

**L'INTEGRATION D'UN METRO LEGER  
DANS UN RESEAU DE TRANSPORTS  
COLLECTIFS D'UNE METROPOLE**

**BOUKHRIS Taoufik  
SMLT, rue Khartoum  
1002 Tunis, Tunisie.**

**KUHN Francis  
INRETS, 20 rue Elisée Reclus  
France.**

## **Introduction.**

La mise en service d'un nouveau système de transport dans une agglomération est un événement important qui demande des prévisions et une évaluation, avant sa réalisation, des modifications et une restructuration à apporter au système existant, entraînant des répercussions sur la vie quotidienne des usagers, la vie économique et le développement urbain.

De nombreux projets d'axes lourds de tramways ont fait l'objet d'études approfondies ces dernières années mais les mises en exploitation dans les pays en développement restent rares. Les cas de Manille, de Tuen Mun et celui du Métro léger de Tunis, constituent des expériences permettant d'éclairer le choix des responsables de transport, qui s'est porté sur le Métro léger pour résoudre les problèmes de déplacements et de structuration de l'espace urbain. Les projets en exploitation de Guadalajara et de Monterrey et celui de Curitiba encore au stade de la recherche de financement sont également de bonnes références.

Cette communication porte sur l'intégration d'un nouveau système de transport, le Métro léger, introduit dans une grande agglomération où existe déjà un système exploité par autobus et chemins de fer de banlieue.

Nous nous intéressons à deux cas:

- l'un où le projet de Métro léger est au stade des études très avancées au niveau de l'appel d'offres, avec des axes lourds en site propre exploités par autobus et une urbanisation adaptée depuis une vingtaine d'années : c'est le cas de Curitiba ;

- l'autre où le projet de Métro léger est réalisé et mis en service progressivement ligne par ligne depuis 1985 au milieu d'une urbanisation existante le projet s'est adapté à l'urbanisation : c'est le cas de Tunis.

## **I. Les Transports collectifs de Curitiba**

Curitiba, capitale de l'Etat du Parana un des Etats fédérés qui forment la République Fédérale du Brésil, compte une population de 1,6 millions d'habitants dans la ville sur 431 km<sup>2</sup> et 2,2 millions d'habitants dans la région métropolitaine sur 7.969 km<sup>2</sup>.

Cette métropole est située sur un plateau (alt. 900 m) à la limite du climat tropical et du climat tempéré à 90 km d'un port sur l'océan atlantique: Paranagua.

L'Etat du Parana avec ses 10 millions d'habitants, est une région agricole riche tournée vers l'exportation, qui est devenue une région industrielle en pleine expansion grâce à une importante migration provenant des autres états du Brésil. Ce développement est le résultat d'une volonté de la municipalité pour diversifier l'emploi dans la ville. Ceci a entraîné une très forte croissance des banlieues de Curitiba (7% par an entre 1970 et 1980). En 25 ans, la population de l'agglomération de Curitiba a quintuplé.

La municipalité s'est aussi intéressée très tôt à l'organisation des transports collectifs, moteur de l'activité économique. C'est ainsi, qu'un plan d'urbanisme présenté en 1965 a été mis à exécution à partir de 1971. Le transport et l'urbanisme y sont intimement liés, cette organisation est connue sous le nom de " modèle " de Curitiba.

### **I.1 La politique urbaine**

Les différentes orientations du plan d'urbanisme élaborées en 1965, ont été:

- de densifier en suivant le développement historique le long de l'axe Nord Est - Sud Ouest où les premières lignes de tramway étaient implantées et le long desquelles se trouvent de nombreux emplois : c'est la définition d'un "axe structural" ;

- d'équilibrer l'attraction du centre par une bonne desserte des centres de quartier ;

- de hiérarchiser les voies urbaines en fonction du plan d'occupation des sols ;

- de supprimer l'automobile dans l'hypercentre en desservant le centre par deux anneaux routiers à sens unique, pour le préserver des nuisances de la circulation de transfert, et de réaliser des voies piétonnes.

Sur "l'axe structural", la hauteur des immeubles n'est pas limitée et toutes les activités non polluantes sont admises, à proximité de l'axe. La hauteur est limitée à 6 étages, puis à 4 étages. Partout ailleurs la hauteur est limitée à 2 étages, l'usage des bâtiments étant résidentiels. En 1974, "l'axe structural" réalisé s'étend sur 20 km.

Un axe lourd autobus, c'est à dire une voie à double sens réservée aux autobus, est encadré par deux voies de desserte en sens unique. Le coefficient d'occupation du sol aux abords immédiats de cet axe est maximum, il décroît au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'axe structurant. L'offre de transport le long des "axes structurals" stimule le développement linéaire de la ville. En effet avec 2 voies rapides pour la circulation automobile et une ligne de bus express de grande capacité, cette offre devient très importante alors que dans le reste de la ville la voirie est utilisée pour la desserte locale et le rabattement vers les lignes express. Le plan d'occupation des sols ne tardera pas à entraîner une demande supérieure à l'offre de transport, c'est ainsi que les autobus standards seront bientôt remplacés par des autobus articulés qui arrivent aussi, depuis quelques années, à saturation à l'heure de pointe.

L'urbanisation planifiée autour d'un axe de transport en site propre permet une certaine progressivité des investissements nécessaires pour accompagner la demande. Le site propre autobus peut ultérieurement être adapté au métro léger sans de gros investissements de dévoiements de réseaux, démolitions d'immeubles, etc...

Les orientations du plan d'urbanisme se sont concrétisées par la réalisation de voies piétonnes (1971), un réseau de lignes express (1974), une première ligne inter -quartiers (1978), un réseau intégré de transport (1980).

## **I.2 Le réseau de transport urbain**

Dans le cadre de la politique d'urbanisation, le système de transport qui consistait essentiellement en un grand nombre de lignes d'autobus reliant un terminus au centre, est modifié de façon à privilégier la desserte le long de l'axe structural et particulièrement celle de ses centres secondaires.

Ainsi, Curitiba s'est dotée dès 1974 d'un réseau de transport urbain de lignes express et de lignes de rabattement sur ces lignes express, c'est le Réseau Intégré de Transport (RIT) dont les lignes parcourent les cinq "axes structurals" suivant les directions Nord, Sud, Est, Ouest et Sud Est de l'agglomération. A partir de 1978, viendront s'ajouter les lignes inter-quartiers. Ce réseau se caractérise par l'intégration physique et tarifaire entre les lignes, il est composé de lignes express (en site propre sur "l'axe structural"), de lignes de

rabattement en correspondance avec les lignes express, de lignes inter-quartiers (assurant les liaisons entre les quartiers sans passer par le centre).

De 1974 à 1983 les différentes mesures en faveur des transports collectifs sont mises en oeuvre : rues piétonnes, couloirs réservés aux autobus, intégration physique et tarifaire. La tarification est intégrée progressivement sur l'ensemble des lignes de manière à ce qu'un usager ne paie qu'un seul billet par déplacement et le tarif unique est instauré en 1980: le tarif social adopté permet de subventionner les lignes les plus longues à travers les lignes les plus courtes.

Après 1983, avec l'aggravation de la crise économique au Brésil, les pouvoirs publics s'orientent vers l'amélioration de l'organisation des transports collectifs : un mode original de rémunération des entreprises est constitué, les entreprises de transport sont payées suivant le nombre de km parcourus et les recettes sont gérées par l'autorité locale: Urbanizaçào de Curitiba S/A (URBS).

Le réseau des Transports collectifs est passé de 92% de lignes conventionnelles en 1974 à 48% en 1991. Le RIT transportait alors 54 000 passagers par jour avec 19,8 km de lignes express et 45 km de lignes rabattues sur les premières; en 1991, il transporte 540 000 pas./jour avec 54 km de lignes express, 270 km de lignes rabattues et 185 km de lignes inter-quartiers. L'ensemble du réseau transporte journallement plus de 1,3 million de passagers: le réseau intégré est l'objet de nos jours, d'une demande 10 fois supérieure que celle de 1974 sur 65 % du périmètre des transports.

Outre le RIT, on trouve 48 % de lignes conventionnelles qui sont formées par:

- les lignes radiales qui assurent les liaisons entre le centre de Curitiba et les quartiers ;
- les lignes circulaire-centre qui desservent le centre avec des minibus en utilisant les anneaux centraux ;
- les lignes sélectives, qui assurent les liaisons entre les quartiers de classes aisées et le centre-ville par minibus.

Les activités économiques sont concentrées le long de l'axe Nord Est - Sud Ouest, le centre ville attire un nombre limité de voyages : sur cet axe, le centre-ville attire environ 30% des usagers, les grands terminus d'intégration sont les pôles d'attraction des autres usagers. Sur les axes Est et Sud-Est plus récents, le centre-ville attire 60% des usagers.

### *L' Avenir du réseau des Transports collectifs*

Dès 1978, l'accroissement du trafic sur "l'axe structural" a été si spectaculaire que des études ont dû être menées sur l'avenir du système à moyen terme. Le développement urbain dans lequel s'est engagée la ville de Curitiba, impliquent trois conséquences dans le domaine des transports urbains pour que la fonction structurante du RIT soit assurée:

(i) Le maintien d'un taux élevé d'utilisation des T.C.

Pour que les T.C. conservent leur importance relative, il faut que le taux de mobilité en Transports collectifs des habitants de Curitiba reste à sa valeur de 1978, ce qui implique que le trafic total augmente à un rythme égal à celui de la population, c'est à dire qu'il double en moins de 20 ans.

(ii) L'accroissement du rôle des lignes express de "l'axe structural" pour la desserte locale.

En effet, le trafic local des lignes de l'axe structural croît plus rapidement que celui de l'ensemble des lignes de transport en commun.

(iii) La réalisation effective des rabattements prévus.

On pourrait être tenté de décharger les lignes express. Ces mesures ne seraient pas sans conséquences sur le développement des centres secondaires. Différer trop longtemps les rabattements sur les pôles secondaires conduirait donc à remettre en cause l'objectif de maintien du centre dans ses limites actuelles.

Des projections effectuées en 1978, il résultait que les lignes express de l'axe structural (de Santa Cândida au Nord à Pinheirinho au Sud) devraient transporter 560.000 voyageurs par jour en 1996 (42% du total) soit 23 000 voy/h/sens à l'heure de pointe et la ligne Sud Est (vers Boqueirão) 150.000 voyageurs (11% du total des voyageurs) soit 13 700 voy/h/sens à l'heure de pointe. Pour que ces prévisions se réalisent, le système de transport doit pouvoir s'adapter quantitativement mais aussi qualitativement à l'évolution de la demande.

En effet l'augmentation du nombre d'autobus sur le tronçon central de l'axe structural pose les problèmes suivants :

- du point de vue de l'exploitation, il semble difficile d'organiser correctement un terminus pour plus de 60 départs par heure.
- du point de vue de la qualité de service, il y a les incidents d'exploitation qui augmentent avec la charge de la ligne.

- du point de vue de la vitesse et la régularité, au delà de 120 véhicules par heure la formation de trains de véhicules est inévitable ce qui diminue la vitesse des autobus.

- du point de vue des difficultés de répartition de la charge, une fréquence élevée et des irrégularités de passage entraînent une variation du taux de remplissage.

- du point de vue de l'insertion dans l'environnement urbain, les atteintes à l'environnement présentent trois aspects : bruit et pollution, effet de coupure et sécurité des piétons.

L'insertion des lignes express dans l'environnement urbain doit se révéler de plus en plus difficile, au fur et à mesure que celles-ci assureront mieux leur rôle dans le fonctionnement et le développement de l'urbanisation. Le plafonnement de l'offre de transport, la dégradation de la qualité du service permettraient de réaliser un compromis acceptable avec les contraintes de l'environnement, mais le système ne joue plus alors le rôle d'entraînement pour la structuration de l'habitat et des emplois.

Aussi la saturation du réseau devant apparaître dans un avenir plus ou moins proche selon le niveau d'activité et de croissance, les Responsables de transport de Curitiba ont dû choisir entre l'utilisation de véhicules plus grand pour réduire les fréquences aux heures de pointe dans le centre, utiliser des véhicules non polluants et silencieux pour diminuer les nuisances, c'est à dire faire circuler des véhicules électriques. Les 3 solutions envisageables à priori étaient l'autobus articulé, le trolleybus articulé, le tramway en site propre.

Tout d'abord une solution intermédiaire, l'adoption sur quelques axes, d'autobus articulés d'une capacité unitaire de 170 places contre 105 places pour l'autobus standard a été retenue.

En 1990, quelques lignes express étaient déjà exploitées à pleine capacité: aux heures de pointe un bus articulé et un bus standard partent chaque minute (16 500 pas./h/sens), formant rapidement des convois ce qui réduit l'efficacité du système. Un système de ligne directe utilise les latérales de "l'axe structural" avec moins de stations permettant aux véhicules d'effectuer une meilleure vitesse commerciale: les stations sont équipées d'abri en forme de tube équipé de composteurs et de tourniquets permettant d'effectuer les opérations de comptage et paiement avant l'arrivée du véhicule, en outre le niveau du quai se trouve au niveau du plancher des véhicules ce qui accélère l'échange des voyageurs dans la station. Des autobus biarticulés de grande capacité (270 pas.) seront mis en service prochainement. Le parc de véhicules est constitué en 1990 de 1400 véhicules dont plus d'une centaine d'autobus articulés, le réseau est exploité par 9 compagnies coordonnées par l'URBS, sous l'autorité de la Municipalité.

### **I.3 Le projet de Métro léger**

Après plusieurs études comparatives, les Responsables des transports de Curitiba ont retenu le tramway moderne ou métro léger comme futur système de transport de l'agglomération.

L'implantation retenue se situe le long de l'axe Nord-Sud en surface sauf dans le centre ville où le projet est en souterrain sur environ 1 km. Le long de la ligne de 19 km on trouve 2 terminus, 5 stations de correspondance et 32 stations normales, toutes ces stations seront équipées d'abri en forme de tube équipé de composteurs et tourniquets.

Les véhicules retenus sont articulés de 300 à 400 places (6 pas./m<sup>2</sup>), soit 27 m ou 34 m de longueur unitaire avec un gabarit de 2,60 m: le nombre de véhicules nécessaires est 69 unités (300 places) ou 52 unités (400 places).

La Maîtrise d'ouvrage sera confiée à l'URBS qui devient l'Organisme Municipal chargé de la coordination des TC, l'ingénierie sera assurée par l'IPPUC (Institut d'étude et de Planification urbaine de Curitiba), renforcée par des techniciens de l'URBS et des consultants pour créer un groupe d'étude pluridisciplinaire.

L'exploitation du Métro léger sera attribuée ensuite à une entreprise privée ou à un groupement dans lequel participeraient les exploitants actuels d'autobus, sous couvert de l'URBS.

Le coût du projet est de l'ordre de 300 M US\$ ou 1600 M FF: l'emprise du futur tracé existe puisque 17 km sur 19 km réutilisent le site propre de "l'axe structural" avec ses stations terminus et de correspondance, des réservations pour le Métro y ont été effectuées.

Les 2/3 de la population utilisent les Transports en commun, ce qui est le meilleur gage de réussite pour le projet de Métro léger.

Après l'analyse du cas de Curitiba, nous nous intéressons au nouveau système de transport de Tunis qui se réalise dans un contexte différent. En effet, l'agglomération de Tunis s'est formée à partir d'une ville ancienne, la Médina et ses faubourgs; du XVIIe au XIXe siècle, l'urbanisation a débordé hors des murailles de la cité et a progressé à travers la ville basse au tracé orthogonal au cours du XXe siècle et à travers la banlieue en s'appuyant sur les axes radiaux et les ceintures périphériques. Ainsi la croissance urbaine de Tunis est caractérisée par une occupation des sols pendant longtemps désordonnée avec les activités économiques et la population qui se sont concentrées le long des grands axes de communication.

## **II. Les Transports collectifs d'une grande métropole : Tunis**

L'agglomération Tunisoise, composée de trois gouvernorats, compte 1,7 millions d'habitants dans un pays de 8 millions d'habitants. Elle est située entre deux étendues aquatiques (la Sebkha de Sejoumi) au Sud, Sud ouest et le Lac de Tunis à l'Est, Nord est. Des collines de faibles altitudes entourent le centre, Le Belvédère au Nord et le Jellaz au Sud : ce site relativement plat, bien protégé, relativement éloigné des invasions maritimes convenait. Mais avec l'accroissement démographique la ville s'est étendue en forme de X en se prolongeant par les banlieues : au Nord et au Nord Ouest vers l'Ariana, le Bardo et la Manouba et au Sud vers Ben Arous, Mégrine et au delà vers Radès. Le périmètre aggloméré se prolonge ensuite sur la côte Nord avec la Goulette, Carthage, Sidi Bou Saïd et la Marsa et sur le cordon littoral Sud avec Ez-Zahra et Hammam-Lif, le périmètre urbanisé s'étend sur 20 000 ha.

Les sorties de la ville ne sont pas nombreuses, au Nord la Place Pasteur, au Sud Bab El Fallah, à l'Ouest Bab Saadoun: deux axes attirent l'essentiel du trafic routier, l'axe Nord-Sud (Avenues de Carthage, de Paris, de la Liberté), l'axe Est-Ouest (Avenues Belhouane, Bab Saadoun).

Tunis n'a pas cessé de renforcer son rôle de Capitale. Ainsi en 1921 l'agglomération tunisoise, comptait 194.000 habitants soit 10% de la population totale. En 1980, elle compte 1.053.000 habitants soit 16,5% de la population totale, de nos jours cette part est passée à 20%.

Fortement urbanisé (à 92%), le District de Tunis bien que grand bénéficiaire des courants migratoires qui s'opèrent dans le pays, connaît un taux d'accroissement modéré ne dépassant pas 3,1% par an. L'existence de métropoles régionales (Sfax, Sousse, Bizerte, ...) et le développement des villes secondaires dans les autres régions du pays empêche toute croissance effrénée de l'agglomération tunisoise comme cela est constaté dans certaines mégapoles du Tiers Monde. En effet, à partir des années 70, la ville de Tunis, limite sa croissance démographique au profit des communes des autres gouvernorats du District qui ont connu des taux d'accroissement nettement plus élevés.

### **II.1 La politique urbaine**

Depuis plusieurs siècles, l'espace tunisois a considérablement changé. D'abord faubourg de Carthage pendant l'Antiquité, la ville s'est ensuite organisée avec la Médina et ses faubourgs selon un schéma radioconcentrique autour d'un centre unique à la fois politique, religieux et commercial. La ville est structurée en fonction de ce centre fonctionnel et d'un axe majeur qui le prolonge vers l'Est jusqu'à la Porte de la Mer, actuelle Porte de France. Avec le



Protectorat (1881), la ville Européenne s'est développée vers l'Est entre la Médina et le lac, où un port est créé (1894-98). La ville "moderne" développée selon un plan en damier le long d'un axe Est-Ouest reliant la Porte de la Mer au port, ville coloniale, elle concentre très tôt les pouvoirs de décision aux dépens de l'ancien centre, la Médina. Le développement des transports urbains semble condamner l'ancien centre qui demeure inaccessible à la voiture avec ses rues étroites.

Quatre axes de croissance ont guidé l'extension urbaine :

- vers l'Est sur la côte où les banlieues résidentielles se sont développées (La Marsa, Sidi Bou Saïd, Carthage etc...),
- au Nord en direction de l'Ariana avec en dominance des lotissements résidentiels,
- au Sud avec un habitat de moyen standing (Montfleury, Bellevue,...), ouvrier (Mégrine, Ben Arous), et populaire (Kabbaria),
- à l'Ouest se développe un habitat de moyen standing (Le Bardo, Manouba).

Le transport par autobus s'est développé spontanément en suivant les tendances de l'urbanisation.

Malgré les différents Plans d'urbanisme le déséquilibre entre les différentes banlieues et le centre, entre l'habitat et les emplois, continue ce qui entraîne une importante demande de transport pour assurer les migrations quotidiennes entre les lieux d'habitat et les lieux de travail.

L'accélération de l'urbanisation de l'agglomération de Tunis, l'importance croissante des migrations alternantes avec le centre ville se traduisent par une demande toujours plus grande de déplacements en transport en commun.

Pour faire face à cette demande, le parc d'autobus a dû être augmenté. Entre 1965 et 1972, il est passé de 200 à 400. Le nombre de voyageurs transportés a doublé durant la même période.

## **II.2 Le réseau de transport**

Quatre opérateurs dont trois sociétés publiques exploitent de nos jours le réseau de TC de l'agglomération de Tunis:

- la Société Nationale des Transports (SNT), l'opérateur le plus important avec 158 lignes d'autobus a transporté 254 millions de voyageurs en 1990, soit 73,3% de la demande TC. Le réseau est essentiellement radial, assurant des liaisons périphérie-centre et s'étend jusqu'à 40 km du centre.

- la Société du Métro Léger de Tunis (SMLT) exploite une ligne ferroviaire de banlieue, le TGM et est chargée par ailleurs de la réalisation et de l'exploitation du réseau de métro léger de Tunis; elle a transporté 73,5 millions de voyageurs en 1991.

- la Société Nationale des Chemins de Fer Tunisiens (SNCFT) exploite 2 lignes ferroviaires de banlieue, l'une au Sud et l'autre à l'Ouest, elle assure 5,8 % du trafic en 1990.

- Enfin, la TCV opérateur privé, exploite depuis 1988 quatre lignes concédées par le Ministère du Transport, la part de ce dernier opérateur dans le marché des T.C. est encore marginale avec 0,6% du trafic en 1990.

### *Le réseau d'autobus*

Le réseau d'autobus est conçu en fonction de la configuration urbaine et géographique de l'agglomération : le centre étant un pôle très attractif et les banlieues urbaines développées le long de radiales peu reliées entre elles en raison des contraintes topographiques; le réseau s'organise à partir de quatre stations situées dans le centre ville en empruntant les voies principales. Les principales caractéristiques du réseau par secteur géographique sont:

#### *- Secteur Sud*

Après la restructuration effectuée à la suite de la mise en service de la ligne Sud du métro, la part des lignes radiales reste prédominante, aboutissant à la Place de Barcelone au centre-ville. Plusieurs lignes de rocade locale desservent le secteur Sud. Quelques lignes ont été rabattues sur la station de métro, d'autres sont prévues de l'être lorsque la station de rabattement sur le Métro sera aménagée. Le secteur Sud est relié par une ligne au secteur Ouest (Manouba). Il n'y a pas de liaison avec le secteur Nord Ouest (Ettadhamen, Ibn Khaldoun).

#### *- Secteur Nord*

Ce secteur est desservi par 42 lignes. Il n'existe pratiquement pas de lignes reliant entre elles les différentes zones urbaines du secteur Nord; les rocadés locaux relient essentiellement la côte Nord à l'Ariana et El Menzah V et VI. Le Nord est relié en partie au secteur Ouest (Bardo) par 3 lignes.

- Secteur Ouest

Ce secteur est desservi par 67 lignes dont 90% sont des radiales rabattant la périphérie sur le centre, c'est le réseau le plus important et le plus dense de l'ensemble du réseau SNT, il comprend 4 couloirs distincts:

- au Nord: l'axe MC 31 - MC 130 draine les zones d'Ettadhamen, Ettahrir et Ibn Khaldoun,

- au Nord-Ouest: l'axe GP 7 dessert les zones de Kassar Saïd, Douar Hicher, Oued Ellil, etc...

- à l'Ouest: l'axe GP 5 dessert les zones du Bardo, Saïdia, Den Den.

- au Sud Ouest: desserte des zones de Saïda Manoubia, Mellassine, Zahrouni, Ezzouhour et la périphérie lointaine de l'Ouest.

- Secteur Central

Il est irrigué par l'ensemble des lignes radiales reliant les autres secteurs au centre de Tunis. La desserte interne est assurée par un ensemble de lignes urbaines permettant de relier directement toutes les parties du centre.

### *Caractéristiques de l'offre*

#### *La vitesse commerciale*

Les vitesses commerciales à l'heure de pointe du matin sont en moyenne pour les lignes urbaines de 14,4 km/h, pour les lignes suburbaines courtes de 19,2 km/h, pour les lignes suburbaines longues de 30,7 km/h et pour les lignes de rocadés et diamétrales de 23,9 km/h.

Les lignes suburbaines courtes regroupées par secteur géographique ont des vitesses commerciales de 14,7 km/h sur l'axe Ouest-Sud, de 17,8 km/h sur l'axe Nord, de 18,2 km/h sur l'axe Ouest et 19,8 km/h sur l'axe Sud.

C'est l'axe Ouest-Sud d'Ezzouhour qui subit le plus de gêne avec l'encombrement des accès Charles Nicolle et Bab Souika. Par contre l'axe Sud offre de meilleures possibilités puisque les lignes qui l'empruntent, s'arrêtent à la limite de l'hypercentre (Place de Barcelone) et bénéficient d'un axe de pénétration peu surchargé (Av. de la Gare).

Le processus de dégradation de la vitesse commerciale constaté sur tous les réseaux se caractérise par sa continuité, malgré sa lenteur il est inexorable : il est donc indispensable d'améliorer cette situation pour maintenir un bon niveau de progression des autobus et améliorer la productivité du réseau.

### *Les fréquences*

La fréquence de passage caractérise le service offert aux usagers: cette fréquence est de l'ordre de 12 mn pour les lignes urbaines, 19 mn pour les lignes suburbaines courtes, 46 mn pour les longues, etc... Ces fréquences théoriques sont rarement respectées, les lignes urbaines et suburbaines courtes subissant tous les aléas de la circulation, le temps d'attente imposé aux usagers est très important.

## **II.3 Le Métro léger**

Une étude réalisée dans les années 1974-75 sur les transports à Tunis, aboutissait à des conclusions alarmantes. Le maintien du système actuel des transports en commun conduirait à une congestion totale de Tunis à l'horizon 2000 et, à des difficultés quasi insurmontables à partir de 1986. Le parc d'autobus nécessaire s'élèverait à 1500 environ en 1986 et atteindrait le nombre de 4000 en l'an 2000. Les besoins en matière de circulation et de stationnement nécessitent la réservation de la quasi totalité des espaces disponibles du centre (y compris les espaces verts) aux besoins du transport public. Cette hypothèse aboutit à la paralysie de l'agglomération.

L'étude confirme la nécessité de réaliser rapidement un transport en site propre, et conseille un véhicule ayant fait ses preuves, le tramway moderne. Le réseau proposé est déterminé sur la base des données de trafic et tient compte des possibilités effectives d'insertion dans le tissu urbain. L'objectif étant d'aboutir à une dépense d'investissement supportable pour la collectivité.

Le réseau prioritaire défini comprend 30 km environ, dont le tracé est en forme de "Y". Les 3 branches correspondants aux axes préférentiels d'urbanisation sont:

- vers le Sud : Kabaria, Ben Arous
- vers le Nord : El Menzah, Ariana,
- vers l'ouest : Bardo, Den Den d'une part , Ibn Khaldoun d'autre part.

En octobre 1985, la ligne Sud de Tunis Marine à Ben Arous est mise en service, en Novembre 1989 la ligne Nord de la Place de Barcelone à Ariana, en Juillet 1990 la ligne Nord Ouest de la Place de Barcelone à Ibn Khaldoun et la ligne Ouest de Barcelone à la station 20 Mars. Une extension de la ligne Nord

Ouest vers Ettadhamen a été mise en service en Septembre 1992, une extension vers la Cité Ibn Khaldoun sera mise en service en Juillet 1993.

La ligne Ouest sera mise en service jusqu'à Den Den en juillet 1994 avec l'achèvement du tunnel en cours de construction sous la Place du Bardo.

## **II.4 L'impact du métro**

### *L'urbanisation*

Un des objectifs donné au projet du Métro léger était de favoriser le développement équilibré de la ville. Différents secteurs de l'agglomération devraient être reliés entre eux via le centre, et voir ainsi leur accessibilité accrue. La zone d'influence du métro commence à se densifier, les loyers augmentent autour des stations, des immeubles se rénovent ou sont en cours de construction, ce qui à moyen terme devrait ralentir l'étalement spatial de l'agglomération.

La desserte de l'Ariana avec la ligne Nord a entraîné la promotion d'un centre secondaire où s'installent déjà de nombreuses administrations: ceci est favorable au rééquilibrage de la répartition des emplois et atténue l'importance de l'hypercentre, la charge équilibrée de la ligne Nord sur une journée d'exploitation montre que l'objectif peut être atteint.

La traversée du centre par 4 lignes de métro auxquelles s'ajoutent deux terminus en correspondance des lignes d'autobus donnent un nouvel élan à l'activité du centre qui se traduira à moyen terme par un renouvellement des commerces et un embellissement de la ville.

### *La circulation dans le centre de Tunis*

Les problèmes de circulation sont très épineux dans le centre de Tunis, surtout à cause de la saturation de la voirie centrale. La mise en service du métro a été une occasion pour la Municipalité de mettre en application un nouveau Plan de circulation en cohérence avec le projet du métro, basé sur le principe de poches sectorielles qui évite au centre le trafic de transit et limite ainsi la saturation du réseau central: la priorité a été donnée de fait aux transports collectifs. Un ordre de priorité a été défini entre les modes de transport :

- 1) les Piétons
- 2) les Transports collectifs
- 3) les Transports individuels.

Les objectifs du nouveau plan ont été précisés :

- maintenir et même augmenter l'accessibilité multimodale au centre ville,
- augmenter la sécurité, notamment celle des piétons.
- accorder une priorité réelle au métro léger dans les conflits avec la circulation générale.

Pour atteindre ces trois objectifs, on doit donc maîtriser le mode de déplacement le plus consommateur d'espace et perturbateur en centre-ville : les Transports individuels.

En juillet 1985, quelques mois avant la mise en service de la ligne Sud du Métro léger, seule la poche Sud a été mise en oeuvre. En 1989, le nouveau plan de circulation a été intégralement mis en application avec la mise en service de la ligne Nord. La mise en oeuvre de ce plan de circulation a donné lieu à de nombreuses modifications dont l'interruption de la continuité en centre-ville de nombreux axes pour véhicules particuliers (certains axes supportant près de 25.000 véhicules par jour), la réalisation de rues piétonnes (2.500 mètres sur environ 25 Ha) bien appréciées par les Tunisois. Les principaux cheminements piétonniers relient les plus importants terminaux de transports collectifs, le marché central et la Médina.

Les reports de trafic de la voirie du centre sur les axes périphériques se sont déroulés pratiquement comme prévus lors de l'élaboration du nouveau Plan de circulation.

Les autobus ont également bénéficié du plan de circulation, la circulation générale ayant diminué sur certains axes, ce qui a amélioré leur vitesse commerciale et leur accessibilité au centre.

La politique de stationnement retenue, a été d'utiliser au mieux les espaces à disposition et de les faire correspondre au mieux à la demande bien que cela soit difficile en centre-ville. Lorsque la demande ne peut être satisfaite, la priorité a été donnée au stationnement de courte durée.

### *L'environnement*

L'amélioration de la circulation, la diminution du nombre de véhicules, ont entraîné une baisse du bruit et de la pollution de l'air: une baisse de 86% du taux d'oxyde de carbone a été enregistrée dans l'hypercentre. Le métro revitalise le centre et améliore la qualité de la vie.

### *La vitesse commerciale et le temps d'attente*

La vitesse commerciale sur la ligne Sud est de 19 km/h, sur la ligne Nord de 18,3 km/h, sur la ligne Nord Ouest de 18,5 km/h et sur la ligne Ouest de 15 km/h. Ces vitesses ne sont pas très importantes car le métro est ralenti dans le passage en surface de l'hypercentre (boucle centrale) par les conflits avec les piétons mais supérieures de 5 à 10 km/h à la vitesse des autobus qui desservaient auparavant ces zones. Néanmoins les usagers, résidents dans la zone d'influence des stations ont bénéficié de gains de temps et de confort par rapport à la situation préexistante: la régularité de la marche des rames et l'interconnexion des lignes dans le centre s'est traduite par un gain sur le temps d'attente et une diminution des ruptures de charge. En effet le gain de temps entre le temps d'attente sur une ligne d'autobus et le temps d'attente sur le métro est de 10 minutes sur le secteur Sud et de 10,5 minutes sur le secteur Nord.

## **II.5 L'intégration bus-métro: intégration physique, intégration tarifaire**

### *Infrastructure et Equipement du réseau d'autobus*

#### Les couloirs réservés aux autobus

La longueur des couloirs réservés aux autobus s'élève à 8 km fin 86. Ces couloirs ne sont pas respectés par les autres usagers, puisqu'il n'existe aucune mesure d'empêchement ou de répression des contrevenants ce qui est défavorable à la productivité du réseau.

#### Les points d'arrêts-stations

Il y a plus de 1800 points d'arrêts ou stations: seuls quelques arrêts sont relativement bien aménagés et équipés dans le centre-ville.

#### Les terminus d'échange

Le réseau d'autobus possède 4 points d'échange au centre-ville déconnectés les uns des autres et un interface en périphérie: la station de correspondance avec le Métro léger à Ibn Sina sur la ligne Sud. On trouve dans le centre-ville les terminus de:

- Tunis Marine à l'Est du centre en correspondance avec le TGM et le Métro léger.
- Place de Barcelone dans l'hypercentre en correspondance avec les chemins de fer et le Métro léger(3 lignes).
- Balhaouane à proximité de Bab Souika avec 34 places, en situation privilégiée pour desservir le Centre-Ouest.

- Jardin Thameur, le plus important des 4 terminus centraux, point d'échange avec le Métro à la station Thameur, à la station République ou à la station de la Place de Barcelone.

### *Infrastructure et équipement du métro léger*

Les aménagements réalisés pour la mise en site propre du métro s'insèrent le long de la voirie existante de façon à réduire au maximum les conflits avec la circulation générale et les piétons. Au niveau des carrefours très chargés, des passages dénivelés ont été réalisés ou sont en cours de construction ( Place du Bardo), ailleurs les carrefours sont régulés de manière à laisser le minimum de temps d'attente au métro. Le site est protégé par des barrières sur la majeure partie des tronçons périphériques, dans le centre le site est simplement dénivelé par rapport à la chaussée et les trottoirs contigus ou protégé par une bordure ce qui oblige les conducteurs à rester vigilants vis à vis du comportement des piétons: la vitesse commerciale dépend du type de séparation et des conflits avec la circulation générale et surtout avec les piétons, on note ainsi sur la ligne Sud une vitesse de 13 km/h sur le tronçon central contre 26 km/h en périphérie à l'heure de pointe du matin.

Les stations comportent des abris au style architectural traditionnel Tunisien et des locaux où les receveurs distribuent les tickets ou informent les usagers.

On trouve les stations de rabattement des lignes d'autobus sur la ligne Sud du métro en banlieue à la station Ibn Sina (2 lignes) sur la ligne Sud, à la station 10 Décembre (5 lignes) et à la station Ariana (5 lignes) sur la ligne Nord et à Ettadhamen sur la ligne Nord Ouest. Les lignes d'autobus sont aussi en correspondance avec les stations de République, de la Place de Barcelone et de Tunis Marine.

En définitive, l'intégration physique entre autobus et métro léger, stimulée par le nouveau Plan de circulation, est mise en application au niveau des stations de correspondance, elle peut encore être améliorée pour éviter les conflits entre les usagers de l'autobus et le métro, les pertes de temps et l'inconfort qui dissuaderont peu à peu les utilisateurs des TC lorsqu'ils doivent prendre un parcours où se trouve une station de rabattement (rupture de charge). Il n'y a pas de stations de correspondance sur les lignes Ouest et Nord Ouest, ces lignes étant encore trop proches du centre pour faire accepter une rupture de charge, toujours pénible, aux usagers.

### *L'intégration tarifaire*



Le système tarifaire est basé sur un sectionnement de l'ensemble des lignes des réseaux SNT, SMLT et SNCFT: le prix d'un trajet élémentaire est fonction du nombre de sections parcourues, en particulier, les déplacements nécessitant l'usage de plus d'une ligne d'un même mode ou de modes différents donnent lieu à deux paiements chacun étant effectué sur une ligne en fonction du nombre de sections à parcourir sur cette ligne. Le nombre maximum de sections pour le réseau bus est de cinq, les deux premières couvrent le centre et la première couronne, les trois autres couvrent la périphérie proche et lointaine, pour la ligne TGM le nombre maximum est de deux sections, pour le métro deux sections, pour le train trois sections.

La correspondance entre les lignes d'autobus et le métro est favorisée par la correspondance gratuite, néanmoins il n'y a pas de correspondance gratuite entre 2 lignes d'autobus.

Les différents titres de transport utilisés sur le réseau de TC développés pour fidéliser la clientèle et réduire les coûts de perception sont outre le billet appelé également "ticket" ou "coupon", la carte hebdomadaire autorisant un nombre de voyages limités dans la semaine, la carte multivoyages qui n'existe que sur le TGM, l'abonnement scolaire, l'abonnement mensuel autorisant un nombre illimité de voyages comme le précédent sans correspondance intermodale et l'abonnement annuel. Les titres de voyage les plus utilisés par les usagers sont les coupons et les abonnements scolaires, les autres titres à tarifs réduits, malgré les avantages sont peu utilisés.

La situation financière des exploitants est relativement précaire, le déficit cumulé s'accroît d'année en année. Le réseau de transport de l'agglomération tunisoise doit adopter comme de nombreuses grandes agglomérations à travers le monde, l'intégration tarifaire sur les 3 modes (bus-métro-trains de banlieue) afin de redonner une impulsion à la fréquentation du réseau et améliorer la productivité des exploitants avec le développement des titres à vue et des titres prépayés pour réduire les coûts de perception et à terme faciliter l'exploitation à un agent sur les autobus par exemple.

La mise en place d'une Autorité organisatrice devrait permettre de coordonner les différents intervenants, concevoir, planifier, organiser, gérer les ressources financières et mettre en place l'intégration tarifaire des transports urbains.

### **III Les effets d'un axe lourd à travers les cas de Curitiba et de Tunis**

Après la description de l'organisation urbaine de Curitiba nous rappelons les principaux effets des options prises au début des années 1970 dans cette ville:

- la densification de l'urbanisation le long des axes de développement existants a permis de créer des axes "structuraux", de hiérarchiser les voies

urbaines en fonction du Plan d'occupation des sols puis d'équilibrer l'attraction du centre par une revitalisation des centres secondaires.

- l'axe "structural" étant défini, les axes lourds pour autobus ont été progressivement mis en place avec le Réseau Intégré des Transports (RIT) qui offre l'intégration physique et tarifaire des différentes lignes, le Plan d'occupation des sols n'a pas tardé à entraîner une demande supérieure à l'offre de transport, les autobus standards ne suffisant plus à l'heure de pointe, ils sont progressivement remplacés par des autobus articulés et bientôt par des mégabus en attendant que le métro léger soit réalisé.

Le RIT de Curitiba est victime de son succès: en 1977, le nombre de voyages effectués quotidiennement était de 663 000 dont 185 000 voyages effectués sur le RIT; en 1991, le réseau transporte 1,3 millions de voyageurs dont 540 000 voyageurs sur le RIT: ceci montre le succès des mesures prises avec la mise en place du RIT qui a eu un effet d'entraînement sur l'ensemble des transports de l'agglomération.

L'agglomération de Tunis a mis en place, ex nihilo, un réseau de 4 lignes de métro léger qui a eu pour effet en un premier temps l'application d'un nouveau Plan de circulation pour donner la priorité aux transports en commun, de mettre en oeuvre un Plan de restructuration des lignes d'autobus qui a eu pour but d'alléger le centre d'un grand nombre d'autobus dont les lignes ont été rabattues en périphérie sur les lignes de métro. Par ailleurs, l'objectif du nouveau Plan de circulation a été de maîtriser le mode de déplacement le plus consommateur d'espace en centre-ville: les Transports individuels.

Si la densification de l'urbanisation s'est faite en amont ou en même temps que la mise en place des axes lourds à Curitiba, à Tunis cette densification commence lentement après la mise en service des lignes de métro. En effet, dans la zone d'influence du métro nous constatons que des immeubles se rénovent ou sont en cours de construction ce qui devrait stopper l'urbanisation en tâche d'huile constatée jusqu'alors.

Malgré la suppression de lignes d'autobus dans le secteur Sud, lors de la mise en service du Métro fin 1985, le réseau a continué à s'étendre tant en longueur qu'en nombre de lignes. Les moyens matériels et humains dégagés dans le secteur Sud ont été redéployés dans les autres secteurs qui connaissent un déficit d'offre très important.

Ainsi de 1985 à 1990, le réseau d'autobus a vu sa fréquentation augmenter de 227,5 à 254 millions de voyageurs tandis que le métro léger transportait de 17,7 à 49,6 millions de voyageurs de 1986 à 1990. Comme à Curitiba, la réorganisation du réseau de transport et l'augmentation de l'offre ont

entraîné une progression annuelle de la fréquentation du réseau de 4,74% par an

.

#### **IV Conclusion**

Le problème des transports urbains se pose dans la plupart des villes des Pays en développement avec une acuité croissante. Dans bien des cas les moyens financiers nécessités par la réalisation d'un réseau de métro traditionnel ne sont pas disponibles. En outre, pour des villes de l'ordre de 1 à 2 millions d'habitants, les capacités susceptibles d'être offertes par le métro traditionnel peuvent aller au delà des besoins réels. Néanmoins, la congestion croissante impose de trouver une solution rapide, les réseaux d'autobus traditionnels ne permettent plus au delà d'un certain seuil de satisfaire la demande. Le métro léger permet d'apporter cette solution. En effet, ses coûts d'investissements sont moins élevés que ceux du métro classique, sa mise en oeuvre est susceptible d'un aménagement progressif qui permet, en fonction du développement de la demande, de l'implanter en site propre intégral sur la majeure partie de son parcours pour augmenter sa capacité lorsque la demande de transport le justifie.

En définitive, à Tunis, le Métro léger a permis une rationalisation du domaine circulaire et a obligé les Responsables de la circulation à accorder une priorité réelle aux transports collectifs. L'opération "Métro léger" a permis la transformation du centre, la création d'espaces piétonniers, une circulation automobile allégée: "Là où passe le tramway, la ville rajeunit" disait-on à Grenoble.

L'amélioration des vitesses commerciales donc de la productivité des entreprises de transport, de la qualité de service et du confort, de la circulation générale, l'augmentation de la capacité des TC, la diminution des nuisances, la prise en compte de la sécurité des piétons et des usagers des TC, sont autant d'atouts garantissant le succès du Métro léger.

A Curitiba, les options d'urbanisme prises dès le début des années 1970 ont permis de réaliser un Réseau Intégré des Transports efficace; victime de son succès, ce réseau doit adopter tôt ou tard un nouveau mode de transport répondant à la demande croissante, le Métro léger, sinon une majorité d'usagers se tournera bientôt vers l'automobile au détriment de la qualité de la vie qui a honoré jusqu'aujourd'hui, Curitiba.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

1. Richard DARBERA (1986) Transports urbains à Curitiba : la continuité technocratique. Les cahiers Scientifiques du Transport N° 13-14/1986.
2. Anisio BRASILEIRO de FREITAS DOURADO (1991). Développement urbain et Transports collectifs au Brésil : l'expérience de Recife et de Curitiba. Thèse ENPC.
3. Saïda ALLAGUI, Fathi KANOUN. Plan de Circulation de la Ville de Tunis Municipalité de Tunis, Direction de la Voirie, in Colloque CITTU Tunis, Nov. 1990.
4. Mahmoud BEN FADHEL, PDG de la SNT. Le réseau d'autobus de Tunis : le passé et le présent éclairent l'avenir in Colloque CITTU 90.
5. Taoufik BELHARETH. Le transport collectif dans les grandes villes tunisiennes, thèse de 3e cycle 1987, mise à jour en 1990, Université de Tunis I.
6. Ministère du Transport. Restructuration du réseau des transports collectifs dans le District de Tunis, Rapport de synthèse, Mai 1991.
7. Jellal ABDELKAFI. La Médina de Tunis, Espace historique, édition Alif, Octobre 1989.
8. Jaime LERNER, Maire de Curitiba. Si le secteur privé est un choix, l'objectif est l'intégration, in Revista Ferroviaria, Octobre 91.
10. IPPUC Curitiba, 1990. Projeto Bonde Moderno: estudo de previabilidade.
11. Amor BELHEDI. L'espace Tunisois: Organisation, fonctionnement et structure typique in RTG N° 4, 1979.