réservation de la voirie

On ne peut, ici, définir des indicateurs ou des descripteurs très précis.

Cependant, on peut tenter d'apprécier si des réunions ou des groupes de travail entre les différents partenaires ont été prévues : Autorité Organisatrice, exploitant, communes (Maires), représentants des commerçants, association d'usagers,...

Ce type de réunion peut être l'occasion de mettre en évidence certains "points de blocage" à venir, permettant, ainsi, d'éviter des désagréments lors de la réalisation du projet (choix de variante).

C'est en effet généralement à cet ultime niveau que les réunions publiques sont réalisées et que les résistances s'avèrent être les plus nombreuses et les revendications les plus virulentes.

Ainsi, une procédure de rencontre en amont de la réalisation est peut être à même d'éviter, car elle permet d'informer sur les intentions et non d'imposer une réalité figée, des modifications trop importantes enlevant une grande partie de sa substance au futur projet.

b. En ce qui concerne le TCSP sur son itinéraire

Ici, c'est la manière dont on compte insérer le TCSP sur son itinéraire qui focalisera l'attention. On repère alors si ce qui est défini dans le cadre des P.D.U. et éventuellement des D.V.A. (niveau de décision du "choix des schémas de transport") et au niveau des "choix de projets" concorde avec ce qui est prévu au niveau du choix de variante. C'est cet aspect "continuité" et "cohérence" dans les orientations prises qui pousse à faire déborder l'évaluation au niveau de décision de la politique des transports le plus fin.

Par ailleurs, on apprécie si ce qui semble être décidé ne va pas à l'encontre des attentes en matière de productivité des TC (Cf. cohérence de réseau).

Ce point est aussi en relation très étroite avec le rôle que l'on veut attribuer au TCSP dans la structure du réseau (ce qui renvoie à la principale logique de fonctionnement à laquelle il se rapporte). Ainsi, si la ligne de TCSP se rattache à la "logique de massification", on doit s'attendre à ce que la place réservée au TCSP sur l'itinéraire qui est le sien soit importante et protégée.

FICHE III. 1.c.

INDICATEURS RELATIFS AU PARTAGE DE LA VOIRIE

Indicateurs relatifs à l'espace public

On cherchera, ici, à obtenir des éléments chiffrés ou non à propos des orientations qui ont été déterminées en ce qui concerne les trois domaines mis préalablement en avant, afin de voir si la réalisation du TCSP répond à une stratégie de valorisation de l'espace urbain :

- quelle stratégie de reconquête de l'espace va être concernée par la réalisation du TCSP :

Que désire-t-on faire des places publiques, des rues piétonnes.. quelles sont les orientations prises quant à la modification de leur "fonctionnalité" (pour les places publiques : aire de stationnement VP ou plutôt lieu de vacance : repos, jeux d'enfants,...).

- le volume d'espace public.

Sachant la manière dont l'espace public va être traité, s'oriente-t-on vers une augmentation de son volume (de sa quantité : doit il y avoir construction d'espaces verts (ou minéral ?),...).

FICHE III. 2.a.

INDICATEURS RELATIFS AU DIMENSIONNEMENT DES MARCHES

Indicateurs relatifs à l'évaluation du trafic par mode et par liaison

C'est sur certains couples origine-destination (en matière de trafic T.C. et V.P.) que les gains en parts de marché peuvent être les plus élevés. Ce sont en effet sur ces liaisons qu'il existe un "vivier" important, une demande latente, correspondant aux individus qui ne sont pas "captifs" de la voiture particulière et utilisateurs occasionnels, voire très occasionnels des transports collectifs et qu'il pourrait être possible (en partie) de fidéliser, par une amélioration des conditions de l'offre (capacité, fréquences, type de matériel, mais aussi vitesse, etc.).

Les questions qui se posent sont alors les suivantes :

- quelles sont ces liaisons ?
- comment sont-elles traitées. Ou encore : peut-on penser qu'une amélioration de l'offre puisse être un facteur permissif à l'accroissement de la part de marché des T.C. ?

Ces questions en sous-tendent une troisième : existe-t-il une stratégie, au niveau de l'agglomération, bien définie à l'égard de ces liaisons ?

Il est à noter que, par couple origine-destination, on entend : de centroïde de zone à centroïde de zone. Ces zones peuvent être des communes ou parties de communes (Cf. enquêtes ménages) et se rapporter à plusieurs lignes de T.C. ou parties de lignes de T.C. existantes. Les problèmes de représentativité statistique poussent souvent à ne retenir que des découpages assez grossiers.

Par ailleurs, un couple O-D peut être décomposé en plusieurs couples O-D : exemple d'une liaison centre-lointaine périphérie décomposable en : une liaison centre-zone d'accès au centre; centre-proche périphérie,... L'idéal est de pouvoir aller au niveau le plus fin.

On peut construire un tableau du type suivant dans lequel l'indicateur est le nombre de déplacements, les systèmes techniques de transports utilisés peuvent être distingués.

Si cela est possible, le même tableau prenant en compte non les trafics réels mais les trafics prévus peut être esquissé.

On comparera les parts de marché sur chaque liaison (et plage horaire) aux parts de marché sur tout le réseau.

		LIAISON 1	LIAISON 2
TRAFIC T.C. (1)	Heures de Pointe		
	Heures creuses		
	Journée		
TRAFIC V.P. (2)	Heures de Pointe		
	Heures creuses		
	Journée		
TOTAL (3)	Heures de Pointe		
	Heures creuses		
	Journée		
Part de marché (1)/(3)	Heures de Pointe		
	Heures creuses		
	Journée		

Un tel tableau permet de voir si les intentions déclarées sont cohérentes par rapport à ce que l'on observe au niveau du discours : espérer atteindre 40% de parts de marché (moyenne sur la journée) sur une liaison périphérie-périphérie, semble par exemple peu probable,...

Un tableau du même type peut être réalisé, croisant les couples Origine-Destination avec le type de liaisons assurées par les lignes de transports collectifs (centre-centre,...), en comparant avec le trafic V.P. sur ces mêmes liaisons. Les données enquêtes ménages permettent d'établir un tel tableau.

FICHE III. 2.b.

INDICATEURS RELATIFS AU DIMENSIONNEMENT DES MARCHES

Indicateurs relatifs au positionnement du TCSP

On cherchera à voir, ici, si la ligne de TCSP se positionne sur l'une des liaisons précédentes, c'est-à-dire si elle répond à un besoin de déplacement réel (ce qui est forcément le cas) et si elle va favoriser un développement de l'utilisation des T.C., c'est-à-dire si elle peut être une réelle alternative à l'usage de V.P.

FICHE III. 2.c.

INDICATEURS RELATIFS AU DIMENSIONNEMENT DES MARCHES

Indicateurs relatifs aux facteurs limitatifs à la progression de la mobilité

Il est facile de démontrer qu'en augmentant le nombre de liaisons (couples O-D) dans un réseau, on accroît le nombre d'intersections entre les liens, le nombre de "noeuds". La réalisation d'un TCSP, qui correspondra à une (ou plusieurs) logiques de fonctionnement données peut donc avoir pour effet d'accroître le "taux de correspondance". Or, comme le montre le tableau suivant (exemple de Lyon), plus le taux de correspondance augmente (mais cela dépendra aussi du type de modes pris en correspondance et de la distance effectuée), plus les parts de marché diminuent :

Ordre de grandeur des parts de marché en direction du centre (Presqu'île) selon la nature de la liaison (en %)
(part de marché moyenne : 39%)

PARTS DE MARCHÉ	TYPE D'OFFRE			
TRAJET DIRECT	Métro direct	Bus direct	Bus direct de 5 à 10 km	Bus direct > 10 km
	55%	45%	40%	30%
1 CORRESPONDANCE (dont métro)	Métro+métro	Métro+bus < 5 km	Métro+bus de 5 à 10 km	Métro+bus > 10 km
	45%	45%	40%	30%
1 CORRESPONDANCE (bus+bus)		Bus+bus < 5 km	Bus+bus de 5 à 10 km	bus+bus > 10 km
		35%	30%	20%
2 CORRESPONDANCES (bus+métro+métro)		Métro+métro +bus < 5 km	Métro+métro +bus de 5 à 10 km	Métro+métro +bus > 10 km
		35%	30%	20%

Source : SLTC, Département Marketing (à partir de l'enquête ménage 1986)

Sans entrer dans les détails d'une analyse des points de correspondance, ce qui est difficile au niveau des "choix de projets", car on ne sait pas de quelle manière le réseau de bus va être exactement restructuré, il est néanmoins certain que des questions vont se poser quand à la probable augmentation de ce taux. Il s'agit d'apprécier si celles-ci ont été considérées :

- a-t-on conscience que ce problème existe ?

- un "plan" de priorités relatif à la future réalisation du TCSP doit-il être mis en oeuvre

Par exemple :

* va-t-on privilégier plutôt la logique des rabattements sur une grande magistrale (ce qui favorise la création de points d'échange, mais entraîne une réduction de l'attente pour le client).

* va-t-on privilégier des troncs communs à plusieurs lignes (afin de tenter de réduire la création de points d'échange, mais ce qui aura pour effet une dégradation des fréquences (donc de l'attente), sauf en ce qui concerne la partie commune aux lignes.

* dans le cadre de ce plan, a-t-on fixé des limites permettant de hiérarchiser les "noeuds" (classement ordinal à partir, par exemple, du niveau de flux en transit ?)

- une stratégie d'aménagement des points d'échanges doit-elle être mise en oeuvre (traitement préventif) ?

Comment veut-on traiter :

- * le problème du transit (cheminement, signalétique...), de l'attente (information, horaires, sièges,...).
- * le problème de l'équipement (services publics: quel type et quels moyens ?).

Un autre facteur "limitatif" à l'accroissement de la mobilité (donc au gain de parts de marché) est relatif à la politique de tarification. La réalisation d'un TCSP peut être l'occasion d'une modification de la "grille de tarification" générale dont un indicateur est le prix moyen par usager (donc sans prise en compte des phénomènes de glissement tarifaire qui n'apparaîtront qu'à posteriori).

Or, les connaissances que l'on a au niveau de l'élasticité de la demande au tarif (croisée avec une variation de l'offre) montre que celle-ci se situe entre -0,5 et -0,2²¹. Toutes choses égales par ailleurs, un accroissement de 10% des tarifs, a pour corollaire, dans le cadre d'un système évolutif et soumis à la variation de variables exogènes, une baisse située entre 2 et 5% de la fréquentation.

Ainsi, comme précédemment, il serait intéressant d'apprécier de quelle manière le problème de la tarification est pris en compte, quant à l'action qu'il pourra avoir sur l'éventuel gain de part de marché, donc sur le dimensionnement des marchés.

²¹ Laboratoire d'Economie des Transports, *Colloque sur le financement des TCU*, 1984, Lyon, LET Editeur, 1985, 863 p..

Il devient cependant très difficile de raisonner en élasticités dès lors qu'il y a des modifications tarifaires très fortes. "A Compiègne, la gratuité accompagnée d'un doublement des places-kilomètres offertes (...) a entraîné une augmentation de la fréquentation de 150 pour cent". Voir BONNAFOUS (A.), "Exploitation des transports collectifs dans les villes moyennes", *Les cahiers scientifiques du transport*, 1988, p. 81.

FICHE III.3.

INDICATEURS RELATIFS A LA GESTION DE L'OFFRE GLOBALE DE STATIONNEMENT

On apprécie quelles sont les orientations en matière de gestion de l'offre globale de stationnement, tout en sachant que celle-ci pourra avoir des répercussions quant au fonctionnement du futur TCSP.

* Nature de l'offre

On apprécie quel est le parc de stationnement de l'agglomération, si possible par "section".

		PERIODES			
		il y a 10 ans	il y a 5 ans	Cette année	Dans 5 ans
CENTRE	Surface				
	Hors voirie				
ZONE D'ACCES AU CENTRE	Surface				
	Hors voirie				
PROCHE PERIPHERIE	Surface				
	Hors voirie				
MOYENNE PERIPHERIE	Surface				
	Hors voirie				
TOTAL	Surface				
	Hors voirie				

- Voir si l'éventuelle augmentation de la capacité de stationnement hors voirie (souterrain) s'accompagne d'une réduction de la capacité en surface.

- Apprécier le rythme de construction des parcs de stationnement en fonction des zones.

- Des ratios peuvent être dégagés (pour une plus grande signification) et comparer à d'autres villes françaises et européennes.

- Voir, pour chaque section, quel est la progression des places de stationnement privés (lieux de travail et d'habitat).

Le même type de tableau peut-être réalisé pour les secteurs situés le long du TCSP.

* Réglementation

On s'appuiera pour dégager une capacité d'analyse sur les questions suivantes :

- Existe-t-il une réglementation d'accès à certains parcs de stationnement ?; beaucoup sont-ils concernés et où sont-ils localisés (Cf. par section).

- Quelles sont les principales règles d'usage : la rotation semble-t-elle favorisée. Si oui, ceci ne semble pas incompatible avec la réalisation d'un TCSP (quant à sa future utilisation). Il convient cependant de mettre cela en relation avec le nombre de parcs (et de places) existants hors voirie (souterrains) :

	Temps de stationnement maximum autorisé	Autorisation illimitée résidents-commerçants ? (Oui-non)
Centre		
Zone d'accès au centre		
Proche périphérie		
Moyenne et lointaine périphérie		

* Tarification

On peut apprécier les modification dans la structure tarifaire (favorable ou non aux T.C.) en regardant la manière dont le prix relatif du stationnement a varié ces dernières années. Le plus intéressant serait de le faire en distinguant la principale zone traversée par le TCSP.

	N-3	N-2	N-1	N
Prix des transports collectifs (ticket par exemple) (1)				
Prix de l'heure (stationnement voirie centre) (2)				
Prix de l'heure (stationnement souterrain centre) (3)				
Prix relatif				
(1)/(2)				
(1)/(3)				

L'étude des domaines précédents, auxquels il faut ajouter les objectifs généraux en matière de stationnement public, doivent être considérés dans leur ensemble. Cependant, comme cela a été précisé dans le corps du texte, on focalisera son attention sur la recherche d'une incohérence éventuelle entre la réalisation du TCSP et ce qui ressort de la conjonction des domaines précédents.

FICHE III. 4.

INDICATEURS RELATIFS A LA COMPLEMENTARITE MODALE

On apprécie si :

En ce qui concerne

* Le taux de correspondance

Les chaînes multimodales : ont-elles bien été repérées (les enquêtes ménages peuvent aider à ce niveau là), recensées et définies (quels modes de transport en correspondance, pour quel trafic en transit ?).

Les niveaux de nodalité ont-ils été définis en fonction des zones de desserte ? Par exemple : depuis le territoire traversé par le TCSP et de la zone d'origine (la plus excentrée par exemple), combien de changements faudra-t-il réaliser au maximum pour atteindre la zone de destination (le centre par exemple).

Les parcs de rabattement V.P. à réaliser, aux extrémités de la ligne de TCSP ou du réseau de TCSP lourd déjà en service : quelles capacités d'accueil, quelles modalités d'accès, quels principes de tarification,...

L'aménagement des points d'échanges : qu'est-ce qui est prévu (en fonction du rôle que le point d'échange multimodal doit jouer dans le réseau). Comment est pensée la compensation de la pénibilité engendrée par la correspondance ?

* La tarification :

- son niveau : pour les parcs de relais par exemple, est-il prévu une tarification gratuite pour tous, ou uniquement pour les usagers des T.C. ? ou une tarification momentanément gratuite ou momentanément payante ? ou une tarification payante, avec d'éventuels tarifs différenciés ?

- quel type de tarification dans le cadre de la chaîne multimodale ? : intégrée ou non . (exemple : T.C.U.-S.N.C.F., T.C.U.-autocar interurbain,...).

FICHE IV.

INDICATEURS RELATIFS A L'INSCRIPTION DU TCSP DANS LA MODIFICATION DES STRUCTURES SOCIO-URBAINES DE L'AGGLOMERATION

Afin d'apprécier la manière dont le TCSP s'inscrit dans les modifications socio-urbaines on pourra retenir quelques indicateurs simples transcrivant ces modifications :

Pour chaque commune de l'agglomération, en précisant sa localisation géographique : centre, première couronne, deuxième couronne :

- les variations de population entre les recensements INSEE (75-82-90)
- les variations de densité brute (nombre d'habitants à l'hectare) :
 - * une densité < 5 révélera qu'il s'agit d'une commune peu dense dans laquelle l'habitat dispersé doit certainement dominer
 - * une densité $5 < d < 10$ révélera qu'il s'agit d'une commune "moyennement" dense
 - * une densité > 10 révélera qu'il s'agit d'une commune plutôt dense

Des indicateurs plus précis peuvent être retenus. Ils renvoient aux facteurs pouvant agir sur la fréquence d'utilisation des transports collectifs, donc du futur TCSP. Pour chaque commune, on pourra retenir (à partir des données successives des différents recensements):

- le pourcentage de plus de 60 ans
- le pourcentage de moins de 20 ans
- le pourcentage de ménages équipés d'au moins un véhicule
- le pourcentage de ménages équipés de deux véhicules ou plus
- le pourcentage de cadres
- le pourcentage d'employés ou d'ouvriers

Par ailleurs, un autre indicateur peut être la délimitation des aires de rabattement sur les points d'échanges actuels du réseau, chaque aire étant déterminée par le nombre d'habitants concernés. De sorte, on visualisera les principaux "bassins versants" de l'agglomération.

Les structures socio-urbaines de l'agglomération peuvent aussi se révéler à l'aide d'un indicateur de dénombrement des flux d'entrée en VP dans l'agglomération. L'idéal est alors de pouvoir déterminer quelle est l'importance de ces différents flux, à des dates différentes, afin de voir de quelle manière ils ont évolué (les "enquêtes cordons" réalisées par les D.D.E. permettent d'effectuer ce dénombrement). Une analyse par "corridor" peut alors être réalisée, chaque corridor renvoyant à la délimitation d'un espace urbain dont la densité décroît en fonction de l'éloignement du centre de l'agglomération.

ANNEXE 2

simulation des projets de TCSP : un modèle de choix flexibles

Si les outils du calcul économique ont été depuis peu interrogés par la problématique des coûts externes de l'investissement¹, la question de la temporalité des choix d'infrastructure demeure elle en apparence remarquablement absente des préoccupations de l'aide à la décision. A vrai dire, le traitement de l'incertitude, nécessaire pour considérer l'aspect dynamique des choix, a toujours été le parent pauvre en matière d'évaluation dans le domaine des transports, *a fortiori* dans le domaine des transports publics urbains. C'est un véritable paradoxe, dans la mesure où la dimension temporelle des choix conditionne l'évolution de la rentabilité et de ses composantes, et marque ainsi le niveau de pertinence de l'analyse. Elle devrait ainsi constituer le coeur même de la démarche du calcul économique.

A ce titre, la notion de prospective est particulièrement fondamentale, et la démarche de simulation des effets de différentes variables exogènes ou endogènes sur l'échéancier de l'investissement devient cruciale.

Un des points les plus étudiés depuis une vingtaine d'années dans le domaine de la théorie de la décision en avenir risqué est celui de l'irréversibilité des choix². Cette problématique peut d'ailleurs être énoncée très simplement. Si l'on considère deux décisions, susceptibles d'être analysées sous forme de bilan comparatif (du type Analyse Coûts-avantages), il faut être en mesure de considérer également que chaque décision n'occasionne pas le même niveau d'adaptabilité à un environnement marqué par l'incertitude, et par conséquent intrinsèquement aléatoire et fluctuant. Ces potentialités différentes de flexibilité doivent alors être révélées pour être intégrées au bilan³. Cet avantage particulier de certaines décisions par rapport à d'autres fut nommée la Valeur d'Option, « surplus maximum moyen supplémentaire que l'on peut espérer retirer d'une décision initiale réversible, par rapport à la stratégie optimale - supplément dû à ce que la flexibilité permettra d'exploiter les gains ultérieurs d'information (sur l'environnement [ND LA]) »⁴. En effet, il semble bien que, dans la réalité, les agents économiques soient prêts à encourir des coûts supplémentaires ou à renoncer à des gains potentiels pour privilégier des décisions préservant de domaine des choix possibles ultérieurement. Ils révèlent ainsi la prise en compte qu'ils opèrent de leur capacité d'apprentissage et d'acquisition d'informations au cours de la durée de vie de l'infrastructure. C'est leur réponse concrète au contexte d'incertitude. Un des objectifs de l'économiste peut alors consister à considérer cette pratique justifiée théoriquement dans le calcul économique public.

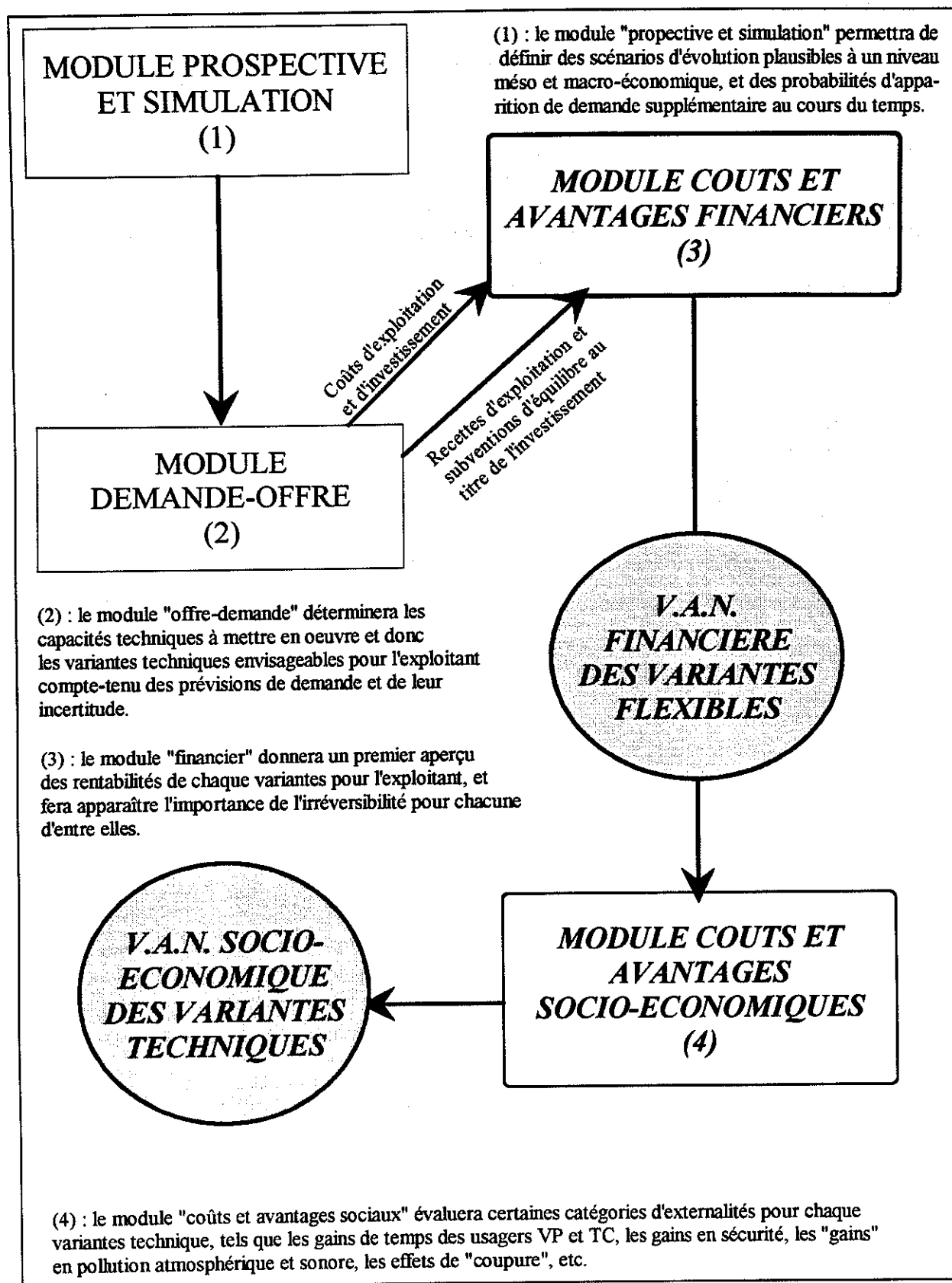
¹ Ces coûts sont d'ailleurs souvent "révélés" par des valeurs monétaires et intégrés ainsi dans le bilan socio-économique. Cette approche, simple mais contestable, ne saurait alors constituer l'unique manière d'envisager les externalités. Celles-ci paraissent en effet suffisamment complexes pour devoir être abordées sous plusieurs angles, au sein même de l'approche économique.

² Cette question, appliquée au domaine des transports publics, fait l'objet d'une thèse au sein du Laboratoire d'Economie des Transports. Pour plus de détails, on pourra consulter DENANT-BOEMONT (L.), *Calcul économique et flexibilité des choix techniques en transport public*, Communication aux Entretiens J. CARTIER, 8-11 déc. 1993, 12 pages.

³ « La théorie conventionnelle de l'analyse coûts-avantages pose que, en avenir certain, la mesure correcte des bénéfices d'un bien (ou service) public est la capacité de paiement agrégée égale (si le prix est constant) à la somme des recettes et des surplus des consommateurs (...). Weisbrod fut le premier à argumenter qu'en incertitude (sur la demande), on peut avoir à ajouter un bénéfice supplémentaire... (la Valeur d'Option) ». CICHETTI (C.J.) et FREEMAN (A.M.), « Option demand and consumer's surplus : further comment », *Quarterly Journal of Economics*, août 1971, pp. 528-539.

⁴ FAVEREAU (O.), Valeur d'option et flexibilité : de la rationalité substantielle à la rationalité procédurale, in COHENDET (P.), LLERENA (P.) (éds.), *Flexibilité, information et décision*, Economica, 1989, pp. 121-182.

Graphique 2 : Structure du modèle de choix flexible en transport public



A/ Le coeur du modèle : l'intégration de l'irréversibilité des choix dans la rentabilité socio-économique des investissements

Pour mettre en perspective les potentialités de la problématique de la flexibilité des choix, on peut construire un petit exemple fictif permettant de mieux saisir ces aspects.

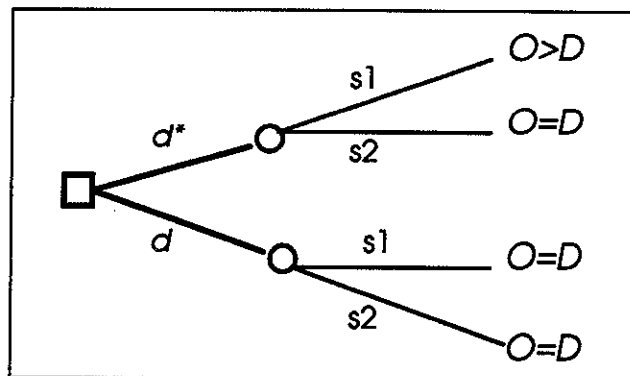
Ainsi, si l'on considère une demande globale ayant deux composantes :

- i) une composante certaine X_1 de $t=1, \dots, n$
- ii) une composante aléatoire wX_2 de $t=k, \dots, n$

avec $\Pr(w=0) = p$ (état s_1) et $\Pr(w=1) = 1-p$ (état s_2). Nous n'avons donc que deux possibilités. Soit la demande reste au niveau connu en $t=0$ (X_1), soit elle augmente à concurrence de X_2 à partir de $t=k$ ($D=X_1+X_2$), et le décideur le sait en $t=(k-1)$. En $t=0$, il ne dispose que d'une distribution de probabilités, définie ci-dessus.

Soient deux décisions d et d^* , respectivement *réversible* (choix d'une capacité X_1 en $t=0$) et *irréversible*, (choix d'une capacité X_1+X_2 en $t=0$).

Graphique 1 : Arbre de décision



Les implications des états de la nature (s_1 et s_2) seront différentes selon qu'il ait adopté la décision réversible ou irréversible en première période (voir graphique 1) :

1. Si en $(k-1)$, on sait que $D=X_1$ (s_1) :

- Le choix de (d^*) implique que l'offre est supérieure à la demande ($\Rightarrow O > D$),
- le choix de (d) implique que l'offre est égale à la demande ($\Rightarrow D = O$).

2. Si en $(k-1)$, on sait que $D=X_1+X_2$ (s_2) :

- le choix de (d^*) implique que l'offre est égale à la demande ($\Rightarrow D = O$)
- le choix de (d) en $t=0$ permet de répondre à cette augmentation de la demande en réalisant un nouvel investissement afin d'accroître la capacité de l'offre ($\Delta D \Rightarrow \Delta O$) et ainsi l'offre est à nouveau égale à la demande ($\Rightarrow D = O$).

Le calcul économique traditionnel n'a jamais considéré ces aspects de souplesse stratégique de certaines décisions par rapport à d'autres. Il importe donc de proposer un outil d'aide à la décision qui se placerait dans un environnement marqué radicalement par l'incertitude, et qui fonderait la rentabilité des projets sur leurs caractéristiques de flexibilité stratégique.

B/ La structure du modèle de choix flexibles

Par définition, l'Analyse Coûts-Avantages est une procédure formalisée visant à comparer des projets plus ou moins substituables. Par conséquent, nous intéresserons davantage aux niveaux de flexibilité différentiels entre des projets incompatibles ou des variantes techniques, nous fonderons l'analyse sur la révélation de l'effet d'irréversibilité par les critères de la rentabilité socio-économique. L'objectif est alors de proposer un outil d'aide à la décision relativement simple, dont l'originalité serait d'intégrer les degrés d'irréversibilité des projets dans un cadre adapté aux spécificités du transport public.

La démarche suivie sera la suivante. Le premier module permettra d'introduire l'environnement extérieur au projet et des éléments plus qualitatifs dans le but de définir des scénarios plausibles d'évolution et une définition des probabilités de chaque scénario. Du reste, le but sera aussi pédagogique : appréhender les évolutions de l'économie locale et les enjeux relatifs à la réalisation de l'investissement en transport. En conséquence, c'est le module le plus important, puisque de la pertinence des scénarii retenus et de l'évaluation de la vraisemblance de chacun d'entre eux dépendront les résultats finaux. De ce module (1) émergeront les prévisions de demande et la distribution de probabilités. On pourra ainsi jouer qualitativement et quantitativement sur la définition des scénarii pour influencer sur ces prévisions et sur leur risque intrinsèque.

Les sorties du module (1) constitueront les entrées du module (2) "demande-offre", et une analyse de sensibilité sur les prévisions de demande pourrait être conduite. Celle-ci donnera la gamme des variantes techniques (au sens de systèmes techniques) capables de répondre aux besoins de transport anticipés. L'autre utilité de ce second module est de réaliser l'impact de la demande sur les capacités à mettre en oeuvre. L'hypothèse sera celle de "non saturation des capacités", c'est-à-dire que l'offre doit être au moins égale à la demande prévue⁵. Or, compte tenu des phénomènes de seuils des capacités, cette non saturation de l'offre aura des implications importantes pour les variantes techniques retenues, car l'importance des seuils n'est pas la même pour tous les systèmes techniques. De même, le coût d'investissement de chaque variante sera fonction du niveau de l'offre à mettre en oeuvre.

Enfin, le module (4) évaluera les coûts et avantages pour la collectivité. Les gains de temps sont évidemment les plus usuellement mis en avant, mais il faut aussi tenir compte des niveaux de pollution atmosphérique et sonore, de l'insécurité (coût du mort, du blessé grave du blessé léger, etc.) et monétariser ces gains sociaux par rapport à une variante de référence qui se définit la plupart du temps par une inaction ("ne rien faire"). Ceci n'est bien sûr qu'une possibilité, la plus simple, mais pas forcément la plus satisfaisante.

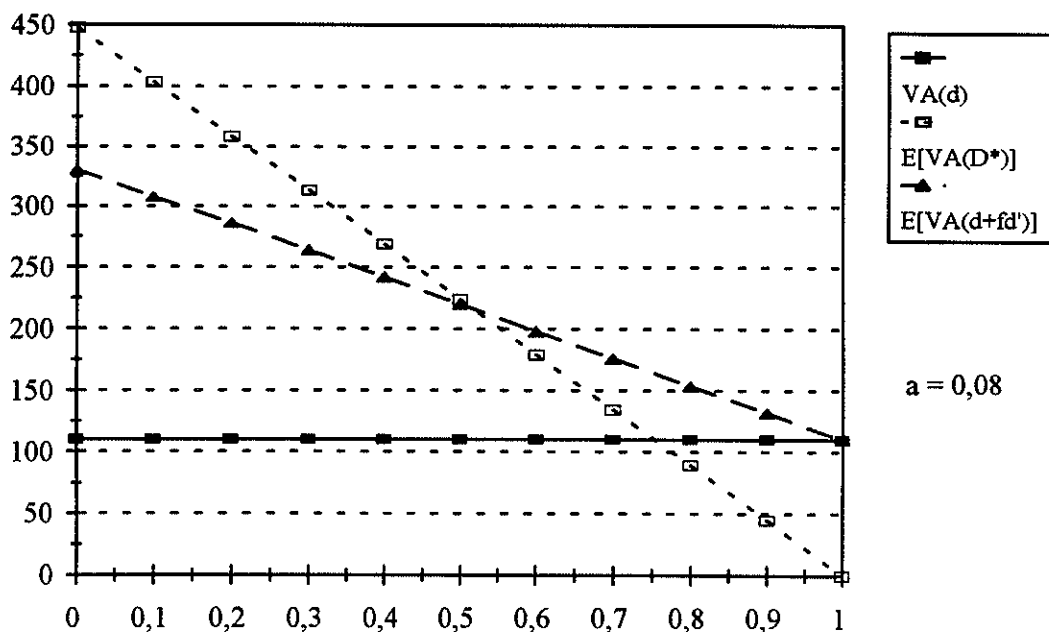
C/ Quelques résultats ...

En reprenant la formalisation d'A. Richard [1982] (reprise dans l'article cité à la note ²), et en l'appliquant au transport public, on prend l'exemple de deux variantes techniques contrastées envisagées pour un projet d'investissement de transport public. On fait alors apparaître l'effet irréversibilité. Si l'on considère une variante "autobus en site propre" et "tramway", et qu'on possède l'état des prévisions de la demande sur la ligne à mettre en oeuvre, avec une probabilité de non apparition d'une demande supplémentaire en k (on passe de 4500 personnes par heure par sens en heure de pointe à 9000 p/h/s en k), on peut également mesurer la

⁵ Cf la citation de Pierre MERLIN, op. cit., p. 62.

rentabilité de la variante flexible, celle de l'autobus en site propre. On fait donc l'hypothèse qu'en $(k-1)$ (un an avant l'apparition ou non de cette demande supplémentaire, connaissance certaine), on peut investir à nouveau dans un tramway cette fois, avec par conséquent les mêmes coûts et avantages financiers que pour la variante "tramway". Il faut simplement ôter du coût de l'investissement le coût des opérations d'acquisition foncière, qui a déjà été comptabilisé lors de la réalisation de l'infrastructure "bus en site propre". On fait l'hypothèse que ce coût d'acquisition ne représente que 25% du coût total de l'infrastructure (ce qui est une part "plancher"). De plus, on suppose que $k=3$, et que l'on ne pourra pas avoir d'exploitation en $(k-1)$, et par conséquent ni coûts, ni recettes d'exploitation. Enfin, le taux d'actualisation est de 8%, comme défini dans le Xème Plan. De la même façon, on observe que la variante flexible d_F devient plus rentable (voir graphique 3) que la variante irréversible d^* bien plus tôt que dans le cas où l'on compare les deux variantes selon la méthode classique (d par rapport à d^*). Toutefois, la différence est que le coût d'investissement en $(k-1)$ pour la variante flexible représente quasiment la même somme que celui de la variante rigide (la différence est donc le coût foncier), et, par conséquent, les niveaux de probabilité à atteindre pour que la variante flexible devienne plus rentable que la variante rigide sont plus élevés que lorsque l'on peut investir graduellement (probabilité de non apparition de 0,51). En effet, dans l'exemple, il n'est pas possible de conserver le bus plus longtemps car nous avons fait l'hypothèse que l'offre était saturée en pointe dès la première période. En outre, il n'est pas possible d'exploiter simultanément autobus et tramway sur un même site propre. Si la demande supplémentaire apparaît, on fait table rase et on recommence, et dès lors, le coût en investissement de la décision flexible devient bien plus important que celui de la solution rigide si la demande apparaît. Toutefois, la probabilité qu'il fallait atteindre selon le critère de la VA traditionnelle pour rendre la variante "bus" plus rentable que la variante "tramway" était proche de 0,77.

Graphique 3 : Evolution des valeurs actuelles espérées en fonction de p



Il est bien évident que si l'on faisait varier les hypothèses de départ, le résultat serait différent. Par exemple, si l'on considère maintenant que le coût de l'acquisition foncière représente 50% du coût total de l'infrastructure (ce qui représente un plafond), la probabilité (p) à atteindre pour que la décision flexible d_F soit préférée à la décision irréversible d^* se situe autour de 0,36 (contre 0,51 ci-dessus). On pourrait encore jouer sur le taux d'actualisation, qui défavorise d'autant la décision irréversible qu'il est fixé à un niveau élevé (d'autant que le XIème Plan envisage de l'augmenter), car le coût d'investissement est très important et en première période, ce qui dégrade d'autant la valeur actuelle espérée. Enfin, la période k pourrait être plus lointaine, ce qui défavoriserait d'autant l'investissement tramway et augmenterait l'intérêt de demeurer flexible. Mais on constate *de visu* que la formalisation des scénarii, débouchant sur des prévisions de demande et une distribution de probabilité sur celles-ci détermine à la base les niveaux de rentabilité économique de projets substituables.

Ces quelques résultats restent très grossiers, pour ne pas dire caricaturaux, mais ils ne font que dessiner une ébauche du coeur d'un modèle d'évaluation des choix d'investissement en transport public. L'important est qu'ils mettent plus clairement en lumière les enjeux des choix pour la collectivité, et l'impact de ces choix sur l'espace des stratégies adoptables dans le futur. Cette mission sera en partie effectuée par une modification du cadre de l'Analyse Coûts-Avantages, en considérant les niveaux de flexibilité relatifs des investissements dans un environnement extrêmement incertain et conflictuel. C'est sans doute également une façon de "corriger" le doute systématique qui entache toute nouvelle technique aux yeux de la majorité, et d'ainsi diversifier l'offre afin d'augmenter la satisfaction de l'utilisateur, et par conséquent les performances des réseaux de transport collectif.

L'ambition de cette réflexion n'est pas tant de faire avancer la théorie du calcul économique, ou celle de l'irréversibilité, mais plutôt de faire prendre conscience aux acteurs du transport collectif de l'importance de ces problématiques dans un cadre d'allocation efficace de ressources rares, en fondant rigoureusement réflexion et action, sans sombrer toutefois dans un excès de prudence. A ce titre, un plaidoyer en faveur du calcul économique a été conduit, mais une autre partie de l'analyse du champ des transports collectifs urbains a mis en évidence la nécessaire réforme qu'il devra subir pour ne pas devenir un bel outil inutile... Les perspectives méthodologiques de l'irréversibilité apparaissent fondamentales dans une éventuelle réforme de celui-ci au vu des préoccupations actuelles des acteurs du transport public.

Références bibliographiques

- ALLAIS M. [1945], *Economie pure et rendement social*, Sirey, Paris, 72 p.
- AMAR G., STATHOPOULOS N. [1987], "Les réseaux à organisation polaire : approche théorique et méthodologie de l'évaluation des performances", *Les cahiers scientifiques du transport*, N°15-16, pp. 13-40
- ANDAN O., FAIVRE D'ARCIER B. [1992], *La périurbanisation va-t-elle accroître la congestion des agglomérations ?*, Communication à la 6ème WCTR, Lyon, 12p.
- ARACIL J. [1984], *Introduction à la dynamique des systèmes*, Ouvrage traduit de l'espagnol, P.U.L., 224 p.
- ARAUD G., RUPIED B. [1987], *Droit de l'urbanisme et lois de décentralisation*, J. Delmas et Cie 255 p.
- BABUSIAUX D. [1990], *Décision d'investissement et calcul économique dans l'entreprise*, Ed. TECHNIP-Economica, Paris, 647 p.
- BAKIS H. [1990], "La banalisation des territoires en réseau", *NETCOM*, Vol 4, N°1, Avril 1990, pp. 102-118
- BAUMGARTNER J.P. [1977], *Choix des priorités d'investissement sous l'angle théorique*, Actes du 7ème Symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, CEMT, Londres, 106 p.
- BENARD J. [1985], *Economie Publique*, Economica, Paris, 430 p.
- BLOY E., BONNAFOUS A., CUSSET J.M., GERARDIN B. [1976], *Evaluer la politique des transports*, Economica, PUL, 104 p.
- BONNAFOUS A. [1988], "Exploitation des transports collectifs dans les villes moyennes", *Les cahiers scientifiques du transport*, 1988, pp. 67-88
- BONNAFOUS A. [1991], *Les effets comparés des investissements de transport urbain*, Rapport O.C.D.E.-C.E.M.T., Paris, 17 p.
- BONNAFOUS A. [1992], "Systèmes de transport et systèmes de solidarité un choc de priorités sociales", *Economie et Humanisme*, n°323, Octobre-décembre 1992, pp. 37-42.
- BONNAFOUS A., PUEL H. [1983], *Physionomies de la ville*, Les éditions ouvrières, Paris, 1983, 165p.
- BONNEL P. [1993], "Europe : des politiques de déplacements urbains très contrastées", *Revue Transports Urbains*, N°81, Octobre-Décembre 1993, pp. 5-13.
- BONNEL P. THIBAUD S. [1992], "Méthodologie des études de suivi d'une ligne de T.C.S.P.", *TEC*, N°115, Novembre-Décembre 1992, pp. 10-17
- CASTELLS M. [1973], *La question urbaine*, Edition Maspéro, 454 p.

- CAUVIN C. [1992], *"Pour une approche multiple de l'accessibilité : quelques propositions méthodologiques"*, Première table ronde du groupement de recherches "réseaux", pp. 125-155, 20-21/05/1992.
- Centre d'Etudes sur les Transports Urbains [1987], *L'expérience des Plans de Déplacements Urbains 1983-1986*, CETUR, 134 p.
- Centre d'Etudes sur les Transports Urbains [1990], *10 ans de mobilité urbaine : les années 80*, CETUR, 75 p. + annexes
- CLEMENT L., DEKOKERE A., FAIVRE D'ARCIER B., Réseaux intermédiaires de transports publics urbains : innovation technologique ou nouveau concept organisationnel ?, *Recherche Transports Sécurité* n°42, Arcueil, mars 1994, pp. 3-14.
- Conférence Européenne des Ministres des Transports, [1981], *Echanges d'expériences sur les critères d'investissements retenus pour les projets d'infrastructures des transports terrestres*, CEMT, Paris, 49 p.
- Conseil Général des Ponts et Chaussées, *Rapport du groupe de travail chargé d'étudier les moyens d'évaluation de l'efficacité économique et sociale des projets d'investissements en infrastructures de transport*, fév. 1985.
- CROZET Y. [1991], *Analyse économique de l'Etat*, Cursus Armand Colin, Paris, 192 p.
- DENANT-BOEMONT, L. [1993], *Choix de systèmes techniques et effet d'irréversibilité : quel calcul économique pour le transport public ?*, communication aux 6èmes journées SESAME, Aix-en-Provence, 8-9 septembre 1993, 24 p.
- DENANT-BOEMONT, L. [1993], *Calcul économique et flexibilité des choix techniques en transport public*, communication aux Entretiens Jacques Cartier, 8-11 décembre 1993, 10 p.
- DUPUY G. [1985], *"Systèmes, réseaux et territoires, principes de réseautique territoriale"*, Presses de l'ENPC, 168 p.
- DUPUY G. [1987], *"Les réseaux techniques sont-ils des réseaux territoriaux ?"*, *L'espace géographique*, N°3, pp. 175-184
- DUPUY G. [1991], *Transports, systèmes, réseaux,...*, *Transports urbains*, N°73, Octobre-Décembre 1991, pp. 3-4
- FAUR J.P. [1991], *"Plus loin de la ville"*, *INSEE première*, N°119
- FORRESTER J.W., [1978] *Dynamique urbaine*, *Economica*, 331 p.
- GUERRIEN B.; NEZEYS B. [1987], *Microéconomie et calcul économique*, *Economica*, Paris, 428 p.
- GUERRIEN B. sous la direction de [1992], *Découverte de la microéconomie*, Cahiers Français, n°254, janv.-fév., La Documentation Française, Paris, 80 p.
- GUERRIEN B. [1989], *La théorie néo-classique - Bilan et perspectives du modèle d'équilibre général*, *Economica* Paris, 494 p.
- GUILLAUME H. [1972], *"L'analyse coûts-avantages et la préparation des décisions publiques"*, *Revue Economique*, vol. 23, n°3, mai, pp. 358-409.
- I.N.R.E.T.S., *Les grands projets de transport - Langage de l'évaluation, discours de la décision*, Synthèse INRETS n°10, Arcueil, nov. 1987, 152 pages.

- JAMET P., VOISIN C. [1989], *Les travaux de voirie, coordination et réfection*, Editions du C.N.F.P.T, 220 p.
- JARRIGE J.M., FOURRIER A.M., THOMAS J.N. [1991], *Le stationnement sur le lieu de travail facteur d'évolution de la mobilité et de la structure urbaine ?*, CETUR, CETE de Lyon, CERDA-GENEST.
- JEANJEAN P., [1975], *Le calcul économique*, Que sais-je ?, n°1625, Presses Universitaires de France, 128 p.
- KAUFMANN V. [1992], Transports publics et automobile : les déterminants du choix des usagers, *Revue T.E.C.*, Septembre-Octobre 1992, pp. 12-15
- KOENIG G. [1979], "A propos de : quelques réflexions sur la notion d'accessibilité", *Les cahiers scientifiques de la revue transport*, 4-ème trimestre 1979, pp. 33-40.
- KREWERAS G. [1972], *"Graphes, chaînes de markov et quelques applications économiques"*, Collection Dalloz mathématiques, 148 p.
- Laboratoire d'Economie des Transports [1984], *Colloque sur le financement des TCU*, Lyon, LET Editeur, 1985, 863 p..
- LARROQUE D. [1984], "Economie et politique des transports urbains". 1855-1939, *Les annales de la recherche urbaine*, N°23-24, pp. 127-141
- LAURENT E., NICOLAS J.P. [1992], "Stratégie et gestion dans un contexte d'explosion des échanges : quelques apports du concept de forme d'organisation en réseau", Communication à la 6ème WCTR, Lyon, 12p.
- LAURENT E., NICOLAS J.P. [1993], *"Du terme réseau au concept de forme d'organisation en réseau"*, non publié, 25 p.
- LEFEVRE C., OFFNER J.M. [1990], *Les transports urbains en question*, Edition Celse, Paris, 221 p.
- LEMOIGNE J.L. [1990], "La mémoire du réseau : tout s'écroule... et pourtant", *Flux* n°2, Automne 1990, pp. 25-32
- LESNE J. [1991], "Eléments de réflexion sur les effets de la mise en service de transports en commun en site propre dans les agglomérations de province", *Les cahiers scientifiques du transport*, N°25, pp. 129-141
- LESNE J. [1993], "Panorama des systèmes de transport collectifs en site propre", *TEC*, N°117, Mars-Avril 1993, pp. 15-22
- LESOURNE J. [1972], *Le calcul économique, théorie et applications*, Dunod, Paris, 459 p.
- LITTLE I.; MIRLEES J. A. [1969], *Manuel d'analyse des projets industriels dans les pays en voie de développement -Vol. II : L'analyse coûts-avantages du point de vue de la collectivité*, Etudes du Centre de Développement de l'O.C.D.E., Paris, 316 p.
- MARCHE R., REYNAUD C. [1990], *Politique et processus de décision en matière d'infrastructures de transport dans quelques pays européens*, INRETS, Arcueil, 57 p.
- MASSE P. [1959], *: Le choix des investissements, critères et méthodes*, Dunod, Paris, 489 p.
- MASSOT M.H., ORFEUIL J.P. [1989], *"Offre et demande de transport dans les villes françaises sans métro"*, deuxième tome : Structure de l'offre de transport, Rapport INRETS N°121, Octobre 1989, 132 p.

- MC KAY J. [1984], "Les transports urbains en Europe et aux Etats-Unis, 1850-1914, *Les Annales de la Recherche urbaine*, N°23-24, Juillet-Décembre 1984, pp. 115-126.
- MENERAULT P. [1991], Les transports collectifs urbains forment-ils vraiment un réseau ?, *Transports Urbains*, N°73, pp. 5-11
- MERLIN P. [1992], Transports en commun : quel choix pour les villes", *Revue Urbanisme*, N°258, Novembre 1992, p. 28
- Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports [1986] : *Méthodes d'Evaluation des investissements routiers en rase campagne et en milieu urbain*, Bulletin Officiel, fascicule spécial n°86-11 bis
- Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, Direction des Routes, SETRA [1986] : *Instructions relatives aux méthodes d'évaluation des investissements routiers 1 - en milieu urbain, 2 - en rase campagne*,
- MOGRIDGE M. [1990], *Travel in towns : jam yesterday, jam today and jam tomorrow ?* The MacMillan Press Ltd, London, 308 p.
- MUSSO A., VUCHIC V. [1991], "Théorie et pratique de la conception des réseaux de métro", *Transport public international*, Mars 1991, pp. 298-328
- POUDEROUX S. [1992], La politique de stationnement : un outil de la politique des déplacements urbains, Mémoire de D.E.A. en économie des transports, L.E.T., 89 p. + annexes.
- PREST A.R.; TURVEY R., [1965], « Cost-Benefit Analysis : A survey », *the Economic Journal*, n°75, dec., pp. 683-735.
- QUINET E. [1990], *Analyse économique des transports*, PUF, Paris, 302 p.
- ROY B. [1985], *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, Economica, Paris.
- SIREYJOL F. [1986], *Pratiques et théories du calcul économique évolutions récentes*, Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, Rapport final, S.E.R.T., Paris, oct., 47 p + 7 p. biblio.
- U.T.P. [1993], "L'expérimentation des nouveaux systèmes de déplacement urbains", Rapport du FIER, N°2, 66 p. + annexes.
- VATE M. [1982], *Leçons d'économie politique*, Economica, 3° ed., 408 p.
- WALLISER B. [1990], *Le calcul économique*, coll. Repères, La Découverte, Paris, 126 p.

