



*INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE  
SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SÉCURITÉ*

*Francis KÜHN*

# ***TRANSPORTS URBAINS À MEXICO CODATU IX***

***Compte rendu de mission du 10 au 19 avril 2000***

*Rapport de mission  
Juin 2000*

INRETS/RR-00-049-FR

**CONFÉRENCE CODATU IX**  
**Coopération pour le Développement et l'Amélioration des**  
**Transports Urbains et périurbains**

Compte Rendu de mission à Mexico

du 10 au 19 avril 2000

-----

Cette mission a eu pour objet de participer à la conférence CODATU et de présenter deux communications, l'une sur la qualité de service des réseaux de transport urbain en Europe et dans les pays émergents<sup>1</sup>, l'autre sur les défis du transport collectif urbain à l'ère de l'automobile<sup>2</sup> ; outre le suivi des ateliers de la conférence j'ai pu visiter le réseau de métro (STC) dont la ligne A (type RER), le réseau (STE), le dépôt et le centre de contrôle des trolleybus et de la ligne de tramway. J'ai aussi emprunté pour mes déplacements quotidiens les minibus (20 places) qui sillonnent l'agglomération. J'ai pu ainsi comparer l'évolution des différents réseaux de transport en commun que nous avons évalué avec le DEST pour le compte de la direction du Trésor en 1988 et en 1995 (cf Bibliographie).

La neuvième conférence CODATU s'est donc tenue à Mexico, capitale du District Fédéral et du Mexique, du 11 au 14 avril sous le patronage de Mme Rosario Robles Berlanga, chef du gouvernement du District Fédéral.

Cette conférence s'est déroulée à l'hôtel Sheraton Maria Isabel situé le long de l'avenue Paseo de la Reforma et près de la place de l'Ange de l'Indépendance à quelques centaines de mètres de la ligne 1 du métro (station Insurgentes).

Durant la session plénière d'ouverture sont intervenus une douzaine de personnalités (cf. liste en annexe) dont Mme Rosario Robles Berlanga (cf. discours en annexe), M. Francisco J. Diaz Casillas, Secrétaire des Transports et des Infrastructures, M. Aaron Mastache Mondragon, Secrétaire à l'Environnement, M. Bruno Delaye, Ambassadeur de France qui a rappelé la longue coopération franco-mexicaine pour la construction du métro de Mexico initiée en 1965 par le Général De Gaulle, M. Jacques Rousset, Président de Codatu.

Le message de bienvenue du chef de gouvernement du District Fédéral à l'ouverture de ce congrès dont le thème est « Transport et Milieu Ambiant » rappelle que dans un contexte de résolution des problèmes de transport urbain et d'environnement d'une grande métropole les différents experts venus de 40 nations différentes vont montrer la voie du développement durable qui s'articule dans les programmes conjoints de transport, environnement et de développement urbain.

---

<sup>1</sup> F. Kühn & J. Kauv, Inrets, « La qualité de service des réseaux de transport urbain », Codatu IX éd. urban Transportation and Environment, Diaz González Palomas & Jamet, 2000 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 128 7.

<sup>2</sup> F. Kühn, Inrets, & L.A. Lindau, UFRGS, « Les défis des systèmes de transport public à l'ère de l'automobile », Codatu IX éd. urban Transportation and Environment, Diaz González Palomas & Jamet, 2000 Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5809 128 7.



Les 220 auteurs des communications sont originaires de vingt cinq pays. Plus de 350 personnes ont participé aux trois sessions techniques parallèles organisées sur 5 demi journées auxquelles s'ajoutent 7 comités techniques, 3 sessions de la Banque Mondiale et les visites techniques organisées sur une matinée soit à la STC, exploitant du réseau de métro, soit à la STE exploitant du réseau de trolleybus et tramway, soit au centre de contrôle et de régulation de la circulation et du réseau automatique de contrôle atmosphérique de l'agglomération de Mexico. Le colloque a débuté et s'est terminé par une session plénière.

Le comité scientifique international était organisé et présidé par M. Oscar Diaz Gonzales Palomas, Directeur Général de la STE exploitant le réseau des trolleybus et tramway de Mexico et M. Christian Jamet des Voies Navigables en France . Les 25 sessions techniques se sont déroulées sur deux jours et demi.

La 1<sup>ère</sup> journée de sessions techniques a été consacrée aux aspects généraux de différents types de politique de déplacements en relation avec l'environnement ; nous rassemblons ci-après les titres des communications les plus marquantes qui ont été développées au cours des sessions selon les thèmes :

- méthodes de choix de politique de transport : la « stratégie de l'intégration des transports et de la qualité de l'air pour la métropole de Mexico », les « changements démographiques et la motorisation dans le monde à l'horizon 2025 », le « modèle coût - avantage à partir de politiques générales, l'optimisation du transport public et les améliorations de la technologie de l'autobus », « la norme de transport urbain », « méthode d'étalonnage de la performance des réseaux locaux de mobilité : proposition pour une coopération internationale », les « effets de la qualité de service des TC sur le coût », et l' « analyse de la demande de déplacement par la technique combinée RP/SP (Revealed Preference/State Preference) pour les pays en voie de développement.

- exemples de politiques de transport : « plan de mobilité de la région parisienne », « plan de transport public d'intégration multimodale de Calcutta », les « perspectives et challenges des transports urbains de la ville de Mexico », un « premier bilan du PDU de l'agglomération lyonnaise ». et quelques exemples de la situation actuelle : « l'automobile, pollueur », « le transport urbain et l'environnement à Hanoï », « analyses de la qualité de l'air - politiques de transport à Mexico », et « qualité de l'air et transport dans les villes d'amérique latine ».

- qualité du transport public : « la qualité, une façon de changer la compagnie exploitante », « la qualité de service des réseaux européens : applications aux réseaux des pays émergents », « l'intégration des systèmes de transport de masse, avantages pour l'environnement et politiques publiques : 2 cas d'études en Inde », et « les défis des systèmes de transport public à l'ère de l'automobile ».

- piétons, deux-roues : la « planification intégrant l'environnement pour la mobilité durable », « l'étude de l'effet du trafic de motocycles sur la pollution dans les villes asiatiques et africaines », « la planification de modes de transport à faible coût dans l'Inde urbaine », « l'utilisation de la bicyclette pour des déplacements journaliers comme solution de mobilité et un meilleur environnement », et « repenser les politiques de transport urbain en Afrique : les piétonniers ? ».

- transport urbain et environnement : les « prévisions des émissions de polluant des automobiles dans trois grandes régions métropolitaines », l' « enjeu des transports dans la lutte contre la pollution atmosphérique dans les grandes métropoles », les « caractéristiques du bruit du trafic routier dans l'agglomération urbaine de Delhi », l' « intégration des infrastructures de transport urbain dans l'environnement - le cas du Benin », les « déplacements urbains et l'environnement : l'écologie urbaine, une approche globale des liens entre transports urbains et environnement », et la « mobilité urbaine dans les villes en



développement : difficultés de mesures, incertitudes des tendances et de l'évaluation de la durabilité ».

La 2<sup>ème</sup> journée de sessions techniques a été consacrée à la demande et à la planification de transport, au développement urbain, à la mobilité et à l'accessibilité ; nous rassemblons ci-après les titres des communications les plus marquantes qui ont été développées au cours des sessions selon les thèmes :

- la demande de transport et les mesures de management : « ce qu'on doit ou qu'on ne doit pas faire à Mexico », « la gestion de la demande de transport dans les PED : le programme de covoiturage à São Paulo », « mobilité et changements de style de vie : une analyse des politiques de transport », « actions pour la réduction de la congestion de la circulation urbaine dans les villes d'Amérique latine », « améliorer la circulation par l'organisation de la circulation et les modifications des emprises routières : un cas de couloirs prioritaires pour bus avec des pistes séparées pour cycles », « faut-il organiser les chauffeurs de taxi du District fédéral de Mexico ? », et les « problèmes entraînés par l'utilisation des microbus à Mexico et les solutions alternatives ».

- la planification des transports et le développement urbain : « l'intégration de l'usage du sol et de la planification urbaine : le cas de Managua, Nicaragua », « intégrer le développement et la planification des transports : peut-elle être améliorée ? », « les barrières aux mesures rentables pour le transport », « transport public, du développement ad hoc à la planification intégrale (Guadalajara) », « assurer l'accessibilité en développant un corridor intégré : le développement du corridor Mabopane-Centurion à l'ouest de l'agglomération de Pretoria », « modélisation d'une forme/structure urbaine et de l'interrelation et interaction des transports : le cas de Delhi », « transport, planification d'un réseau de communication pour la ville de Taj-Agra », « une revue des applications du modèle usage du sol pour la prévision de la demande en transport », et l'« influence du métro dans le développement de la ville de Mexico ».

- le renforcement institutionnel : « le cadre institutionnel des projets de transport urbain dans les PED : l'étude du cas de Mumbai, Bombay », « la politique nationale de transport urbain pour un développement durable : le cas du Brésil », « la réforme de la réglementation des transports publics de passagers au Brésil : autorités publiques ou agences indépendantes ? », « applications des innovations des pays en développement aux problèmes de pays plus développés : une étude reliant Curitiba à Phoenix, Arizona », « transports publics et transition vers l'économie de marché : tendance organisationnelle d'un service urbain, implication de la production du service et du management urbain, évolutions comparées des trajectoires tchèques et vietnamiennes ».

- mobilité et accessibilité - aspects sociaux : « formulation d'une politique métropolitaine de transport des passagers handicapés physiques », « zones d'habitat des pauvres : localisation, fréquentation et représentation », « comment les changements de l'économie des grandes régions métropolitaines affectent la mobilité : le cas de New York », « contrastes de la motorisation et de la mobilité dans les mégapoles », « une structure mathématique pour mesurer l'accessibilité de différents groupes de revenus de Delhi utilisant la théorie des ensembles flous », « accessibilité et mobilité au Caire : le challenge du transport public », « dépenses de transport des ménages dans les villes d'Afrique subsaharienne », « mobilité pour les pauvres ».

- aspects financiers - externalités : « la mesure des externalités de la congestion de la circulation dans les villes brésiliennes : une étude exploratoire », « du péage au coût de la congestion à Oslo - quels sont les avantages ? », « externalités spatiales et planification coordonnée de l'utilisation du sol et des transports », « politique tarifaire et durabilité à Mexico », « méthode de financement pour les grandes artères du Windhoek selon la demande de transport et l'impact sur la circulation », « coût des dysfonctionnements du système de transport urbain d'Abidjan », « programme de restructuration des services de transport urbain ».



de Mexico », « association entre secteur public et secteur privé - la solution immédiate aux problèmes de transport urbain ».

La troisième journée de sessions techniques a été consacrée en matinée aux sessions techniques relatives à la technologie, l'énergie et les carburants alternatifs, à la sécurité des transports et à l'ingénierie du trafic. Nous rassemblons ci-après les titres des communications les plus marquantes qui ont été développées au cours des sessions selon les thèmes :

- technologies - énergie et carburants alternatifs : « le succès industriel de Météor en développement formel », « le métro léger : n'est il pas le choix du « cela ou rien » (Hobson's choice) pour les villes des PED ? », « la voiture électrique - option de technologie durable pour les zones urbaines », « le système Green Project d'Alstom », « histoire de l'évolution du réseau des systèmes électriques de transport urbain dans la ville et l'agglomération de Mexico », « le réseau express régional de la métropole de Mexico », « l'usage du gaz naturel comprimé pour un meilleur environnement urbain les leçons d'un PED », le programme bus propre de la RATP », « optimisation du choix des matériaux et de la conception des pièces d'automobile en vue de l'allègement et du rendement des moteurs ».

- transport, sécurité et ingénierie du trafic : « les accidents de bus : une contrainte supplémentaire pour les pays pauvres », « moderniser les systèmes de contrôle de trafic en PED : évaluation de la technologie SCOOT appliquée à Delhi », « gestion des transports en PED », « la sécurité routière à Santa Fé de Bogotá », « développement d'un modèle d'évaluation des économies engendrées par la réduction des accidents », « influence des piétons et/ou des cyclistes sur la sécurité et la capacité des giratoires », « la sécurité routière : application d'un modèle log-linéaire et proposition de RNA (réseaux neuronaux artificiels) ».

L'après midi de la quatrième journée a été l'objet de la séance de clôture.

Les conclusions du comité scientifique international (traduites du document en langue espagnole situé en annexe) classent les différentes communications en deux groupes principaux, le premier s'intéressant à la planification et aux aspects institutionnels, le deuxième groupe la multimodalité et l'intermodalité.

### **Premier groupe : planification et aspect institutionnel**

« Parmi les aspects les plus importants d'une politique directrice d'une ville il y a le développement urbain et les politiques de transport. Le besoin d'obtenir une coordination entre ces deux aspects a été souligné de manière répétée dans de nombreuses communications. Se posent d'une certaine manière, les questions institutionnelles qui à leur tour impliquent l'établissement de plans de développement intégré ou plans directeurs qui prennent en compte tous les aspects relatifs à l'habitat, la planification et les services urbains et parmi eux, le transport.

Autant les questions sur le développement local comme celles qui se réfèrent au transport urbain doivent rester présentes, autant il est essentiel de se demander qui décide quoi ? dans quel champ d'action ? qui paie quoi ? Ces questions couvrent le champ institutionnel et sans aucun doute sont complexes étant de la responsabilité de différentes autorités. Les questions prennent en compte la manière appropriée du phénomène automobile, les aspects de développement urbain, l'organisation du transport public, entre autre. La nature des actions qui doivent être décidées en accord avec les objectifs de la planification : court, moyen ou long terme, sont à leur tour examinées.

Naturellement, il n'y a pas une solution unique ; cependant, les problèmes se présentent presque dans les mêmes termes comme nous l'avons remarqué dans les travaux présentés dans ce Congrès. Les trois questions institutionnelles posées ci-dessus doivent être discutées d'une manière pragmatique, tenant compte de chaque étape se déroulant pas à pas, de manière progressive, de telle façon à éviter les erreurs.



Comme on l'observe dans les commentaires précédents, nous ne mentionnons pas encore le concept de qualité de vie. Nous l'avons fait de manière intentionnelle puisque nous avons l'impression à la lecture de ces communications que d'une manière globale la façon selon laquelle se discute la planification et le cadre institutionnel, conditionne en grande partie les résultats des actions prises en relation avec la multimodalité et l'intermodalité, qui ont un effet direct et visible avec les questions relatives au transport urbain et à l'environnement.

Une fois traité ce premier groupe, et avant de passer au commentaire du groupe de la multimodalité et intermodalité, nous pensons prudent de résumer les définitions de ces deux mêmes termes qui ont été donnés dans une communication présentée à CODATU VIII :

- la multimodalité se réfère à l'équilibre existant entre différents modes de transport : l'automobile, le transport public ou les bicyclettes et les piétons, pour n'en citer que quelques uns.

- l'intermodalité vient de la coordination et de la synergie de différents modes de transport de telle manière que chaque déplacement se réalise de la façon la plus convenable.

### **Deuxième groupe : multimodalité et intermodalité**

Les communications qui ont traité de ces thèmes ont été nombreuses et variées examinant l'usage adapté de l'automobile, du transport public, et analysent aussi les aspects importants relatifs aux piétons et aux cyclistes.

Les principales conclusions qui ressortent de la comparaison sont :

- la nécessité de plans globaux d'action qui inclue tous les modes de transport, soit à court, moyen ou long terme et l'importance en fonction de la méthode de prise en compte du problème, pour établir les objectifs qui permettent de limiter ou réduire l'usage de l'automobile,

- quant'à l'usage approprié de l'automobile, l'attention doit être portée sur les questions relatives au stationnement, à la répartition de l'espace public, au bon fonctionnement des taxis, à la recherche de formes d'augmentation du remplissage moyen des automobiles, à l'usage des systèmes intelligents de transport et des systèmes de péage.

- quant'au transport public, le besoin pressant d'améliorer son fonctionnement et son efficacité de telle manière qu'il puisse être une solution alternative et crédible à l'usage de l'automobile.

Nous devons insister sur les points suivants :

- l'importance croissante des réseaux dans le périmètre global du transport public d'une ville.

- l'importance d'optimiser ces réseaux pour les rendre attractifs et faciliter son financement.

- l'importance d'améliorer le fonctionnement des autobus tel que l'exploitation du service en fonction des émissions polluantes.

- l'importance croissante à prendre l'usager du transport public comme un client.

- l'importance, au nom de l'intermodalité, des aspects relatifs à la tarification du transport public, à l'information de l'usager et du développement des points d'échange modal.

- de même, quelques communications ont signalé la problématique des minibus et sa comparaison avec les autobus.



- quant'au déplacements à bicyclette ou à pied, on a souligné l'importance de les inclure dans des plans globaux, situation évidente mais à l'occasion oubliée.

### **Conclusion du comité scientifique :**

Le Congrès a permis à 106 auteurs de communications de 25 pays de débattre sur le thème du transport urbain et de l'environnement. À travers ces débats, des tables rondes et des sessions techniques, il est évident qu'au vu des thèmes traités il y a une série de problèmes qui sont semblables à n'importe quelle ville du monde. Ainsi la coopération internationale et les échanges d'opinions de manière ouverte et constructive sont importants et sont une matière pour avancer encore plus loin.

L'utilisation excessive de l'automobile, particulièrement dans les centres urbains, est un facteur qui a détruit la qualité de la vie urbaine et de l'environnement. Heureusement, il existe des solutions pour guérir ce mal.

La situation actuelle ainsi que l'augmentation de la mobilité urbaine en rapport avec les changements du milieu social et économique rendent nécessaire l'amélioration de l'efficacité du transport public urbain et suburbain de telle manière qu'il se consolide en une solution alternative crédible à l'usage de l'automobile. Parallèlement, on a besoin d'une attention plus soutenue au déplacement à bicyclette et à pied. Leur rôle doit être considéré comme les autres moyens de transport.

Dans ce contexte, les aspects relatifs à la planification institutionnelle et à l'organisation sont vitales.

Nous souhaiterions souligner pour terminer, cinq aspects :

- la problématique relative au transport urbain et à l'environnement ne trouvera pas de solution par des mesures magiques.

- il y a fréquemment un abîme entre les objectifs planifiés et la réalité quant'aux moyens mis en oeuvre.

- les difficultés et aussi les contradictions entre le développement de la mobilité et la préoccupation sur l'environnement ne doivent pas omettre qu'il doit y avoir un système cohérent de transport pour obtenir un développement équilibré des villes.

- la priorité est d'éviter de tomber dans un cercle vicieux, pour des raisons financières, qui entraîne la dégradation du transport public ainsi que les investissements correspondants ce qui implique de céder le terrain à l'automobile.

- le changement de stratégie de la Banque Mondiale dans le secteur des transports publics peut être une opportunité, à la lumière de la crise du transport urbain, de lancer des actions permettant de sortir du cercle vicieux pour établir un développement durable.



## Les transports urbains de la Zone Métropolitaine de la Vallée de Mexico

Avec un taux de croissance de 5 % par an, Mexico ou la Tenochtitlàn des Aztèques, ancienne cité lacustre, est devenue la seconde grande métropole du monde derrière Tokyo avec plus de 18 millions d'habitants : elle devrait atteindre 20 millions d'habitants avant 2010, 10 millions dans le District Fédéral (partie centrale de Mexico) et 10 millions en banlieue concentrée. Les villes périphériques accueillent la plus grande partie des paysans sans terre venus trouver en ville un travail et des conditions de vie meilleures que dans les campagnes. Le DF (16 communes) repousse vers des zones de plus en plus éloignées du centre (28 communes de l'État de Mexico) les populations qui ne peuvent plus se loger sur place mais qui continuent à y travailler. Pendant la dernière décennie, la croissance de la population s'est nettement ralentie, avec un taux annuel de 1,4 % : c'est sans doute l'effet du tremblement de terre de 1985 et la déconcentration industrielle organisée par les autorités. C'est ainsi que des villes comme Cuernavaca au sud, Puebla au sud-est et Toluca à l'est du DF ont connu une croissance démographique spectaculaire : Toluca est passée de 50 000 à 500 000 habitants de 1950 à nos jours, Cuernavaca et Puebla regroupent de nos jours respectivement 500 000 et un million et demi d'habitants.

Mexico est une métropole très dense avec une moyenne de plus de 100 hab. / ha sur l'ensemble de la zone urbanisée et jusqu'à 300 hab. / ha à l'intérieur du périphérique intérieur.

La problématique des transports urbains à Mexico est donc double puisqu'il s'agit de résoudre les disparités spatiales qui découlent d'une société très inégalitaire et de répondre aux nécessités de circulation d'un espace urbain en très forte expansion dont les limites dépassent désormais largement le cadre étroit des 1480 km<sup>2</sup> du DF et des 1250 km<sup>2</sup> des banlieues, ce dernier s'approchant des 1800 km<sup>2</sup> ces prochaines années.

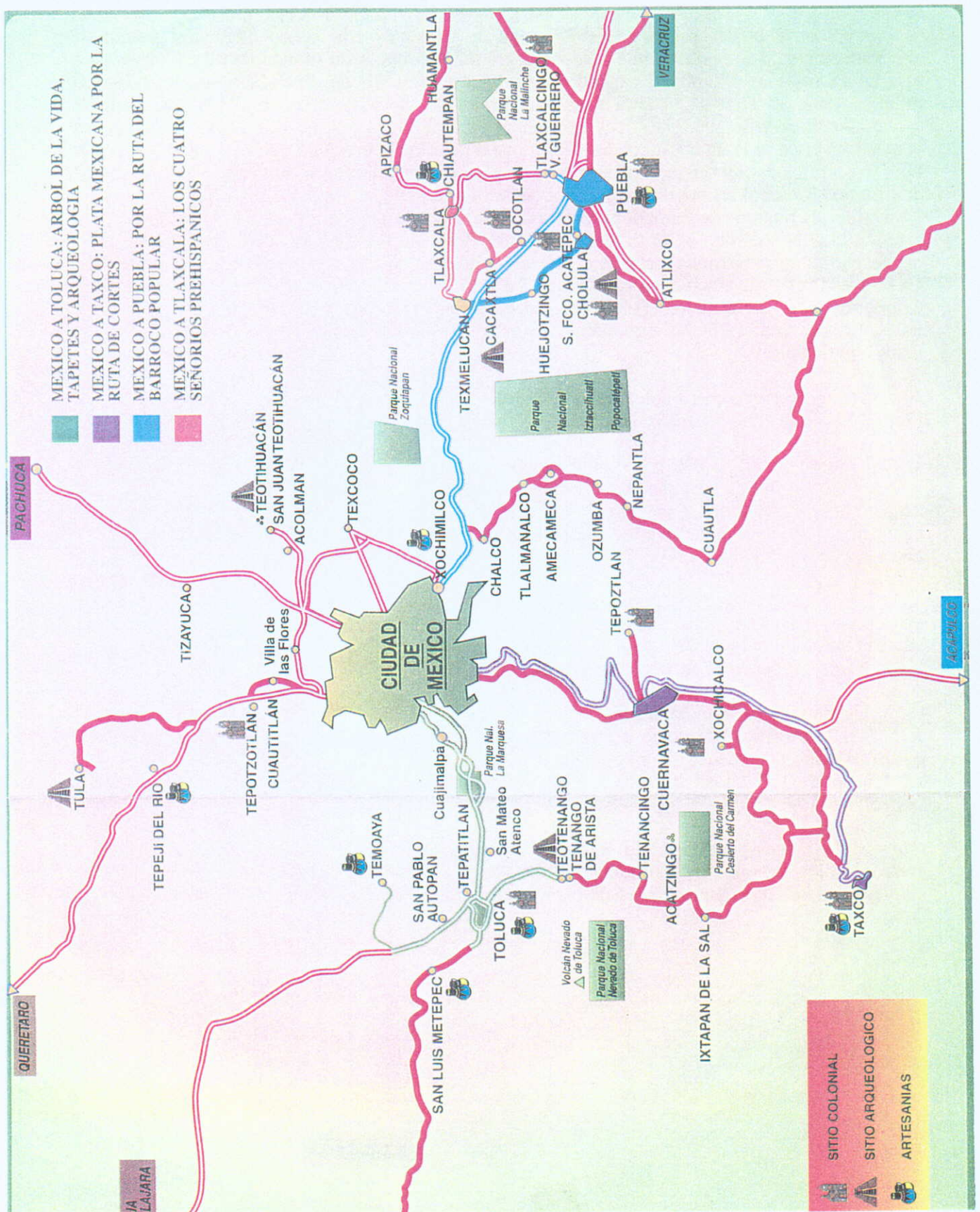
En ce qui concerne l'importance de la mobilité urbaine, elle est de plus de 30 millions de voyages par personne et par jour pour motifs de travail, éducation, loisirs, approvisionnement, santé et commerce dont 60,9 % s'effectuent en combis et minibus. Les systèmes de transport de masse effectuant seulement 15 % du total des voyages.

Un voyage dans la Zona Metropolitana del Valle México (ZMVM) pour aller travailler et retourner du travail constitue pour la majorité des habitants, 2,5 heures de déplacement en raison de la congestion de la circulation (circulan a vuelta de rueda) : selon la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI) 3000 millions de US \$ sont ainsi perdus chaque année.

Si le DF dispose déjà de mesures d'organisation des transports, le reste de l'aire métropolitaine est resté en grande partie à l'écart de ce développement et nécessite aujourd'hui de vastes efforts d'organisation et de planification du système de transport à court, moyen et long termes.



Schéma de la Zone Métropolitaine de la ville de Mexico





## Les transports urbains de surface

### *Les autobus*

En 1981, la compagnie d'autobus Ruta 100 desservant la zone centrale est expropriée et récupérée par les autorités du DF : en 1976 le parc de Ruta 100 était évalué à 7 260 unités, ce nombre baissant à 4 500 unités en 1981 dont 3 300 en service, puis 3 800 en 1992. Ces autobus ont été équipés de nouveaux moteurs moins contaminants. En 1994, le parc de Ruta 100 a été porté à 4 075 autobus dont 170 nouveaux bus articulés et 4 lignes offrant des services express ont été créées pour aller vers et dans l'État de Mexico. Ces autobus sont concurrencés par les minibus privés plus souples, plus fréquents et plus rentables. En 1995, le DDF a mis en liquidation judiciaire l'entreprise Ruta 100.

Ruta 100 assurait 3,8 millions de voyages par jour soit moins de 10 % du total. La desserte par autobus est complétée par des taxis collectifs.

La nouvelle autorité organisatrice STV, Secretaria de Transportes y Vialidad, successeur de la Coordinacion General de Transporte, CGT, responsable de la réglementation des transports publics, du contrôle de la voirie, et des parkings depuis 1995 s'est occupé de la fermeture de la compagnie publique Ruta 100 et de lancer des concessions auprès des opérateurs privés. Les opérateurs privés exploitent un total de 120 000 véhicules dont seulement 4 000 autobus qui assurent 4 % de la part modale. Les taxis collectifs ou minibus (116 000) assurent 58 % de la part modale des déplacements motorisés. Pour desservir la lointaine banlieue il y a 28 000 véhicules de différents types qui vont au delà du DF dans l'État de Mexico

Il y a parallèlement des taxis conventionnels au nombre de 60 000 unités.

L'ensemble des services d'autobus et taxis collectifs/minibus transporte journalièrement 10 millions de passagers.

### *Les minibus*

Les taxis collectifs (peseros) appartenant au secteur privé permettent de pallier les insuffisances des transports publics dans les zones où ne pénètrent pas les autobus. Ces taxis suivent aussi les lignes d'autobus et s'arrêtent à chaque coin de rue pour prendre ou déposer leurs clients : 42 000 véhicules appartenaient à ce secteur en 1991, 50 000 en 1994, ces montants sont tout à fait sous-évalués car ne prenant pas en compte les fraudeurs. Jusqu'en 1990, les peseros étaient formés de véhicules adaptés par leur propriétaire au transport de passager sur des véhicules de marque américaine bientôt remplacés par des combis Volkswagen (12 places). Depuis ces véhicules sont utilisés en lointaine banlieue et remplacés dans l'agglomération par des microbus pouvant transporter jusqu'à 30 passagers. Ces microbus offrent un voyage à 1,5 Pesos pour moins de 5 km, 2 Pesos pour 5 km < trajet < 12 km et 2,5 Pesos pour un trajet > 12 km. (1 Peso = 0,8 FF). Ces microbus sont équipés de pot catalytique et fonctionnent à l'essence sans plomb.

### *Les trolleybus*

Le réseau de trolleybus exploité par la STE, Servicio de Transportes Eléctricos del DF, dispose en 1995 de 13 lignes qui s'étendent sur 360 km, actuellement 16 lignes s'étendant sur 412 km desservant 380 quartiers (colonias) de 9 arrondissements (delegaciones) du DF. L'existence de ce réseau n'est pas remise en cause, 200 km de lignes supplémentaires vont être réalisées. Le parc de trolleybus dont 160 véhicules ont été rénovés entre 1993 et 1994 s'est agrandi récemment de 200 nouvelles unités standards de la série 9000, est constitué de 432 trolleybus.



La flotte programmée quotidiennement sur le réseau est de 340 véhicules qui circulent avec un intervalle de passage de 5 minutes, transportant ainsi 250 000 usagers par jour. Les nouveaux véhicules à la technologie de pointe introduits en 1998 et 99 ont amélioré la qualité du service offert par le réseau ce qui a eu pour effet d'augmenter sa fréquentation de 50 %.

Les caractéristiques techniques des trolleybus de la série 9000 sont détaillées en annexe.

Le parc de trolleybus de la STE comprend les véhicules de types selon le tableau ci-après :

Série	Marque	Mise en service	Type	Quantité
3200	Flyer canadien	1975	Rhéostat	9
4200	Masa Toshiba	1981	Hâcheur GTC	53
4300	Masa Toshiba	1984	Hâcheur GTO	98
4400	Masa Toshiba	1984	Hâcheur GTO	97
4700	Masa Mitsubishi	1988	Hâcheur GTO	45
5500	Marmon Herrington	1944	Rhéostatique TC-48	4
5700	Marmon Herrington	1944	Rhéostatique TC-44	1
7000	Masa Kiepe	1990	Rhéostatique	30
9000	Masa Mitsubishi VVVF	1997	Inverseur VVVF*	100
9000	Masa Mitsubishi VVVF	1998	Inverseur VVVF	100
			<b>Total</b>	<b>537</b>

\* VVVF Inverseur de tension et fréquence variable  
Source STE, avril 2000.

Le coût d'un trolleybus de la série 9000 a été indiqué par la STE au cours de la visite comme étant de 250 000 US\$ soit 2 500 000 Pesos ou 2 millions de FF.



# Schéma du réseau de trolleybus et métro léger de Mexico





### *Les tramways*

La ligne de tramway de Mexico, exploitée par la STE, ou Tren Ligero, se situe dans le sud de l'agglomération desservant le terminus de la ligne n° 2 du métro à Tasqueña jusqu'à la cité lacustre de Xochimilco (Embarcadero) (cf Plan schématique ci-dessus). Ce métro léger de surface circule dans le terre-plein central d'une large avenue, la voie a été remise à niveau en 1986 jusqu'au stade Azteca pour le Mondial du football, puis jusqu'à Xochimilco en 1988 ; les véhicules (PCC) ont été remplacés en 1991 par 12 véhicules articulés de Bombardier (Concarril) avec une technologie Siemens puis 5 véhicules supplémentaires en 1995. La ligne d'un linéaire de 13,4 km en site propre est enjambée de passerelles pour piétons généralement au droit des stations au nombre de 16 et 2 terminaux. La traversée des carrefours à l'heure de pointe se fait à l'aide de feux doublés de policiers qui n'hésitent pas à arrêter les véhicules du métro léger pour permettre le tourne à gauche des automobilistes, ce qui n'est pas favorable à l'exploitation du métro léger. Malgré ce handicap, la fréquentation du métro léger est en progression de 20 % en 1999 par rapport à l'année précédente : cette ligne a transporté 22 millions d'usagers en 1999, soit près de 70 000 passagers par jour. Aussi, il est prévu d'exploiter bientôt 20 véhicules sur cette ligne et de remettre à niveau la voie du terminus sud à Huipulco située à mi-parcours vers le nord.

La STE a repris d'anciennes lignes de Ruta 100 qu'elle exploite avec 170 autobus articulés diesel depuis novembre 1997. En outre elle a repris une flotte de 20 autobus standard aménagés pour des fauteuils d'handicapés auxquels s'ajoutent 4 trolleybus aménagés, l'ensemble est exploité sur 3 lignes desservant une grande partie de la ville.

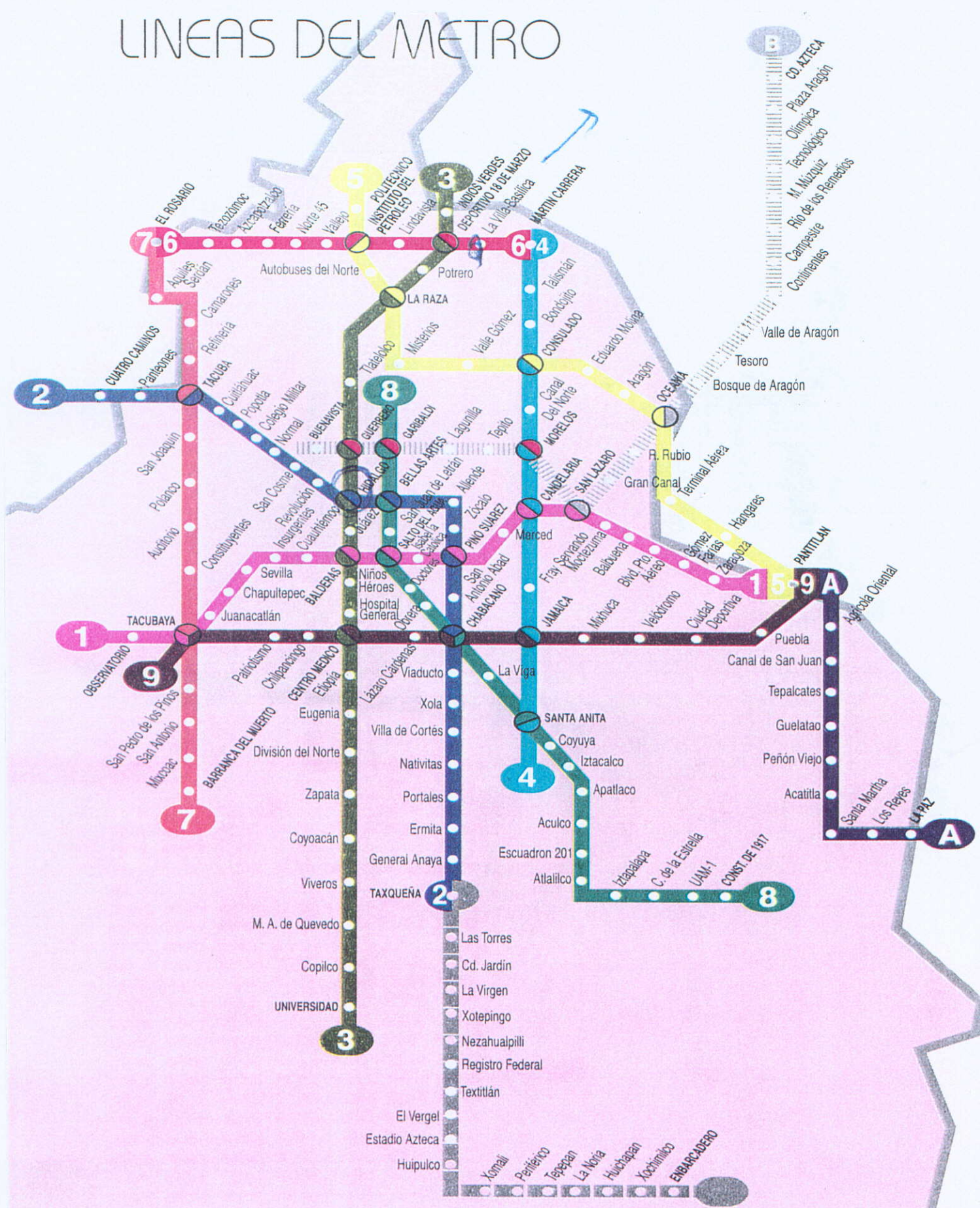
### **Le métropolitain et la ligne de RER**

Lancé en 1967 avec l'appui financier du gouvernement français, la participation de l'industrie française et des ingénieurs de la RATP et de SOFRETU. Un réseau de 41 km fut construit en 41 mois en première étape, une deuxième et troisième étape se déroula de 1977 à 1984 totalisant 60 km, la quatrième étape de 1984 à 1988 totalisant 40 km malgré le tremblement de terre du 19 septembre 1985 (10 à 20 000 victimes). La crise économique obligea à une pause entre 1988 et 1990 : une remise en cause des choix technologiques et des modes de financement eut lieu. Néanmoins durant cette période on modernisa la dernière ligne de tramway de 10 km située au sud du terminus de la ligne 2 du métro Tasqueña, puis on la prolongea de 5 km vers les jardins lacustres de Xochimilco.

Une cinquième étape reprit en 1990 avec la réalisation d'une ligne de « Tren ligero » mais en fait une ligne de RER de 17 km entre le terminus des lignes 5,9,1 de Pantitlán à La Paz, mise en service en août 1991 ; les travaux de la ligne 8 redémarrèrent (arrêtés en 1985-88 en raison de découvertes archéologiques dans le centre), les 22 km de cette ligne ont été mis en service en juillet 1994.



# LINEAS DEL METRO





Une ligne B entre Buenavista dans le centre et Ciudad Azteca au nord-est de 23,7 km dont 9,5 km dans l'État de Mexico, est en cours de construction depuis 1995 : le tronçon Buenavista - Oceania est achevé (jusqu'à la station Valle de Aragon 3 ième après Oceania) mais non mis en service, la réalisation du tronçon (8 stations de Continentes à Ciudad Azteca) restant continue au ralentie en raison de difficultés financières. Cette ligne est à roulement sur pneus contrairement à la ligne A de type RER à roulement sur fer mise en service en 1991.

Le projet de Tren Elevado annoncé en 1994 de 29 km reliant la zone centrale au secteur nord - ouest (Valla Dorado) a fait l'objet d'études en vue d'un appel d'offre pour une réalisation en concession mais ce projet est actuellement abandonné.

Le réseau actuel est constitué de 11 lignes (avec la ligne B) sur 202 km et 167 stations : le plan maestro ou schéma directeur prévoit 310 km et 15 lignes. Ce métro ressemble au métro parisien pour le gabarit et le type de véhicules sur pneus exploités, sauf que les interstations sont 2 à 3 fois plus longues et chaque rame est formée de 9 véhicules contre 5 véhicules à Paris ce qui donne des quais de plus de 150 mètres de long entraînant des stations de correspondance aux couloirs extrêmement longs très inconfortables pour certaines stations lorsqu'elles ne sont pas équipées d'escaliers mécaniques; aussi certains usagers préfèrent rester dans la rue et prendre le minibus où il y a une place assise et s'arrête à la demande.

Le métro transporte quotidiennement 5 millions de passagers ce qui le place en troisième position derrière les métros de Moscou et de Tokyo. La station de correspondance Pantitlán (4 lignes) reçoit 330 000 passagers par jour. Une enquête de 1994 auprès des usagers montrait que 49 % des suffrages allaient au métro contre 21 % aux microbus. Le prix du ticket est actuellement de 1 peso. la part modale ne représente pourtant que 13 % des déplacements motorisés dans l'agglomération.

Plus de la moitié des utilisateurs du métro, originaire de l'État de Mexico, doivent rejoindre les terminaux de chaque ligne pour prendre l'autobus qui les amènera à leur lieu d'habitation : ainsi, plusieurs stations situées en fin de ligne de métro sont devenues de véritables plateformes multimodales où 4000 autobus suburbains rabattent des millions de banlieusards. (cf photo de la gare routière d'Indios Verdes en annexe).

Les lignes de métro manquent d'interconnexion et les flux se concentrent sur les 3 premières lignes qui totalisent 80 % du trafic, le métro ne fonctionne pas encore en réseau ; néanmoins, l'avant dernière ligne n°8 (Garibaldi - Constitucion de 1917) mise en service en 1995 a permis d'accélérer le processus d'intégration.

#### *Les trains de banlieue*

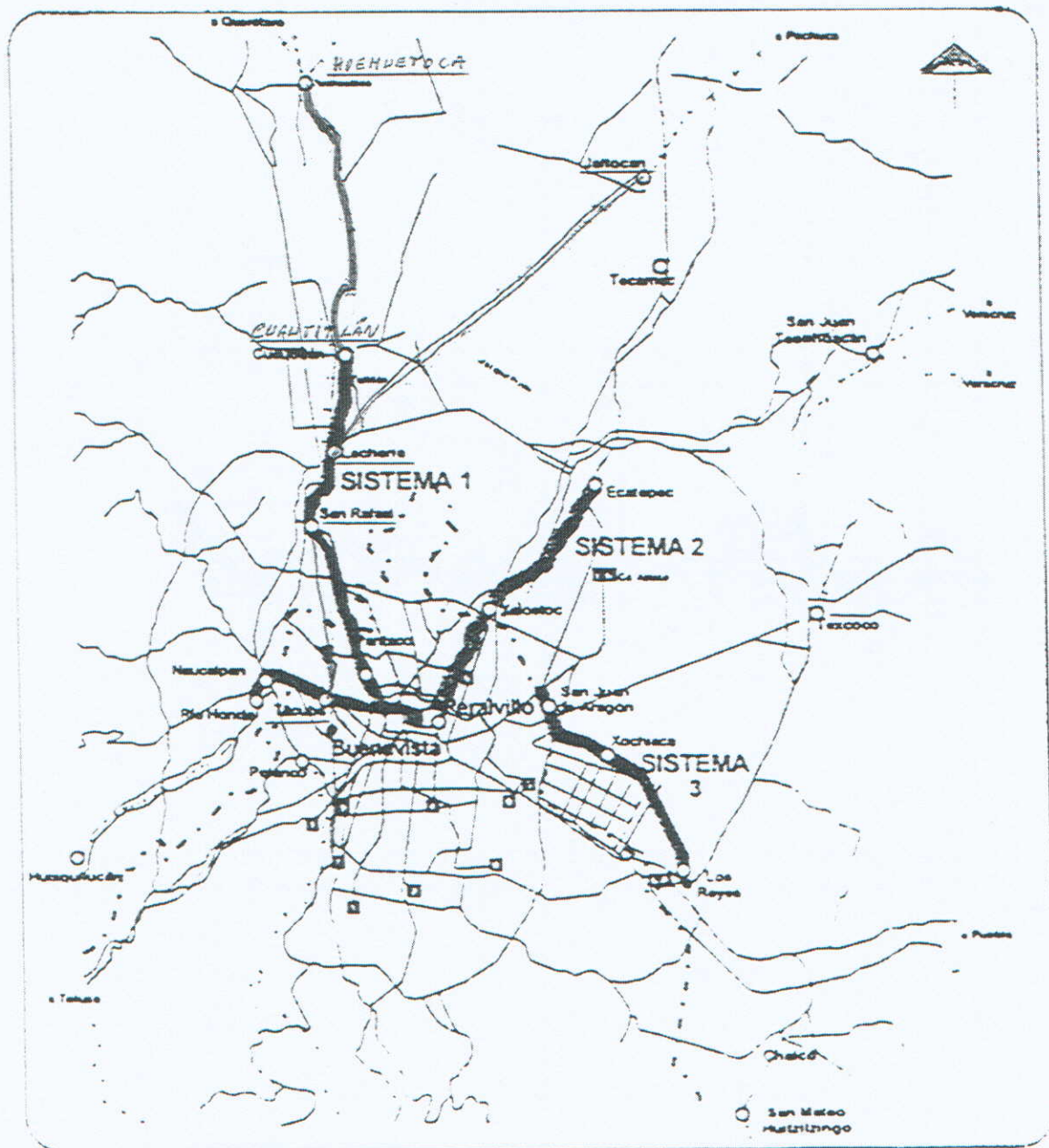
Le Ministère des communications et du transport a proposé dans le plan de développement national 1995 - 2000 un processus de restructuration des chemins de fer mexicains notamment dans la ZMVM. Il s'agit d'un projet de chemins de fer suburbains, système intégré de transport ferroviaire constitué de 3 corridors principaux : Buenavista - Huehuetoca, Ecatepec - Naucalpan, et Los Reyes - Aragón et des lignes de moindre capacité qui alimenteront les corridors.

Ce projet (cf. article en annexe) va réutiliser 240 km de lignes existantes ou d'emprises existantes dans la ZMVM de plus de 17 millions d'habitants. Son objectif est d'offrir un système de transport de masse de passagers en toute sécurité, compétitif et efficace, qui contribue à la réduction de la congestion de la circulation, de la pollution de l'environnement et de la consommation d'énergie et participe à la conduite du développement urbain de la ZMVM.

On estime que l'option la plus convenable est de commencer avec le corridor Buenavista - Cuautitlán - Huehuetoca, où deux voies ferrées électrifiées existent et il n'y a pas de problèmes d'expropriation sur l'emprise, les coûts d'investissement étant réduits, les risques restent limités.



## CONFIGURACION DEL SISTEMA





Ce montant correspond à 46 km d'axes et à une capacité de 500 000 passagers / jour.

### Constat sur l'état des transports urbains

Une communication de Codatu IX de A.R. Molinero en annexe rappelle : « ce qui s'est passé en 25 ans concernant les transports urbains :

- l'accroissement de 37 km de métro en 1976 à 202 km en 1999 ce qui a entraîné une demande de voyage de 1,7 millions en 1976 à 4,6 millions en 1996,

- l'augmentation de l'offre des systèmes de transport de surface s'est faite à travers des véhicules de petite capacité qui se sont substitués aux autobus : cette politique a permis de passer de 320 000 places offertes par jour en 1976 à 710 000 places en 1996,

- le nombre de taxis est passé de 2,6 unités pour 1000 habs. en 1976 à 10,5 unités en 1996.

Avec cette offre on a pu absorber l'augmentation de 90 % enregistrée par le nombre de voyages/personne/jour, la mobilité augmentant de 33 % sur cette période.

Le changement le plus important se situe dans les modifications de la répartition modale : on remarque ainsi que le partage se fait en faveur des véhicules de petite capacité au détriment des véhicules de plus grande capacité. Les politiques prises dans cette direction après 1985, selon Molinero Molinero ont été les plus grandes erreurs en matière de transport et d'environnement auxquelles a été confrontée cette ville. Ainsi, le transport de masse électrique (métro, trolleybus, métro léger) a réduit sa participation de 22 % en 1986 à 14 % en 1994, le transport par autobus diesel est passé de 42 % à seulement 11 % tandis que les unités de petite capacité (10 à 27 places) à moteur à essence appartenant à des milliers de petits prestataires indépendants ont vu leur participation passer de 11 à 58 % dans le même temps. D'un autre côté on a constaté une légère diminution de la part modale de l'automobile qui est passée de 25 % en 1986 à 17 % en 1994.

Les tableaux suivants synthétisent les paramètres de l'évolution des transports dans l'aire métropolitaine de la ville de Mexico AMCM.

Parc de véhicules en exploitation	Il y a 24 ans 1976	Il y a 14 ans 1986	Il y a 4 ans 1996
<b>Metro</b>	37 km 537 voitures	116 km 2161 voitures	178 km 2559 voitures
<b>Trolleybus, tramways,métro léger</b>	390 trolleys 116 tramways	320 trolleybus 15 véh. métro léger	439 trolleybus 19 véh. métro léger
<b>Autobus urbain</b>	7 800 véhicules	4 650 véhicules	1 269 véhicules
<b>Autobus suburbain</b>	7 500 véhicules	5 695 véhicules	1 284 véhicules
<b>Taxis,taxis collectifs, minibus</b>	40 000	96 500	116 562
<b>Automobile</b>	919 188	1 329 942	2 776 593

Source : « Lo que se debe y lo que no se debe de hacer : la ciudad de México » par Molinero, dans Codatu IX cf annexe.



Répartition modale voy.pers.jour 10 <sup>6</sup>	Il y a 24 ans 1976	14 ans 1986	4 ans 1996
<b>Total</b>	15,7	22,0	29,2
<b>Répartition modale en %</b>			
<b>Métro</b>	10 %	19 %	13 %
<b>STE</b>	4 %	3 %	1 %
<b>Autobus urbains</b>	41 %	26 %	7 %
<b>Autobus suburbains</b>	8 %	16 %	4 %
<b>Taxis, Colectivos, minibus</b>	12 %	11 %	58 %
<b>Sous - total</b>	75 %	75 %	83 %
<b>Automobile</b>	25 %	25 %	17 %

Source : « Lo que se debe y lo que no se debe de hacer : la ciudad de México »  
par Molinero, dans Codatu IX cf annexe.

### Le Plan Maestro

Le schéma directeur ou Plan Maestro établi à divers horizons 2003, 2009 et 2020 prévoit pour 2020 un réseau de métro de 17 lignes (342 km) tandis que le réseau de métro léger aura 10 lignes (141 km) comprenant au total 483 km. Le parc de trolleybus sera augmenté pour atteindre 1100 unités au même horizon.

Les projets viables à court terme

À l'horizon 2006 les projets de systèmes électriques sont les suivants :

- pour le réseau de métro, les prolongements de la ligne 7 de Barranca del Muerto à San Jeronimo

de la ligne 8 de Acoxta à Indios Verdes

de la ligne 12 de Atlalilco à Mixcoac.

- pour le réseau de métro léger, les lignes à construire de Constitucion de 1917 à Chalco,

de la Linea Ecologica Eduardo Molina

de la Ruta de Tranvia Roma à Condesa

de la Linea Ecologica Centro Historico.

- pour le réseau de trolleybus, les lignes à construire :

de San Felipe de Jesus à Metro Martin Carrera,

Eje 1 Norte, du métro Guerrero à La Defensa

des lignes F, R1 et R2 Eje 3 Oriente, du métro Mixhuca au métro Escuadron 201 (prolongement

(prolongement de la ligne LL), du métro Hidalgo à l'Instituto Politecnico Nacional

du métro Constitucion de 1917 à Tlahuac (ligne T1).



- pour les trains de banlieue

Les gouvernements du DF et de l'État de Mexico ont décidé des projets de lignes de chemin de fer radiales « trenes radiales » pour relier la ville de Mexico aux villes voisines de Toluca, Cuernavaca, Cuautla, Puebla, Tlaxcala, Pachuca et Querétaro, constituant ainsi un réseau de trains à grande vitesse dont l'avantage principal serait d'éviter que la zone urbanisée de Mexico continue à croître de manière anarchique.

## **L'automobile**

### *Une ville asphyxiée*

La quantité d'oxygène dans l'air de Mexico située à 2 240 mètres d'altitude est réduite de 23 % par rapport à celle que l'on trouve au niveau de la mer. Aux heures les plus chaudes de la journée, le rayonnement solaire intense et les grandes quantités d'hydrocarbure dégagés dans l'atmosphère favorisent la production importante d'ozone et d'autres oxydants photochimiques. Plus de 30 000 établissements industriels sont implantés dans la vallée de Mexico dont 4 000 rejettent des résidus dans l'atmosphère. Cependant, les transports urbains ont été à l'origine de la plus grosse partie de la pollution : les autobus urbains de la Ruta 100 ont été souvent mis en cause dans la production de CO, aussi un programme de rénovation des moteurs a été mis en place à partir de 1990. Des études montrent que plus de 80 % de la pollution atmosphérique est liée à la circulation automobile : les embouteillages et l'augmentation constante du trafic outre un parc automobile souvent mal entretenus ont donné en 1990 des indices de pollution de l'air et du sol supérieurs pendant 300 jours aux normes internationales.

On constate qu'avec seulement 5 % des véhicules utilisés, le transport collectif assure 80 % des déplacements à Mexico alors que les voitures privées représentant 95 % des véhicules, ne satisfont que 20 % de la demande de déplacements.

L'accroissement de la circulation automobile a aujourd'hui deux conséquences visibles et sensibles dans l'agglomération de Mexico : l'accroissement des heures perdues dans les embouteillages et l'augmentation dramatique de la pollution atmosphérique : on évalue à 30 millions le nombre de voyages par jour effectués dans l'agglomération de Mexico et à plus de 20 millions le nombre d'heures perdues quotidiennement dans les embouteillages.

La vitesse moyenne de déplacement qui était de 25 km/h en 1979, est passée à 15 km/h en 1982 et à 13 km/h en 1990. Dans le centre ville les voitures circulent en moyenne à 10 km/h comme les autobus, en périphérie 25 km/h pour les automobiles et 20 km/h pour les autobus.

### *Restrictions à l'usage de l'automobile*

La période 1950 - 80 a correspondu à une période de prospérité marquée par l'adoption du modèle nord - américain : le nombre de véhicules particuliers du DF a été multiplié par trente en 40 ans, on compte aujourd'hui 3 millions de voiture dans la zone métropolitaine de Mexico. On a tracé de grands axes de circulation, les ejes viales, selon la trame orthogonale existante : huit grandes avenues ont été percées dans le sens nord - sud et onze dans le sens est - ouest dans un périmètre délimité par un grand boulevard périphérique, el circuito interior, entre 1970 et 1980. Dans ce périmètre on trouve 3 millions de personnes selon une densité de 300 hab./ha.

À la fin des années 80, le gouvernement mexicain a décidé de prendre des mesures spectaculaires afin de réduire les effets négatifs de la circulation automobile. Un comité technique interinstitutionnel a ainsi été créé en 1988 regroupant aux côtés de représentants de tous les ministères concernés, les représentants de l'État de Mexico, des municipalités de la zone urbanisée, de PEMEX, de l'Institut Mexicain du Pétrole et de la Commission Fédérale d'Électricité. Ce comité a élaboré un programme de 10 ans touchant tous les secteurs d'activité appelé PICCA dont les actions portent sur :



- l'industrie pétrolière
- le transport
- l'industrie privée et les établissements de services,
- les centrales thermoélectriques
- le reboisement et la restauration de l'environnement,
- la recherche, l'éducation écologique et la communication sociale.

En ce qui concerne le transport, ce thème s'organise autour de trois axes :

- le contrôle et la limitation des modes de transport de surface individuel et de marchandises,
- l'amélioration de l'offre et de la qualité des transports publics,
- les transformations institutionnelles et la réforme du système de financement des transports urbains.

La première mesure spectaculaire prise par le Departamento del Distrito Federal en matière de transports a été « Hoy No Circula », aujourd'hui ne roule pas : on a décidé de limiter la circulation des véhicules individuels : « un jour sans voiture », programme appliqué en novembre 1989 afin d'empêcher de rouler 20 % du parc un jour par semaine qui a eu un effet immédiat, le métro a enregistré une augmentation du nombre de passagers de 5 %. Mais entre 1988 et 1990, 400 000 voitures supplémentaires ont été immatriculées dans le DF, voitures d'occasion le plus souvent très polluantes. De la même façon, les taxis ont eu des contraintes de circulation ne pouvant pas circuler à certaines heures selon le numéro d'immatriculation : seuls les taxis possédant un pot catalytique, appelés taxis verts, peuvent circuler sans restriction. Bientôt la totalité du parc de taxis a été équipée de pots catalytiques. Les véhicules privés équipés de pots catalytiques ont aussi pu circuler sans restrictions.

Un vaste programme de contrôle technique des véhicules a été adopté, les centres de contrôle sont près de un millier : un contrôle semestriel utilisant une base de données informatisée est obligatoire. Plus de 30 000 véhicules de transport de marchandise ont été convertis au gaz liquide de pétrole qui réduit de 90 % les émissions de monoxyde de carbone.

Le centre historique de la ville a été partiellement interdit à la circulation automobile et on voit des cyclos-pousses circulant autour de la place centrale, le Zocalo au plaisir des touristes.

#### *Réorganisation des transports publics*

Les mesures prises pour restreindre la circulation automobile ayant peu d'effet, les autorités ont décidé de continuer à investir dans les transports publics, c'est ainsi qu'à partir de 1990 on a réalisé une ligne de RER, la ligne A, de Pantitlán à Los Reyes, sur 17 km dont 4 km dans l'État limitrophe de Mexico; prévue pour transporter 26 000 pas/h/sens en un premier temps, cette ligne pourrait transporter le double en réduisant l'intervalle de passage grâce à l'équipement de conduite dont il est équipé, le système Sacem. Dans le sud de Mexico, la dernière ligne de tramway Tasqueña - Xochimilco a été améliorée et équipée de 12 nouvelles rames de tramways modernes, il est prévu de la prolonger jusqu'à Tulyehualco soit 22 km de plus.

### **Conclusion Générale**

La conférence CODATU, riche d'enseignements et d'expériences, s'est déroulée en un lieu, Mexico, véritable laboratoire des transports urbains, urbi et orbi, où la France avec les ingénieurs de la RATP a su réaliser un grand réseau de métropolitain (200 km en 30 ans).

Ce réseau doit relever le challenge des minibuses plus souples mais moins sécuritaires et soumis aux aléas de la circulation en améliorant les stations d'échanges et en coordonnant les différents modes de transport.



Le réseau de métro devrait être prolongé d'un réseau de RER, les clients sont là, les investisseurs sont encore réticents étant donné la concurrence tarifaire (80 km = 8FF en autobus suburbain, par exemple).

La Zone métropolitaine de la Vallée de México pourrait être aussi un excellent champ d'études pour la recherche sur la mobilité afin d'appréhender les phénomènes de déplacements et favoriser une meilleure répartition des déplacements motorisés vers les transports électriques de masse, les minibus restant complémentaires de ces derniers.

## BIBLIOGRAPHIE

Amsler Y., Sofretu, « Mexico étouffe sa pollution », dans les cahiers de l'IAURIF n°114-115 mai 1996.

Balat J.L., Vincé P., Sodeteg, « Planification des transports de l'aire métropolitaine de Mexico city : un exemple de la forte présence mondiale de l'ingénierie française », dans TEC n° 103 nov-déc. 1990.

DDF, Ciudad de Mexico, « Linea 8, primera etapa, Garibaldi - Constitucion de 1917 », édité par Covitur, 1994.

DDF, Ciudad de Mexico, « Nuevo concepto pilotaje automatico SACEM, Sistema de Ayuda a la conduccion, explotacion, al mantenimiento de la linea A (Pantitlan-La Paz), del Metro de la Ciudad de Mexico, édité par Covitur, août 1991.

DDF, Ciudad de Mexico, « Linea A Pantitlan - La Paz », édité par Covitur, 1991.

Henry E., Godart X., Coindet J.P., Figueroa O., Kuhn F., Inrets, Maurel, Cetur, 1988, *Rapport d'évaluation à posteriori du Métro de Mexico, 3 tomes*, pour la Direction du Trésor, Ministère des Finances.

Henry E., Kühn F., Inrets, Conolly P. Cenvi, « Evaluation des Variantes du Métro de Mexico : ligne A et Train léger », rapport d'évaluation rétrospective pour le Ministère de l'économie, Direction du Trésor, Service des Affaires internationales, contrat CFD/Inrets, 3594 du 6/7/94. Confidentiel.

Henry, E et Kühn, F, 1996, « Du métro à ses variantes : leçons mexicaines et autres », conférence Codatu VII, Delhi 1996.

Martin C., « À la découverte du métro de Mexico », dans la revue Rail Passion n° 24déc. 98 - janv. 99.

Musset A., Institut Universitaire de France, Université de Paris X, « De la pirogue au TGV : les transports urbains à Mexico », dans Transports Urbains n° 86 janv-mars 1995.