

# L'irrésistible percée du métro de Mexico

## Etienne Henry

*Les Annales des Ponts et Chaussées*, n° 83, Paris, ENPC, 1997, p. 63-75.

Tacubaya - La Paz :

|   |   |
|---|---|
| VINGT-CINQ ANS DE CONSTRUCTION DU MÉTRO DE MEXICO.....    | 1 |
| UNE IMPLANTATION EN QUATRE ÉTAPES.....                    | 2 |
| UN RÉSEAU DE BASE DE CONCEPTION ÉVOLUTIVE.....            | 4 |
| UNE CONSTRUCTION DONT LE COÛT EST ÉLEVÉ.....              | 6 |
| DES IMPACTS SURPRENANTS SUR LE SYSTÈME DE TRANSPORT ..... | 8 |

La construction du métro de Mexico (190 km en 25 ans), outre qu'elle a constitué une performance technique (les séismes de 1985 n'ont pas affecté l'ouvrage), a été une prouesse économique par l'importance des financements mobilisés. Soit soixante milliards de francs actualisés en 1995, qui ont partiellement fait l'objet de quatre protocoles de prêts garantis par la Coface, entre la visite du général De Gaulle en 1964 et la sortie du Mexique de l'ensemble des pays « aidables ». Elle pose néanmoins de redoutables questions : autant les premières lignes sont saturées, car calibrées en-deçà de la demande, et de nombreux usagers se reportent vers d'autres modes (minibus, voitures particulières), autant la demande sur les nouvelles lignes reste modérée. La chute globale de fréquentation observée ces dernières années interroge sur le rythme soutenu de la construction, face à une demande évoluant en relative indépendance par rapport à l'ouverture de nouvelles lignes de cette mégapole. Il n'est pas douteux que l'impact d'un métro dans les villes en développement est plus visible sur le plan sectoriel que sur celui de l'urbanisme.

### **Tacubaya - La Paz : VINGT-CINQ ANS DE CONSTRUCTION DU MÉTRO DE MEXICO**

Depuis 1967, la ville de Mexico s'est dotée d'un système de transport ferroviaire urbain moderne qui atteindra bientôt deux cents kilomètres. On parle d'une prouesse sur le plan technique dans la mesure où on avait longtemps pensé que les mauvaises conditions du sous-sol de la cuvette lacustre de Mexico s'opposaient à l'implantation d'un métro : les séismes de 1985 n'ont pas affecté l'infrastructure souterraine flottante qui a été conçue pour affronter ces problèmes (Navarro, 1994).

Mais aussi, prouesse sur le plan économique, aucun autre pays n'ayant construit en un quart de siècle un système d'une telle portée, puisqu'il est aujourd'hui le cinquième métro au monde en extension (il aura fallu plus d'un siècle à Paris pour achever ses deux cents kilomètres de métropolitain). Cette réalisation correspond aux efforts assumés par la nation mexicaine dans son ensemble, dus au statut du District fédéral et à la taille de l'agglomération de Mexico (estimée à 6,3 millions d'habitants en 1965 sur une aire de 372 km<sup>2</sup>, et à 15,6 millions pour 1 250 km<sup>2</sup> en 1990, selon des chiffres officiels en dessous de la réalité).

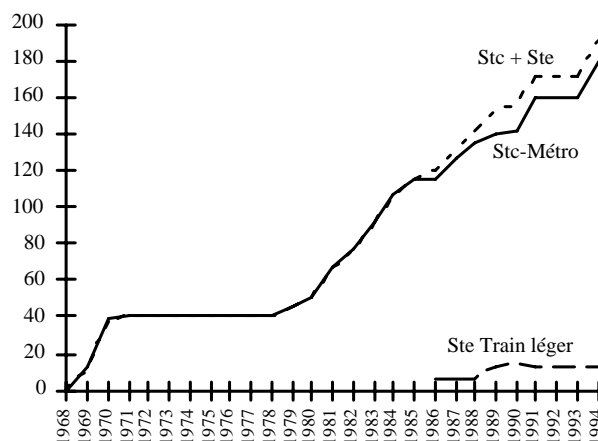
Elle est aussi l'œuvre d'un puissant groupe d'ingénierie civile mexicaine (le consortium Ica –principal contractant des ouvrages publics mexicains et présent jusqu'aux États-Unis– et une vingtaine d'entreprises de BTP et d'équipements directement ou indirectement associées). C'est notamment pour cette influence que le métro de Mexico a été longtemps

critiqué, y compris par des organismes internationaux où il a longtemps eu mauvaise presse.

Elle est enfin le résultat d'un vaste projet de coopération internationale, associant notamment, pour l'électromécanique, la signalisation et le matériel roulant, une soixantaine de sociétés françaises, derrière la Sofretu, le groupe Alstom et la BNP, sous couvert d'une imposante aide gouvernementale au développement (un vingtième du montant total des prêts bonifiés et dons publics accordés par la France aux États étrangers en trente ans). Neuf lignes sont aujourd'hui exploitées par une compagnie publique, le STC-métro ; une dixième, dite de train léger, reliquat modernisé des lignes de tramway qui ont été remplacées par du métro, est exploitée par le STE qui gère aussi un réseau de trolleybus. Il est possible de tirer des leçons de cette expérience, moins du fait de son exemplarité que parce qu'elle permet de mettre en rapport des réalisations dont les variables externes sont contrôlées, ce qui est rarement le cas dans les comparaisons internationales (Henry, 1987).

Partant d'un objectif affiché de dix kilomètres par an, les Mexicains sont donc arrivés à en construire en moyenne 7,4, jouant un rôle pionnier en Amérique latine qui compte aujourd'hui sept métros "classiques" en fonctionnement (Figuroa & Henry, 1987a) et un en construction, six "métros légers" ou "trains urbains" –hormis les anciens réseaux ferroviaires suburbains– et où une demi-douzaine de projets en sont à la mise en chantier.

Figure 1  
Évolution du réseau ferroviaire  
urbain de Mexico 1969-1994



Selon la courbe accidentée de la fig. 1, on voit à Mexico une progression impressionnante des lignes mises en service dans les trois premières années, puis un palier de stagnation, une reprise de la croissance accélérée dans les années quatre-vingts suivie par une évolution plus irrégulière. La construction d'une ligne durant en moyenne deux à trois ans, ces inflexions reflètent des choix antérieurs et expriment la politique de métro, appliquée avec des variations notoires au cours de son processus de construction.

## UNE IMPLANTATION EN QUATRE ÉTAPES

- I. Entre 1967 et 1970, c'est par du « clefs en mains », procédant de relations directes entre le STC, Ica et les sociétés associées à la RATP, qu'on a construit un premier faisceau de trois lignes, soit 42 kilomètres essentiellement en souterrain, desservant le centre-ville selon un tracé dit en anneau. Celles-ci ont connu dès le début un franc succès de fréquentation et, à la fin de cette phase, le métro se taillait une part de marché de l'ordre

de 12% des transports de la ville, ce qui montre tant la justesse du tracé que l'ampleur des retards accumulés en matière de transports en commun. Selon une option de roulement pneumatique, de pointe mais qui s'est avérée par la suite un peu limitative du point de vue des capacités (Coindet, 1989), tous les équipements et le matériel roulant (neuf cents voitures) étaient alors importés, la part mexicaine se limitant à 65% de l'ouvrage, essentiellement le génie civil et quelques équipements de base.

- II. Pendant une seconde phase, les investissements de transport se sont portés sur les infrastructures routières (anneau périphérique et vingt axes transversaux) et une longue stagnation de la construction du métro provenait de ce qu'on acceptait moins la dépendance technologique et industrielle pour l'acquisition du matériel roulant qu'on augmentait substantiellement. Puis, de 1977 à 1985, ce fut la relance par la prolongation des trois lignes existantes et surtout par l'ouverture de quatre autres encadrant la ville à l'est, à l'ouest et au nord. Au total, 73 kilomètres de lignes furent alors construites, avec de larges sections en surface ou en aérien, et dotées d'un petit millier de véhicules, produits pour moitié localement sous licence. Le Département du district fédéral –DDF se dotait d'un puissant maître d'ouvrage délégué, la Covitur, en relation directe avec la banque nationale de développement Banobras et en interface avec les chefs de file des fournisseurs étrangers, essentiellement français, selon un dispositif institutionnel durable.
- III. Une troisième phase, plus « critique », amenait, malgré l'aide renouvelée de la France, à revoir la programmation en ajustant le rythme de construction du métro aux possibilités réelles du pays, et à renforcer l'appropriation locale de la technologie des équipements de roulement par une politique dite de "mexicanisation" ; la part d'intégration nationale s'élevait alors à 85%. Si les lignes de la phase antérieure ne connaissaient pas le succès des trois premières, il fallait les prolonger jusqu'aux limites du District fédéral et la ligne 9 devait résorber les excès de fréquentation sur le faisceau central. Vingt-six kilomètres de lignes étaient ainsi mis en service, avec plus de quatre cents voitures, en partie produites par le constructeur national Concaril, qui connaissait cependant de telles difficultés qu'il fallut importer des rames du Canada (cette société publique sera ultérieurement vendue à Bombardier).
- IV. Une phase « alternative » lui succédait. En effet, au milieu des années 1980, la crise de la dette mexicaine altérait les rapports entre l'État fédéral et l'agglomération de Mexico : ainsi, la quatrième phase a été marquée par l'introduction de variantes importantes au système. On a cherché à développer des alternatives plus légères, à récupérer des emprises existantes, à étendre le réseau vers la périphérie et à passer au roulement métallique et à l'alimentation électrique par caténaire. Si l'on a maintenu l'exécution de la ligne 9, conformément à la programmation initiale et aux engagements pris avec les fournisseurs français, on a entrepris deux réalisations alternatives, classées sous le terme de « métro léger », la ligne A dite « métro de fer » et le tramway rénové du STE, dit « train léger ». Au total, une cinquantaine de kilomètres de lignes de métro et de tramway ont été construits ou rénovés dans cette phase, avec une dotation d'à peine trois cents voitures, produites localement pour les métros légers, mais à nouveau importées (d'Espagne) pour les rames sur pneumatique.

Importation clefs en mains, substitution technologique, moments critiques de l'endettement et recherche d'alternatives plus légères illustrent parfaitement les divers aspects de l'implantation de métros dans les villes en développement. À Mexico, malgré des suspensions de travaux en 1972-77 et en 1987, les tensions n'ont pas entraîné l'arrêt de la construction, comme c'est souvent le cas. L'aide financière française, maintenant close par l'entrée du Mexique à l'OCDE, a eu un effet stabilisateur. Mais des variations importantes ont scandé le processus d'implantation. Bien que tout au long de ce processus ait prévalu

l'idée de doter le système de transport de Mexico d'une « épine dorsale », le réseau octogonal quadrillant le District fédéral, disposant d'importantes stations d'échange avec les autobus aux nœuds de contact avec les zones résidentielles et industrielles de l'État de Mexico.

| <b>Caractéristiques du réseau de Mexico en 1995</b> |                    |                        |                  |                              |                                |
|---|--------------------|------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <i>Lignes n°</i>                                    | <i>Linéaire km</i> | <i>Stations nombre</i> | <i>Rames nb.</i> | <i>Intervalles h.p. sec.</i> | <i>Site dominant roulement</i> |
| 1   | 19                 | 20                     | 37               | 115                          | Tunnel - pneu                  |
| 2   | 24                 | 24                     | 38               | 130                          | Tunnel/Surface - pneu          |
| 3   | 24                 | 21                     | 40               | 125                          | Surface/Tunnel - pneu          |
| 4   | 11                 | 10                     | 7                | 350                          | Viaduc - pneu                  |
| 5   | 16                 | 13                     | 13               | 260                          | Surface/Tunnel - pneu          |
| 6   | 15                 | 11                     | 8                | 350                          | Tunnel - pneu                  |
| 7   | 14                 | 14                     | 14               | 260                          | Tunnel - pneu                  |
| 8   | 20                 | 19                     | 28               | 165                          | Surface/Tunnel - pneu          |
| 9   | 16                 | 12                     | 18               | 170                          | Viaduc/Tunnel - pneu           |
| A   | 17                 | 10                     | 18               | 170                          | Surface - fer                  |
| Métro   | 176                | 154                    | 221              |                              |                                |
| Train léger   | 13                 | 14                     | 17               | 240                          | Surface -fer                   |
| <b>Ensemble.</b>                                    | <b>189</b>         | <b>168</b>             | <b>238</b>       |                              |                                |

Sources: STC, STE ; élaboration F. Kühn

Cette option qui, selon la dernière version du programme de Covitur, devrait aboutir en l'an 2010 à 460 kilomètres de lignes, est celle d'un métro urbain à forte capacité : avec quelque quatre millions et demi de passagers transportés par jour, le métro de Mexico se situe au quatrième plan mondial du point de vue de la fréquentation. Pourtant, à en croire la récente enquête origine-destination, il ne contribuerait que pour 13,4% à la répartition modale des déplacements de l'ensemble de l'agglomération. Voilà bien un résultat paradoxal des systèmes de transport de masse dans les villes en développement, dont le rythme de croissance, même aussi accéléré qu'à Mexico, n'atteint jamais celui de l'urbanisation.

## **UN RÉSEAU DE BASE DE CONCEPTION ÉVOLUTIVE**

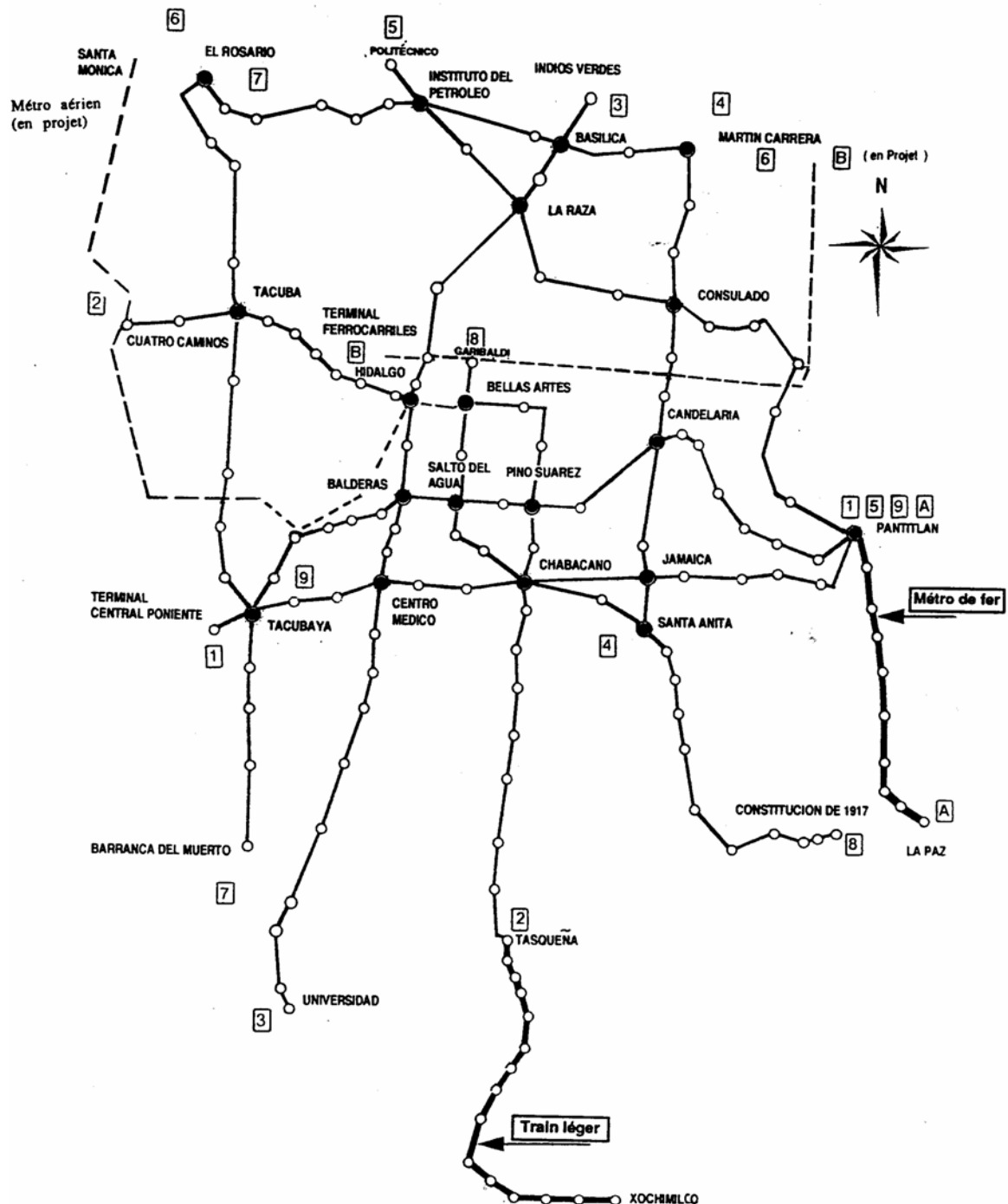
La conception de base qui a guidé les trois premières phases était bien celle d'un métro urbain classique, avec les spécifications techniques propres au site, à l'option prise en termes de matériel roulant (voitures à roulement pneumatique à l'image des récentes innovations parisiennes) et à la volonté d'adopter des technologies de pointe pour les équipements électromécaniques. Il s'agissait d'atteindre des capacités de l'ordre de soixante mille places offertes par direction en heure de pointe. Effectivement, sur certaines lignes on peut atteindre la limite technique de 95 secondes entre deux rames (en fonction du système de pilotage utilisé).

Pour diminuer les coûts de génie civil, en bonne partie dus à la construction des stations, les interstations allaient en augmentant au fur et à mesure que l'on s'éloignait du centre (de 800 à plus de 1 500 mètres). Et parmi la vingtaine de stations de correspondance, deux sont triples et une quadruple, véritable nœud d'engorgement du système à la périphérie orientale.

Le matériel roulant était donc composé de rames de six à neuf voitures à roulement pneumatique, d'une façon homogène pendant les trois premières phases du métro. Les trains furent d'abord directement importés de France. Puis on commença à les produire localement sous licence, avec importation ou production intégrée de composants. Le

rythme de la production ne suivant pas celui de la construction, il fallut encore en importer deux cents du Canada. Et le retour au monopole national alla de pair avec une certaine diversification des achats à l'étranger, vers le Japon et l'Allemagne notamment. Au total, près d'un millier de voitures ont été produites au Mexique, avec un degré d'intégration nationale de 76% à la fin de la troisième phase.

Carte du réseau ferroviaire urbain de Mexico en 1995



Si la voie et l'alimentation électrique étaient produites localement, tout ce qui concerne l'équipement électromécanique dut alors être importé : commande centralisée (deux postes de commande), pilotage automatique, signalisation, téléphonie et communications, ainsi que d'autres équipements de pompage, d'éclairage, de ventilation, de sonorisation et les tourniquets de péage automatique et escaliers mécaniques. L'électromécanique dans son

ensemble ne devait pas souffrir du moindre handicap technologique et, dans un domaine de faible connaissance locale, il n'a pas été réalisé de véritable transfert technologique. On peut estimer à 17% la participation de sociétés françaises entre 1967 et 1994.

Ainsi, les investissements totaux moyens ont-ils tourné autour de soixante millions de US\$ (1995) par kilomètre, ce qui situe le métro de Mexico dans le tiers inférieur de la fourchette mondiale de coûts de construction, qui varie de un à dix selon les sites et les estimations (Armstrong Wright, 1986 ; Fouracre & al., 1987).

Dans la quatrième phase, d'importantes variantes d'ordre financier, technologique, institutionnel et urbanistique ont été conçues depuis la mi-1980 dans le système de base. Produire du métro moins coûteux est un objectif qui s'imposait, à l'heure de la crise financière que traversait le pays et quand il était temps d'investir aussi dans l'implantation de systèmes ferroviaires de transport de masse dans des agglomérations de province dont les besoins avaient été sacrifiés au bénéfice de la capitale. Sur le plan technique, on chercha des alternatives au métro urbain classique en explorant du côté de ce qui est mondialement dénommé « métro léger ». Au niveau institutionnel, on voulut diversifier les composantes internationales et nationales de la production de systèmes ferroviaires urbains et mieux répartir l'investissement entre les différentes entreprises publiques de transports. Enfin, se posait la question de la couverture de zones excentrées de l'agglomération, jusqu'ici maintenues à l'écart selon la conception dominante d'une colonne vertébrale réduite à la région centrale circonscrite aux limites du District fédéral, lequel ne comportait plus que la moitié de la population de la mégapole. Cette phase (au cours de laquelle s'ajoutent deux systèmes implantés à Guadalajara et à Monterrey) est donc marquée par trois réalisations à Mexico :

- la ligne 8, de métro classique à roulement pneumatique, aux deux tiers en tunnel et un tiers au sol, dotée d'un nouveau système de pilotage (le Sacem, produit par Matra pour le RER parisien, introduit à Mexico à partir de la ligne A)
- et deux lignes dites de « métro léger », entièrement en surface et de moindre capacité, avec roulement métallique et assurant le rabattement vers le système de base.

## **UNE CONSTRUCTION DONT LE COÛT EST ÉLEVÉ**

En moins de trois décennies, l'État mexicain a investi dans la construction du réseau ferroviaire urbain de Mexico l'équivalent actuel de près de douze milliards de dollars US, selon des chiffres que nous avons pu établir et contrôler à partir de plusieurs sources directes, mexicaines et françaises (60 milliards de francs, avec un degré de fiabilité de 5%), équivalant en 1994 à près de 3,5 % du produit intérieur brut, à environ 9% de la dette totale extérieure du pays et à 15% de la dette publique). Ce chiffre n'inclut pas les frais financiers, sachant que le quart de la facture totale de cette infrastructure de transport a été financé sur crédits extérieurs.

Sur le plan économique, la validité de cet investissement n'est pas en cause : elle a notamment été ratifiée par le calcul du taux de retour de l'investissement selon un modèle élaboré pour les métros des pays en développement (Allport & al., 1990).

Sur le plan social, cet investissement peut être rapporté aux 85 millions de Mexicains qui supportent cet ouvrage de priorité nationale, aux seize millions d'habitants de la capitale ou aux sept millions résidant dans les limites du District fédéral auquel le système est presque totalement circonscrit (bien que le tiers de ses usagers proviennent de l'État de Mexico).

Mais le montant global du capital engagé est suffisamment important pour que l'évaluation *a posteriori* porte sur les différentes réalisations.

Tableau 1

| <b>Investissement total et unitaire par phase du métro de Mexico millions US \$</b> |              |              |                |           |
|---|--------------|--------------|----------------|-----------|
| Phases  | Coûts totaux |              | Investissement |           |
|   | construction | trains       | total          | au km     |
| <b>I</b>  | 1 924        | 972          | 2 896          | <b>69</b> |
| <b>II</b>   | 4 131        | 984          | 5 115          | <b>70</b> |
| <b>III</b>  | 1 032        | 431          | 1 463          | <b>57</b> |
| <b>IV</b>   | 1 754        | 358          | 2 112          | <b>42</b> |
| <b>Ensemble</b>   | <b>8 840</b> | <b>2 745</b> | <b>11 586</b>  | <b>61</b> |

Source : Inrets (Covitur &amp; contrats)

(Henry &amp; al. : 1988 &amp; 1994) 10/94 : 1 US\$ = 5,21 FF

Dans le tableau 1, on voit que l'effort consenti pour la construction d'un réseau à un rythme soutenu (figure 1) a été important pendant la première phase et, surtout, la seconde -où les coûts engagés dans la construction ont doublé- pour décroître brusquement par la suite, dans le contexte de la crise d'endettement du pays. Les trois quarts de cet investissement global ont été affectés à la construction, selon une option qui donnait priorité à l'accroissement du réseau sur la dotation en matériel roulant. Rapportées au nombre de kilomètres construits, on voit que les deux premières phases ont été les plus importantes, à 70 millions de dollars le kilomètre. La maîtrise acquise en matière de génie civil a fait baisser ces coûts kilométriques dans la troisième phase, et l'introduction de variantes encore plus dans la quatrième.

Tableau 2

| <b>Investissement du métro de Mexico par ligne</b> |            |                              |              |               |           |
|--|------------|------------------------------|--------------|---------------|-----------|
| 1967-1994  |            | en millions de US \$ (10/94) |              |               |           |
| Exploitant/lignes                                  | Km         | Construction                 | Trains       | Total         | T. \$/km  |
| STC/ligne 1  | 19         | 1 028                        | 545          | 1 573         | 83        |
| STC/ligne 2  | 24         | 819                          | 551          | 1 370         | 57        |
| STC/ligne 3  | 24         | 1 346                        | 528          | 1 874         | 78        |
| STC/ligne 4  | 11         | 614                          | 107          | 721           | 66        |
| STC/ligne 5  | 16         | 979                          | 161          | 1 140         | 71        |
| STC/ligne 6  | 15         | 651                          | 94           | 745           | 50        |
| STC/ligne 7  | 14         | 813                          | 177          | 989           | 71        |
| STC/ligne 8  | 21         | 1 199                        | 194          | 1 393         | 66        |
| STC/ligne 9  | 16         | 836                          | 225          | 1 062         | 66        |
| STC/Métro fer A                                    | 17         | 516                          | 145          | 660           | 39        |
| STE/TL Xochimilco                                  | 13         | 40                           | 19           | 59            | 5         |
| <b>Ensemble</b>                                    | <b>190</b> | <b>8 840</b>                 | <b>2 745</b> | <b>11 586</b> | <b>61</b> |

Source : Inrets (Covitur &amp; contrats)

(Henry &amp; al. : 1988 &amp; 1994) 10/94 : 1 US\$ = 5,21 FF

Différencié par ouvrage, le tableau 2 montre certaine variation selon les lignes construites, reflétant tant leurs caractéristiques que leur période d'implantation. Les plus onéreuses sont les lignes centrales des origines, exception faite de la ligne 2 qui reprenait au sol une bonne partie de l'emprise du tramway. Les lignes 4 à 7 ont été construites dans les seconde et troisième phases à meilleur marché, ce qui peut s'expliquer par la "mexicanisation" et par le moindre coût du matériel roulant. La ligne 6 est la moins onéreuse du système classique, mais c'est aussi celle dont le rendement est le moindre, à cause de son tracé volontariste

bordant d'est en ouest le nord du District fédéral. Puis, avec les lignes 8 et 9, on descend à un coût moyen de 66 millions de dollars par kilomètre.

Les deux dernières lignes (tableau 2) ont été construites à un coût bien en deçà des autres ouvrages, ce qui justifierait leur dénomination de « métro léger ». On remarque cependant que le métro de fer n'est que 22% moins cher que son homologue sur pneu au coût le plus bas, à savoir la ligne 6. Par contre, il est huit fois plus cher que son parent, le train léger, dont l'investissement est particulièrement bas (mais il s'agissait pour moitié de rénovation).

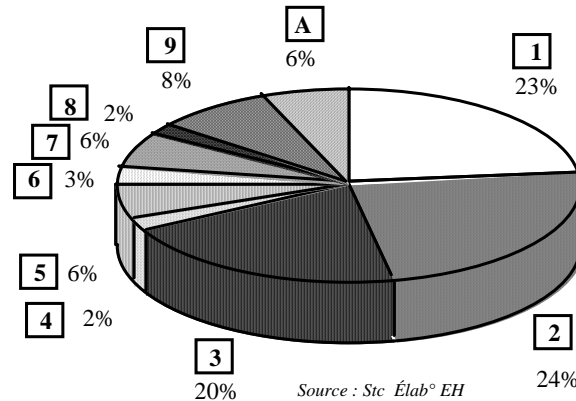
Si les coûts d'exploitation sont contrôlés, leur recouvrement a toujours posé problème (c'est même là la principale critique exercée par la Banque mondiale, qui voyait dans le métro un gouffre financier, attirant de surcroît vers la capitale « macrocéphalique » des masses de migrants « parasites »). Le raisonnement était simple : s'agissant d'un service public, servant indéniablement à lutter contre la congestion urbaine, la contribution financière des usagers devait être au plus bas. Au plan politique, la subvention au métro, au même titre que celle de la *tortilla* et autres biens de consommation populaire de base, faisait partie de ces compromis populistes des fils de la révolution mexicaine au pouvoir depuis les années vingt, visant à prévenir des explosions sociales urbaines majeures. On en arrivait ainsi, au milieu des années quatre-vingts, à un titre de transport vendu au simple prix de son coût d'émission... Plusieurs redressements tarifaires ont eu lieu par la suite, dans l'espoir d'arriver à un taux de couverture dépenses/recettes proche des 100% : on a, au mieux, frisé les 60 %. Mais à chaque fois, des raisons politiques ont été avancées pour faire prévaloir le « droit au transport » pour tous. Alors que le produit de la vente de billets aux 1,474 milliards d'usagers de l'année 1995 a couvert moins de 42% du coût d'exploitation du métro, le District fédéral qui, outre celui du métro, éponge le déficit d'exploitation des autres entreprises publiques, de transport notamment, doit aujourd'hui entreprendre de coûteux travaux de grand entretien et rénovation des premières installations d'un réseau dépassant maintenant le quart de siècle et qui, aime-t-on dire à Mexico, comporte autant de rails et câbles que la distance qui sépare la Terre de la Lune (non pas, certes, celle auquel est voué un temple de Teotihuacán, berceau de la civilisation mexicaine distant d'une cinquantaine de kilomètres du Zocalo...).

## **DES IMPACTS SURPRENANTS SUR LE SYSTÈME DE TRANSPORT**

Les impacts d'un métro dans les villes en développement sont plus visibles sur le plan sectoriel que sur celui de l'urbanisme (Henry, 1988a) ; tel est le cas de Mexico, dont le programme de développement du métro a été mené en relative indépendance avec la planification de cette mégapole. On ne peut nier que l'implantation d'un système qui transporte au plus rapide quelque quatre millions de citoyens chaque jour ait un impact sur l'environnement urbain et le cadre bâti ; pourtant, à échelle semblable, la mégapole de São Paulo ne s'est dotée que du quart du réseau mexicain. Hormis ses impacts urbains, on est en droit de s'interroger sur ceux que le métro a sur les transports.

On remarque d'abord (figure 2) que le succès du métro de Mexico repose toujours sur les trois premières lignes qui, avec 63% des voyageurs, connaissaient encore la plus grande affluence en 1995 (pour un total de 83% des personnes embarquées depuis la première mise en service de 1969). Cette concentration décroît légèrement avec le temps, mais seule la ligne 9 a produit un réel délestage ; on ne peut pas dire que la construction des autres lignes ait modifié substantiellement l'équilibre du réseau, d'autant que la correspondance interne ne concernerait que 40% des déplacements en métro.

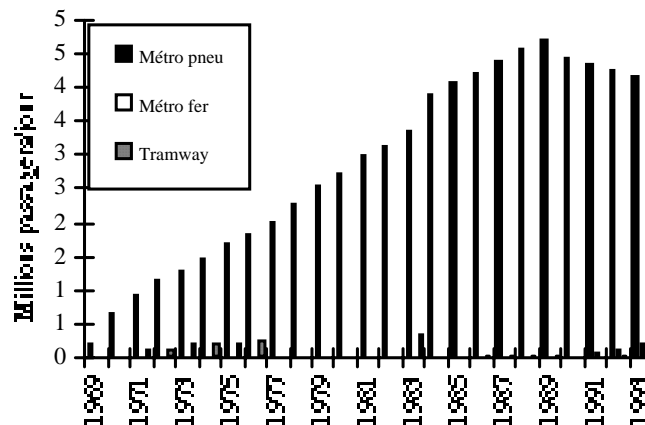
Figure 2  
Fréquentation du métro de Mexico  
par ligne en 1994



La distribution inégale de la clientèle du métro pose la redoutable question de la pertinence des choix faits en nombre, extension et tracé des lignes. Comparée à celle des pays industrialisés, la fréquentation des lignes les moins performantes est honorable ; mais se justifie-t-elle dans le cas présent ? Question d'un redoutable pari, à poser avec le recul du temps : celui écoulé à Mexico n'est pas encore suffisant pour juger de la réponse apportée à un tel défi.

On observe que la ligne A, de desserte périphérique, a « décollé » plus rapidement que les lignes classiques, puisqu'en trois ans de fonctionnement elle absorbait déjà 6% de la demande. Il demeure une importante demande potentielle, qui se manifeste clairement dans l'impressionnante affluence aux stations d'intégration autobus/métro. Si l'on ajoute à ce fait que 35% de l'accès au métro se fait à partir des stations terminales du réseau (contre 55% par les stations intérieures et 10% par celles de correspondance), on voit s'exprimer un hiatus entre deux fonctions du métro : celle de la desserte interne de la ville et celle d'attention aux demandes de la périphérie. Dans le cas mexicain, un même système, celui du métro, peut-il accomplir les deux fonctions de transport urbain et régional (prises en compte respectivement par le métro et le RER dans le cas parisien) ?

Figure 3  
Fréquentation des modes  
ferroviaires de Mexico 1969-1993

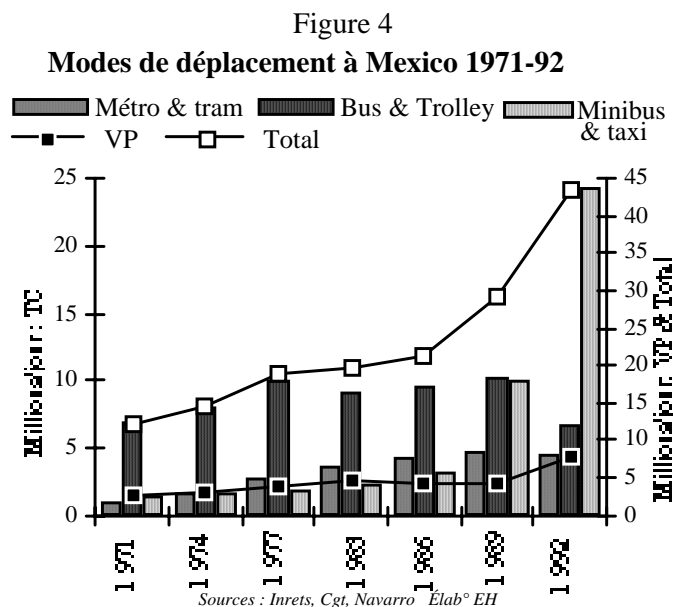


On observe ensuite (figure 3) que si la demande de transport a crû régulièrement tout au long des trois premières phases, elle a atteint un sommet en 1989 et connaît depuis une

décroissance absolue (avec un léger redressement en 1995, correspondant à la montée en régime de la dernière ligne 8). Une telle inflexion n'est pas sans poser de questions. Le comportement de la demande ne semble pas non plus lié aux tarifs, qui sont restés très bas jusqu'en 1984 (le taux de couverture des dépenses d'exploitation par la billetterie descendait alors à 5%) et ont connu depuis des augmentations substantielles, sans grosse répercussion directe sur la fréquentation (dans le cadre d'une politique sociale compensant les effets de l'ajustement structurel sur les travailleurs). Fait positif, le faible coût d'accès au métro a entraîné des tarifs bas des autres moyens de transport en commun... concurrentiels au métro, fait négatif donc : à moins de dix centimes de US\$, la demande dont le revenu moyen s'élèverait historiquement (?) est moins captive et peut se reporter sur des modes moins encombrés ou plus directs.

La chute de fréquentation observée dans les quatre dernières années interroge plutôt le rythme soutenu de la construction, quand la demande évolue en relative indépendance des inaugurations successives des différentes lignes. On est notamment frappé par l'ampleur du décalage entre l'importance du kilométrage de lignes mises en service au cours des cinq dernières années et la décroissance de la fréquentation du réseau.

À en croire les chiffres très approximatifs que l'on peut rassembler sur l'évolution de la répartition modale des déplacements au cours des vingt-cinq dernières années (autant les données provenant du métro et des entreprises publiques sont dignes de foi, autant les estimations concernant les minibus et autres modes privés sont hasardeuses), la vocation dominante du métro sur l'offre de transport de l'agglomération de Mexico ne s'est pas totalement vérifiée. On peut même observer une concurrence accrue exercée par les modes routiers, notamment par les minibus qui auraient connu une expansion considérable dans les dernières années (bien que probablement surévaluée dans la figure 4).



L'articulation entre le métro et les autobus ne s'est pas véritablement produite, notamment depuis que l'entreprise publique Ruta 100 est entrée en crise (passant de 6 000 à 3 500 autobus en exploitation, elle vient d'être mise en liquidation). Et la motorisation individuelle croît inexorablement, malgré les mesures prises dernièrement pour restreindre l'usage des voitures et protéger l'air très contaminé de Mexico (un jour sur deux, chaque voiture *hoy no circula*, et il ne reste plus qu'à en acheter une seconde !).

Si l'on pense que les effets structurants d'un métro doivent être évalués sur le long terme, on est cependant tenté de mesurer la répercussion à court terme d'un investissement élevé.

La saturation des trois premières lignes, calibrées en deçà des niveaux actuels de la demande, induit une diminution de leur fréquentation par des usagers qui ne se reportent pas sur les autres lignes : dans l'état actuel de la demande, on peut discuter les choix qui ont été faits dans la première phase, en termes de capacité plus que de tracé ; et inversement pour les phases suivantes. Y a-t-il désertion du réseau, ou report sur d'autres modes ?

L'exemple de la ligne A illustre certaines difficultés que connaît le métro. À un extrême, elle débouche sur une des stations les plus difficiles et encombrées du réseau de métro (Pantitlán, plus de 350 000 passagers par jour) ; à l'autre, elle ne dessert que tangentiellement les zones d'habitat populaire. L'imposante rénovation de voirie qu'a amenée sa construction permet que ces zones, desservies par les minibus, soient directement reliées aux zones d'emploi, sans correspondance ni perte de temps. On voit ainsi se confronter une capacité lourde avec des véhicules de petite taille, qui se produit aussi sur les autres lignes du réseau.

La croissance du parc de minibus (même peints aux couleurs de l'écologie en vogue) n'est pourtant pas une tendance naturelle, à considérer la brusque accentuation de la courbe de croissance des minibus en 1989. Cette année marque en effet le revirement de la politique de transport appliquée par le DDF, suite à une grève importante des autobus qui a paralysé la ville et à la crise de l'entreprise Ruta 100. Dans une optique libéralisante, on a opté depuis pour un soutien institutionnel et financier au secteur des minibus, aux dépens des entreprises publiques en général et du métro en particulier. Ce qui réaffirme, *a contrario*, la nécessité de rendre les trois dimensions de l'intégration multimodale cohérentes avec la politique de transport (Henry, Ice 1990).

Un premier revirement se produit à la fin de l'ère des protocoles franco-mexicains et avec l'ouverture à une concurrence accrue par l'entrée du Mexique dans l'association américaine de libre commerce (les clauses de l'Aléna favorisant des entreprises telles que Bombardier, ou autres capitaux canadiens proposant une ligne de « train élevé » qui serait autofinancée à un tarif sept fois plus élevé que le métro) : la construction des lignes B (sortant aussi du District fédéral au nord) et les réalisations successives du programme général procéderont-elles de la même ingénierie institutionnelle éprouvée à l'occasion des lignes antérieures ? Mais surtout, un revirement majeur se prépare dans la voie de la privatisation des transports, ainsi qu'en rapport avec l'arbitrage des priorités entre le transport public et les déplacements privés. On peut espérer que, par delà les tribulations d'une politique qui se cherche dans les dernières années, l'effort consenti par la nation mexicaine pour doter sa capitale d'un réseau ferroviaire urbain de 190 kilomètres (et dont les remboursements financiers, malgré la participation solidaire des Français, se maintiendront longtemps, comme convenu lors de la renégociation de la dette mexicaine au Club de Paris de 1987) l'emportera. De ce côté, il semble y avoir peu à craindre d'un « effet *tequila* ».

#### SIGLES ET ACRONYMES

**BNP**, Banque nationale de Paris (chef de file du pool bancaire français à Mexico)

**COVITUR**, Comisión de vialidad y transporte urbano (maître d'œuvre délégué du DDF)

**DDF**, Departamento del Distrito federal (directement rattaché à la présidence mexicaine)

**ICA**, Ingenieros consultores asociados (principal maître d'ouvrage du métro de Mexico)

**RATP**, Régie autonome des transports parisiens (exploitant du métro, liée à la Sofretu)

**SACEM**, Système d'aide à l'exploitation, à la conduite et à la maintenance

**SOFRETU**, Société française d'études et de réalisations de transports urbains (Systra)

**STC**, Sistema de transporte colectivo (exploitant du métro de Mexico), DDF

**STE**, Sistema de transportes eléctricos (exploitant du tramway et des trolleybus), DDF

## RÉFÉRENCES

- Allport R., Thomson J., Halcrow Fox & Ass., 1990, *Study of mass transit in Developing countries*, Contracted report 188, Trrl, London (non publié)
- Armstrong-Wright A., 1986, *Urban Transit Systems: Guidelines for Examining Options*, World Bank Technical Paper n° 52, Washington
- Coindet J-P., 1989, « Les métros de Mexico et du Caire : enseignement comparé de deux réalisations dans les PED », *Recherche transports sécurité* n° 24, p. 13-22
- Davis D., 1994, *Urban Leviathan. Mexico City in the Twentieth Century*, Temple University Press, Philadelphia, 391 p.
- Figueroa O. & Henry E., 1987a, (ss. dir. de, avec Clichevsky N., Galilea S., González O., Maurel D., Morales S., Müller A., Navarro B., Nassi C., Orrico R., Pinheiro Machado D.), *Évaluation des métros latino-américains*, Rapport de recherche pour le Mres, Inrets/Redes, 14 vol. (non publié)
- Figueroa O. & Henry E., 1991a, « Éléments de débat sur les métros en Amérique latine », *Recherche transports sécurité* n° 21, 3/89, p. 5-10
- Figueroa O. & Henry E., 1991b, Analysis of the Underground Systems in Latin America, in Heraty M. (ed.), *Urban Transport in Developing Countries. Lessons in Innovation*, London, Ptrc, Perspectives 1, p.232-240
- Fouracre P., Allport R. & Thomson J., 1990, *The performance and impact of rail mass transit in developing countries*, Trrl, Research Report 278, 28 p.
- Henry E., 1987, L'insertion des métros dans l'offre de transport en Amérique latine, in *Actes de Métropolis II*, Congrès de l'Association mondiale des grandes métropoles, Mexico, 19-21/5/1987, 20 p.
- Henry E., 1988a, Quels impacts produisent les métros sur les transports et les villes latino-américains ?, in *Actes de la Codatu IV*, Jakarta, 5-10/6/88
- Henry E., 1994 (ss. dir. de, avec Connolly P. & Kühn F.), *Évaluation des variantes du métro de Mexico : ligne A et train léger*, Expertise pour le Mef-Direction du Trésor, Inrets/Cenvi, 184 p. (non publié)
- Ice, Inrets/Trrl, 1990, *Rail Mass Transit for Developing Countries*, London, Thomas Telford, 393 p.
- Musset A., 1995, « De la pirogue au Tgv : les transports urbains à Mexico », *Transports urbains* n° 86, p.5-16
- Navarro B., 1994, *El metro y sus usuarios*, Uam, Mexico.

**Etienne Henry** est Directeur de recherche à l'Inrets (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) où il a monté depuis 1982 un vaste programme concernant les transports urbains en Amérique latine. Ces activités sont menées en coopération directe avec des universités et des équipes de recherche de tous les pays de la région, en concertation avec les entreprises et associations professionnelles et avec certains soutiens d'administrations françaises et d'organismes internationaux. Docteur en sociologie (Ehess/Paris V 1974) et titulaire d'une Maîtrise en Sciences économiques (Paris I 1974), il a été professeur universitaire au Pérou (Pucp 1974-78), fondateur d'un centre de recherche urbaine à Lima (Cidap 1978-80) et enseignant-chercheur au Brésil (Fgv/Eaes 1991-93). Il est auteur de nombreux ouvrages, articles et rapports sur l'urbanisation, les transports et les services dans les pays en développement.

Le présent article procède de travaux d'expertise institutionnelle réalisés pour le compte de du ministère de l'Économie et des finances et présente des chiffres inédits procédant de sources françaises et mexicaines de consultation réservée et de tableaux qui n'avaient été pas consolidées auparavant. La Direction du trésor du ministère français de l'Économie et des finances a autorisé la diffusion de certains résultats, présentés pour la première fois dans E. Henry et F. Kühn « Du métro à ses variantes : leçons mexicaines et autres », in *Actes de Codatu VII*, New Delhi, 12-16/2/96, 16 p. et "Do metrô às suas variantes: lições mexicanas e outras", *Clatpu VIII*, Curitiba, 9-12/4/96, in *Revista dos transportes públicos*, Antp, n° 70, 1° trim 96, Ano 18, p. 87-112. Certaines parties en sont extraites, quand d'autres y ont été ajoutées.