

Quinze ans d'innovation sur les transports urbains français

P. Adlère

2713

Ces quinze dernières années, les transports urbains ont connu en France une passe difficile. Sévèrement concurrencés par l'automobile, ils ont vu leur situation se détériorer et ont dû, pour la plupart des réseaux, consacrer leurs efforts à aménager leur repli. Aussi, dans la première moitié des années 1960, les innovations importantes n'ont guère intéressé que la région parisienne où l'avenir des transports collectifs était mieux assuré. Parmi celles-ci, la création de la première bande réservée pour autobus, quai du Louvre en janvier 1964, marqua l'amorce d'un renversement des tendances en matière d'exploitation de la voirie et, plus généralement, la première remise en cause de la priorité de fait accordée à l'automobile individuelle.

A partir de 1965 il apparut au travers d'études théoriques, dont la plus fameuse fut celle menée par le professeur Buchanan, que le transport privé ne saurait se substituer en totalité aux transports en commun, en raison de l'espace consommé par la voiture particulière. Il fallait donc envisager un redéveloppement des transports collectifs ; l'idée de leur attribuer systématiquement la priorité dans l'organisation de la voirie n'étant pas alors crédible, on ne les imaginait qu'à un niveau séparé. Le souterrain paraissant trop onéreux, le concept naquit de systèmes aériens auxquels des technologies nouvelles de sustentation et de propulsion devraient procurer les qualités requises de légèreté, souplesse d'insertion et faible coût d'investissement.

Furent ainsi présentés, dans la deuxième moitié de la décennie 1960, plusieurs systèmes dont les promoteurs eurent en commun le tort — mais personne ne les avait informés et guidés — de négliger les contraintes fondamentales d'exploitation d'un service public et de sous-estimer des problèmes en apparence simples, en fait redoutables. D'où les déconvenues et l'échec.

Pendant ce temps, le mouvement de réhabilitation des transports collectifs continuait son chemin. Y contribuèrent la parution du Schéma directeur d'aménagement de l'agglomération parisienne, puis le Colloque tenu à Tours en 1970. Grâce à la création de l'Institut de Recherche des Transports en 1971, les Pouvoirs publics purent reprendre les rênes et orienter les efforts de développement.

A la veille de la crise de l'énergie, les transports collectifs avaient atteint ou dépassé le creux de la vague, car devant l'évidence des inconvénients engendrés par l'usage excessif de l'automobile, leur utilité n'était plus niée. Actuellement les innovations susceptibles d'accélérer leur mouvement de reprise portent sur une utilisation prioritaire de la voirie (exemple de Besançon) et sur des initiatives à caractère commercial de la part des exploitants.

Les études montrent toutefois que d'ici à une dizaine d'années, il faudra accroître dans de très fortes proportions l'offre et que cela pourra exiger, dans plusieurs villes, le recours à des systèmes plus puissants et plus performants que l'autobus ordinaire.

L'Institut de Recherche des Transports a établi un classement des systèmes nouveaux apparus à partir de 1970 : trois des filières envisagées (VAL, ARAMIS, POMA) reposent sur un automatisme très poussé dont on escompte de considérables avantages d'exploitation, mais dont l'expérimentation devra montrer la fiabilité en service courant. Surtout, cette option implique pour les nouvelles lignes ainsi conçues le recours à un site propre intégral hors voirie, coûteux ou difficile à implanter en milieu urbain.

La quatrième filière envisagée fait au contraire appel à l'aménagement progressif par création de sites propres ou protégés sur une partie des itinéraires et par redistribution de la voirie au profit des transports collectifs. Le choix du système sera, selon le niveau de trafic, à faire entre l'autobus ou sa variante le trolleybus, et le métro léger dérivé du tramway, aux avantages importants mais dont l'adoption s'est jusqu'ici heurtée à des obstacles psychologiques ; l'autobus « bi-mode » illustre une tentative pour concilier les qualités des deux systèmes. Les solutions d'aménagement progressif apparaissent comme facilement applicables dans la plupart des villes françaises.

Les moyens financiers nécessaires sont connus : transfert des dépenses consenties par l'Etat et les collectivités locales pour les investissements de voirie urbaine au profit des transports collectifs, taxes sur les entreprises déjà en vigueur. Dans un bilan global de la « fonction transport » d'une agglomération, le déficit d'exploitation d'excellents transports collectifs peut être compensé par des économies très importantes sur les coûts d'exploitation de la voirie, les coûts énergétiques et les coûts sociaux, permises par la réduction de l'usage urbain de la voiture particulière.

Reste — et c'est l'essentiel — à voir s'affirmer et se confirmer de la part de l'Etat, mais aussi de la part des collectivités locales, maîtres de l'utilisation de la voirie, cette volonté de redéveloppement des transports collectifs favorable à la qualité de la vie des citoyens et à l'équilibre de l'économie nationale.

Pourquoi arrêter cet essai de bilan sur une quinzaine d'années plutôt que sur dix ou sur vingt et pourquoi le tenter à présent ? Nous prions le lecteur de ne pas y voir malice malgré la coïncidence avec des mutations politiques majeures dans notre pays. Simplement il nous est apparu que les années 1958 à 1960 s'étaient placées comme une charnière dans l'évolution des transports urbains français, et qu'il y avait toutes chances qu'il en soit de même de la période actuelle.

C'est bien à partir de 1958 que le phénomène automobile s'est manifesté dans toute son ampleur et dans toutes ses conséquences. Jusqu'alors on avait pu sans trop de difficultés adapter la voirie existante, héritage d'investissements séculaires, à ses nouvelles fonctions. De leur côté les réseaux de transport collectif voyaient arriver à son terme l'effort très important de reconstruction et de modernisation qu'ils poursuivaient depuis la fin de la deuxième guerre mondiale ; les collectivités locales et les

exploitants pensaient accéder à une longue période de stabilité, technique d'abord dans la texture des réseaux, mais aussi économique et financière car les bilans d'exploitation s'étaient améliorés au point d'atteindre le plus souvent l'équilibre.

Bientôt la croissance de la motorisation prit un rythme tel que des problèmes et des besoins entièrement nouveaux apparurent, appelant des solutions elles-mêmes inédites. Se développèrent ainsi les voies rapides et autoroutières, les parcs de stationnement ; on ne tarda pas à en ressentir l'impact sur l'urbanisme avec l'amorce du déclin des centres traditionnels et une extension anarchique des zones périphériques, aggravée par l'absence d'un contrôle foncier efficace. Les transports collectifs, atteints de plein fouet, plièrent sous le choc au point que l'on a pu même douter de leur survie.

Pourquoi arrêter ce bilan maintenant ? La réponse tient au sentiment que nous sommes à nouveau parvenus à un tournant de l'histoire des transports. L'excès même de la prolifération automobile avec son cortège de nuisances l'a amorcé ; le changement total des données de l'approvisionnement énergétique com-

mence, jour après jour, à l'accentuer, comme en témoignent les décisions gouvernementales les plus récentes. Des craquements se font entendre, des théories économiques jusqu'alors incontestées sont menacées du discrédit : il est donc utile d'examiner quels sont, dans le domaine qui nous intéresse, l'actif et le passif de l'époque que nous quittons.

Nous aurions pu limiter cette note à l'éphéméride des réalisations ou projets entrepris entre 1958 et 1974. Nous n'avons pas résisté à la tentation d'exprimer au passage quelques remarques et de risquer quelques opinions : que l'on veuille bien n'y reconnaître d'autre but que celui de favoriser la réflexion et d'aider, si peu que ce soit, à l'éclosion de nouveaux concepts.

Le lecteur s'apercevra très vite que les innovations examinées ne sont pas toutes, tant s'en faut, liées à des développements techniques. Beaucoup, et qui ont eu une grande importance, ressortaient davantage d'une nouvelle approche d'un problème. Aussi avons-nous refusé d'emblée le cadre contraignant et quelque peu fétichiste de l'innovation technologique.

1. Les années noires des transports urbains 1958-1965

Il ne nous paraît pas inutile de rappeler comment ont évolué dans cette période les transports urbains français, situant ainsi le contexte des innovations apparues alors.

La stabilité qu'on escomptait pour eux à la fin des années 50 se trouva bien vite compromise. D'une part le niveau de vie de la population augmenta, d'autre part le coût de l'essence exprimé en francs constants ne cessa de diminuer à partir de 1958 : la concurrence de l'automobile se fit chaque jour plus vive. Du même coup les embouteillages naissants aggravèrent les conditions de fonctionnement des transports collectifs, les engageant dans l'inférieure spirale mille fois décrite qui lie la baisse des recettes à l'élévation des coûts d'exploitation.

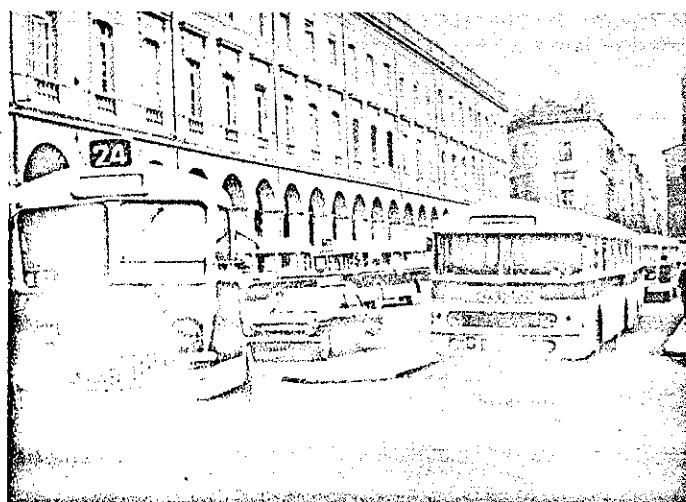
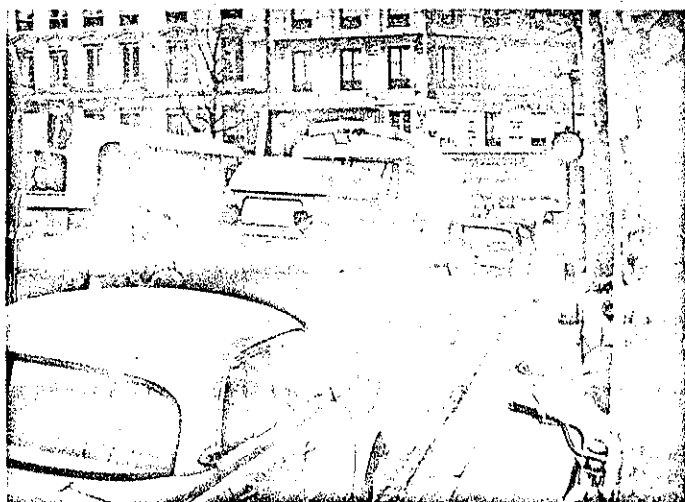
En région parisienne, sans doute à cause de sa taille et de l'acquit que constituait le métro, on accepta de trouver encore un certain avenir aux transports publics et on assista même à cet événement qui consista à lancer les travaux du RER en 1960 — l'eût-on fait cinq ans plus tard ? Mais aucun chantier de prolongement du métro urbain ne s'était plus ouvert depuis 1939 ; deux lignes seulement virent leurs rames renouvelées entre 1952 et 1964, bien qu'un bon tiers du parc ait eu plus de cinquante ans d'âge... Sur le réseau routier, la RATP s'efforça de maintenir une offre à peu près constante, au moins aux

heures de pointe, en injectant chaque année 50 autobus supplémentaires uniquement pour compenser la baisse de leur vitesse de rotation. Si les quantités acquises ne permirent pas d'accélérer le renouvellement des populaires véhicules d'avant-guerre, au moins le matériel neuf fut le plus souvent spécialement conçu pour le transport urbain et garantit donc un minimum de confort à ses usagers.

En province la chanson fut tout autre. Dès lors que les transports publics cessèrent d'être bénéficiaires, personne, au fond, n'y crut plus. Les édiles cherchèrent d'abord à éviter le spectre du déficit : le tout fut d'organiser une retraite en bon ordre, comme le faisaient les charbonnages ou l'industrie des textiles naturels. C'est ce à quoi s'employaient les exploitants dans des efforts, au demeurant réels, de productivité et d'économie. On pratiqua l'adaptation de l'offre à la demande, élégante formule qui signifiait en fait que l'on diminuait les cadences de passages, que l'on élaguait les services d'heures creuses, que l'on supprimait des lignes le dimanche, etc... pénalisant à coup sûr le client encore fidèle et rendant l'usage du transport public désagréable en toutes circonstances. Adopter le service à un agent voulut dire presque partout — sauf à Lille où l'affaire fut bien étudiée — que l'on confiait purement et simplement au conducteur la tâche du receveur disparu, au grand dam des temps de trajet.

Fig. 1 — « Du même coup les embouteillages naissants aggravèrent les conditions de fonctionnement des transports collectifs ». Place du 18-Juin, à Paris, l'autobus obligé de stationner en 3^e file. (Photo S. Zaikind).

Fig. 2 — « des autobus dont la médiocrité était la caractéristique essentielle ». Autobus Chausson APH et APU construits entre 1950 et 1964, ici sur le réseau de Toulouse, en 1965, place du Capitole (ce réseau a, depuis 1966, acquis plus d'une centaine de Standard SC 10). (Photo P. Malterre).



On pratiqua l'investissement minimal : les matériels de l'après-guerre, alors à bout de souffle, furent presque partout remplacés par des autobus dont la médiocrité, jusqu'à l'apparition des « standard », était la caractéristique essentielle.

Dans le même temps l'automobile étendit sa primauté dans la ville. Les mises à sens unique des grands axes désorganisèrent les itinéraires des autobus, en multiplièrent les détours absurdes ; leurs zones d'arrêt et de correspondance furent éclatées sur des centaines de mètres et leurs dernières emprises sur voirie — gares routières souvent héritées du tramway — furent abandonnées au stationnement des véhicules individuels. Lorsque les « grands ensembles » s'édifièrent à la périphérie, ce fut

à la voiture que durent avoir recours leurs habitants car la ligne d'autobus n'était prolongée qu'avec retard, à regret, et avec un service squelettique.

Oui, années noires pour les transports collectifs qui, peu à peu, ne conservèrent que le voyageur contraint et forcé de les utiliser, celui que l'on appellera bientôt le « captif ». Peut-on alors s'étonner si la plupart des innovations importantes de cette période concernent la seule région parisienne : ce sont le développement à grande échelle du métro sur pneus, la création de l'autobus Standard RATP-UTPUR (1), la première bande réservée des quais du Louvre, le projet de ligne SAFEGE entre Charenton et Créteil.

1.1. - Les innovations intervenues entre 1958 et 1965

1.1.1. - L'autobus standard

En 1958, la RATP et l'UTPUR mirent en commun leurs efforts pour élaborer une œuvre nouvelle, le cahier des charges d'un autobus urbain unifié. Aucun texte de ce genre n'existait et les constructeurs, agissant au mieux de leurs intérêts propres, tiraient tant bien que mal des autocars constituant l'essentiel de leur production une version qualifiée d'urbaine, mais héritant de sa conception un plancher trop haut, un plafond trop bas, des accès exigus, etc...

Quelques réseaux avaient isolément tenté d'obtenir un matériel spécifiquement urbain : ainsi la RATP et Strasbourg avec l'autobus SOMUA OP 5, Mulhouse avec l'autobus Floirat et Lille avec l'autobus Isobloc déjà dessiné — en 1956 — pour l'exploitation à agent seul et perception automatique. Toutefois ces tentatives, aboutissant à des voitures plus coûteuses, n'avaient pas rencontré suffisamment d'écho pour obliger les principaux constructeurs à revoir leurs programmes et à abandonner la production d'autobus qui nous paraissent aujourd'hui désolants.

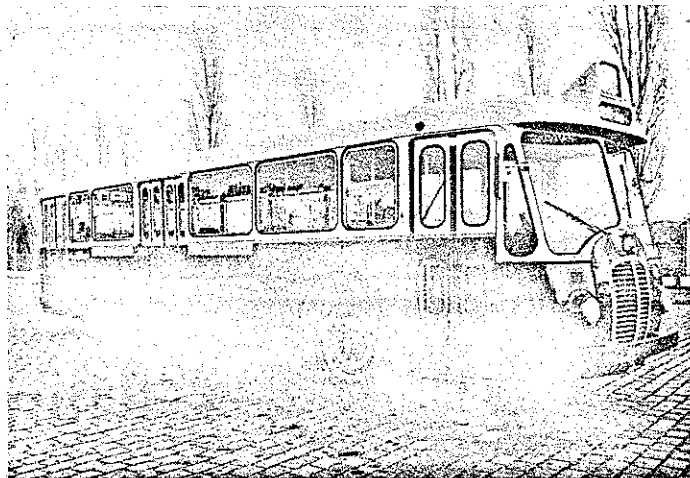


Fig. 3 — Première tentative de création d'un autobus spécifiquement urbain. Modèle OP5/3 Somua, 1955, réseau RATP. (Photo RATP).



Fig. 4 — Autobus urbain Standard. Modèle PCM Berliet en service sur le réseau de Mulhouse. (Photo Berliet).

La démarche suivie cette fois par l'ensemble des exploitants urbains porta ses fruits et aboutit en 1965 à l'apparition d'une nouvelle génération d'autobus accumulant les perfectionnements et déclassant sans appel les véhicules antérieurs, principalement quant au confort offert au voyageur (plancher très bas, suspension douce, grandes baies, moteur peu bruyant). L'un des deux constructeurs du Standard continue en 1974 à le fabriquer à raison de 3 à 4 par jour et en a livré plus de 3 500 exemplaires, ce qui constitue la plus importante série d'autobus jamais réalisée en France. Ce modèle conserve par rapport à ses plus récents concurrents des avantages exclusifs, comme son plancher parfaitement plat à 62 cm seulement au-dessus du sol et la facilité d'adaptation des aménagements intérieurs et des accès se prêtant à tous les modes actuellement connus d'exploitation. On est donc fondé à parler de réussite.

La RATP et l'UTPUR firent d'ailleurs école à l'étranger et notamment en Allemagne où, suivant l'exemple français, l'Union

des exploitants (VÖV) élaborait un cahier des charges similaire d'abord pour un autobus urbain, puis pour un autobus suburbain. Il en a été de même aux Pays-Bas, où un modèle unique d'autobus est livré maintenant dans toutes les villes importantes.

1.1.2. - Le métro sur pneus

L'idée en est réputée antérieure à 1939. La première réalisation expérimentale en a été faite en 1951, la première application commerciale sur une ligne à trafic moyen date de 1956 et c'est en 1959 qu'il fut décidé de convertir à ce système la plus importante ligne du réseau parisien.

(1) Union des Transports Publics Urbains et Régionaux.

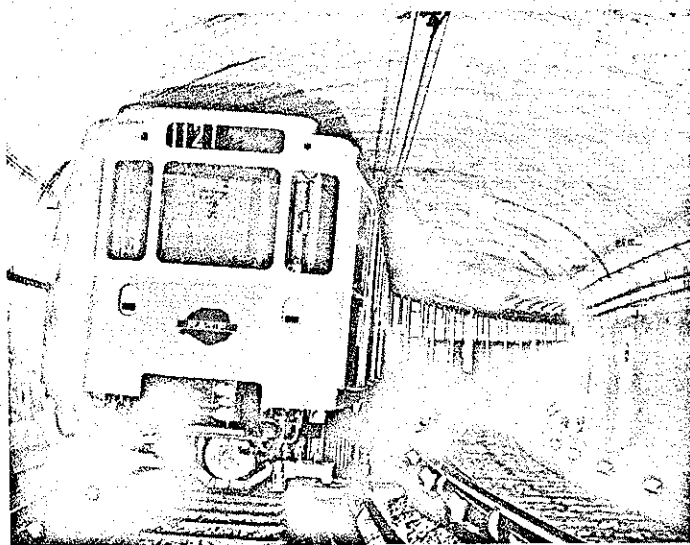


Fig. 5 — Première génération du matériel métro sur pneus MP 55, ligne n° 11, 1956. (Photo RATP).

Nous voyons plusieurs raisons de le faire figurer dans cette étude, bien que son apparition *stricto sensu* soit antérieure à la période qui nous intéresse.

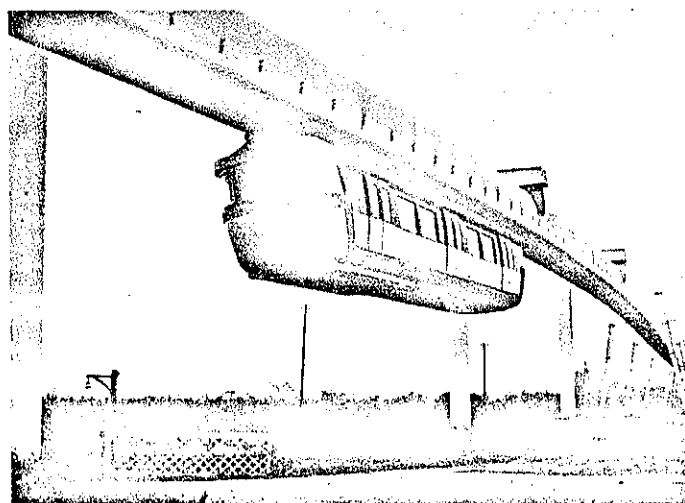
Tout d'abord et surtout, c'est un exemple fort rare, voire unique à ce jour, de système dit *nouveau* de transport urbain réussi : il ne faudrait pas l'oublier.

Ensuite il illustre fort bien le délai considérable qui sépare l'expérimentation d'un prototype de la consécration opérationnelle, et ce malgré l'absence d'innovation technologique majeure : on pourrait à la limite considérer le métro sur pneus comme une simple variante du métro classique dont, avantage essentiel par rapport à des concurrents plus récents, il conserve intégralement l'aiguillage.

Un autre motif d'intérêt tient dans le fait que ce système, dont personne ne peut de bonne foi mettre en doute la sécurité, la fiabilité et des qualités intrinsèques considérables, ne s'est pas pour autant généralisé de par le monde, même sur des réseaux neufs où le système classique sur rails continue de se tailler la part du lion. D'où la constatation (qui a semble-t-il valeur générale) de la difficulté qu'éprouve une technique nouvelle à s'imposer lorsqu'elle concurrence sur son propre terrain une technique classique capable d'incorporer des perfectionnements inédits.

Enfin, dernier sujet de réflexion, l'influence que le métro sur pneus a eue sur la conception d'autres réseaux ou d'autres systèmes de transport. Le roulement sur rails ayant été jeté dans le discrédit par les vieilles rames parisiennes, on en a

Fig. 6 — Le prototype du véhicule SAFEGE sur la voie d'essais de Châteauneuf-sur-Loire. (Photo SAFEGE).



perdu de vue les progrès techniques — du moins jusqu'à l'apparition du RER — et surtout la variété de ses applications. On a ainsi oublié qu'un métro n'avait pas obligatoirement et toujours besoin d'un site propre intégral — écartant ainsi les semi-métros à l'allemande puisque le roulement sur pneus avec ses barres de guidage ne s'accommode pas de croisements avec la voirie. On a ainsi oublié qu'un métro pouvait éventuellement utiliser une ligne de chemin de fer sans pour autant se l'approprier exclusivement — écartant ainsi l'interconnexion ou plus modestement l'emploi de voies existantes conservant aux heures les plus creuses un trafic marchandises, puisque le gabarit des installations fixes du métro sur pneus est incompatible avec la circulation de véhicules ferroviaires ordinaires.

Dès lors parler métro, c'était calquer le schéma parisien. Cela est certes sans inconvénient de principe pour des villes millionnaires en habitants, mais pour les agglomérations de moindre importance s'introduit un risque non négligeable d'inadaptation au problème à résoudre, ou de rejet sans autre forme de procès de l'idée d'un métro.

1.1.3. - Le SAFEGE

En 1958 un groupement d'industriels ayant à sa tête la Société Lyonnaise des Eaux décida de construire, à ses frais, une section expérimentale d'un nouveau métro suspendu, conçu par la Société SAFEGE et dès lors connu sous ce nom. En pleine campagne fut érigée une ligne à voie unique de 2 km où circula bientôt une motrice prototype.

L'idée maîtresse du SAFEGE était de suspendre une caisse de voiture de métro à des bogies sur pneumatiques dérivés de ceux utilisés par la RATP, roulant à l'intérieur d'une poutre creuse. Ainsi le mode de sustentation, de guidage, de traction, de freinage, etc... et les principes d'exploitation restaient classiques. Toute l'innovation reposait sur l'inversion de la disposition habituelle entre voie et véhicule, inversion dans laquelle les promoteurs croyaient trouver des avantages décisifs aussi bien sur les coûts d'investissement que sur les possibilités d'insertion dans le tissu urbain ou sur les commodités d'exploitation.

L'accueil fut en général très favorable. De nombreux tracés de ligne furent avancés ; l'accord se fit pour une première application commerciale entre Charenton et Créteil, à la place d'un prolongement du métro réclamé en vain depuis 1930. En 1965 la construction de la ligne SAFEGE était donnée comme acquise, à un coût très inférieur à celui du métro.

Cette dernière assertion perdit probablement le SAFEGE. Chargée de l'instruction de l'avant-projet, la RATP y découvrit quantité de légèretés, omissions, erreurs, etc... L'indispensable réestimation qui s'ensuivit fit apparaître le projet comme nettement plus onéreux que le prolongement du métro, qui offrait de surcroît des avantages évidents d'homogénéité du réseau.

Le système SAFEGE ne devait pas se relever de cet échec qui lui fit perdre toute crédibilité. Ses licenciés étrangers n'arrivèrent pas davantage à l'imposer, mise à part la construction d'une minuscule ligne au Japon. Tout laisse à penser que l'aventure, assurément fort coûteuse pour les industriels, s'est définitivement terminée en 1971 avec la démolition de la ligne expérimentale et de la motrice prototype : seul le film de Truffaut « Fahrenheit 451 » conservera la trace du SAFEGE qui figure dans plusieurs séquences.

Pourquoi, nous dira-t-on, avoir mentionné le SAFEGE dans les innovations marquantes de ces quinze dernières années puisque l'insuccès en fut total ? La réponse tient dans l'impact qu'il eut dans les esprits et dans la véritable mythologie qu'il fit naître :

- mythe du *monorail* suspendu, paré de qualités exclusives, survolant discrètement et gracieusement le paysage urbain ;
- mythe du système *nouveau* léger, rapide, attractif, peu coûteux, déclassant à jamais les systèmes « classiques » ;
- mythe du *créneau technologique* entre l'autobus, définitivement englué dans l'encombrement de la voirie, inapte à tout débit important, et le métro, obligatoirement souterrain, convenant seulement aux plus grands axes de quelques rares mégapoles. Entre les deux, un vide à combler, où se précipiteront les inventeurs.

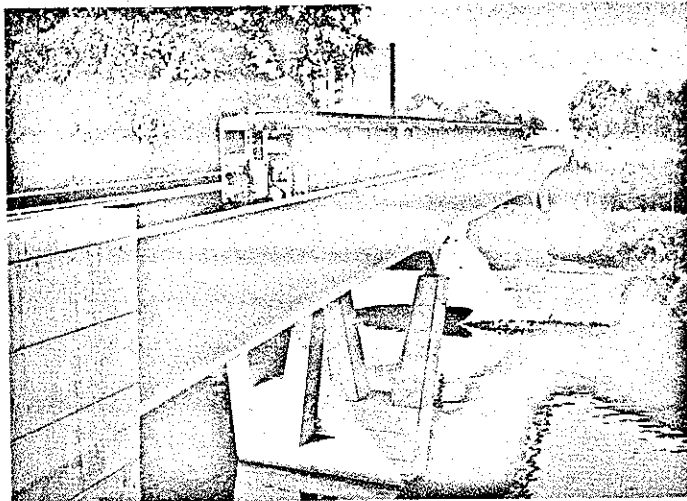


Fig. 7 — L'abandon du SAFEGE entraîna le prolongement du métro à Créteil, le premier après une pause de vingt ans. Pont sur la Marne entre Charenton et Alfortville. (Photo G. Laforgerie)

Nous nous en voudrions cependant d'omettre une conséquence heureuse, peut-être la seule même, de l'affaire SAFEGE. Les Pouvoirs publics s'étant engagés avec force à construire la liaison Charenton - Créteil, l'abandon du projet SAFEGE entraîna *ipso facto* le prolongement du métro, le premier mis en chantier après une pause de vingt ans. Ainsi fut repris le processus d'extension du réseau ferré parisien, dont on peut penser qu'il n'est pas prêt de s'arrêter à nouveau.

1.1.4. - Les premiers couloirs réservés

Le premier couloir réservé à la circulation exclusive des autobus fut créé le 15 janvier 1964 à Paris, sur les quais de la rive droite.

Fig. 8 — La première bande réservée parisienne a été créée en janvier 1964 sur les quais rive droite (quai de Gesvres et quai du Louvre). (Photo S. Zalkind).



Un mois plus tard était mis en service à Marseille, rue de Rome, le premier couloir établi à contre-sens de la circulation générale, accompagné de feux comportant des phases spéciales pour l'évolution des autobus.

Jusqu'alors la politique suivie en matière de circulation n'avait qu'une idée directrice, fort simple au demeurant : faire passer le maximum de voitures particulières sur une voirie donnée. Pour y parvenir on cherchait à rendre homogène le flot des véhicules, d'abord dans leur encombrement unitaire, d'où la pression exercée pour que les autobus soient de dimensions aussi réduites que possible ; il fallait aussi éviter toute obstruction dans l'écoulement du trafic : c'était le seul critère retenu pour les itinéraires des autobus et l'implantation de leurs arrêts. Aucune attention n'avait été accordée aux effets négatifs de ces mesures sur le service fourni par les transports en commun.

Ces principes fondamentaux étaient donc bel et bien remis en cause, puisque l'on établissait par la création des couloirs que les autobus étaient traités différemment des voitures particulières et qu'une partie de la voirie pouvait être affectée à leur usage exclusif. Un tollé en provenance des milieux de l'automobile accueillit ces mesures : l'« intolérable privilège » dut être confirmé en Conseil d'Etat.

On ne s'étendra pas ici sur les hésitations et les réticences des responsables jusqu'à ce qu'ils soient convaincus de l'intérêt de ces priorités, sur les difficultés de tous ordres rencontrées dans leur mise en œuvre sur le terrain, sur le sabotage — le mot n'est pas trop fort — de beaucoup de mesures par les autorités chargées précisément de les appliquer et de les faire respecter.

On ne discutera pas davantage des résultats parfois décevants qu'ont pu donner des couloirs de longueur insuffisante ou mal gardiennés. Ce qui est essentiel, c'est que l'idée lancée en 1964 n'a cessé depuis de trouver chaque jour de nouveaux partisans : clients des autobus bien sûr, mais aussi citoyens en général refusant la tyrannie de la voiture. Elle n'a non plus cessé d'évoluer, s'orientant à présent vers le concept de site protégé matérialisé et sur celui encore plus vaste de la limitation d'accès de la voiture particulière à certaines zones. Présentée comme un simple moyen de dépannage, l'innovation était capitale : la lente reconquête de la voirie urbaine par le transport en commun venait de commencer.

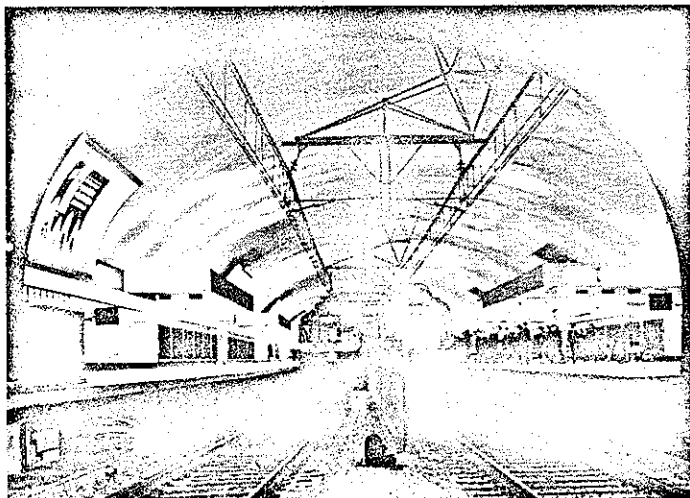
Fig. 9 — La première bande réservée à contre-sens de la circulation apparut à Marseille, rue de Rome, en février 1964. (Photo P. Malterre).



2. La période bleue des techniques nouvelles 1965-1970

Dans cette deuxième moitié des années soixante, l'intérêt de principe porté aux transports collectifs recommence à croître, sans pour autant que les « décideurs » soient convaincus de passer à la réalisation et que la priorité de fait accordée à l'automobile soit remise en question. Seule la région parisienne verra des réalisations d'importance (ouverture des premières sections du RER, premiers prolongements du métro urbain en banlieue). En province le 5^e Plan sera celui du désert.

Fig. 10 — « Seule la région parisienne verra des réalisations d'importance ». Ci-dessous, la station Nation du métro express régional, ligne de Boissy-Saint-Léger. (Photo R A T P).



Le rapport Nora, présenté en 1967, visa à créer de nouveaux rapports entre les collectivités et les entreprises assurant un service public, en normalisant et en comptabilisant les charges que celui-ci implique. Pour la SNCF par exemple, l'idée poura se ranger parmi les innovations capitales. Malheureusement une interprétation hâtive et fort discutable en détourna immédiatement l'objectif vers une « vérité des prix » illusoire et vers une chasse impitoyable à tout déficit d'exploitation, assimilé à un gaspillage. Précisément, les uns après les autres, les réseaux urbains voyaient passer au rouge leur bilan. On rechercha alors plus que jamais toutes les possibilités d'économies, aussi bien sur les investissements matériels ou humains que sur les coûts de fonctionnement. Les conséquences sur le volume de l'offre, la qualité du service et la dégradation de l'outil seront lourdes.

Pourtant on ne devait pas tarder à savoir que, quelque regret que l'on en ait, il n'était pas possible d'abandonner le transport

en commun à son sort : le rapport Buchanan le montra le premier : les émeutes de Watts (Los Angeles) en donnèrent la preuve dramatique en 1965 et il n'est pas jusqu'aux mouvements de mai 1968, où l'idée de la qualité de la vie fut remise à l'honneur, qui n'aient eu leur part dans ce changement d'optique. Aux yeux des Pouvoirs publics, les technologies nouvelles constituèrent la planche de salut. Plutôt que de s'engager comme nos voisins dans une politique délibérée d'investissements recourant à des technologies éprouvées pour obtenir des réalisations rapides, ils misèrent uniquement sur les systèmes nouveaux tout en multipliant les déclarations d'intention sur la priorité à accorder aux transports publics : bandes réservées, respect du stationnement, etc..., toutes mesures dépendant des collectivités locales et non du Pouvoir central... et tout en continuant, par le jeu de la répartition des crédits alloués aux infrastructures, à favoriser l'utilisation urbaine de l'automobile.

Plusieurs raisons concomitantes expliquent cette attitude :

- ignorance des données fondamentales d'un problème qui n'avait suscité aucun intérêt depuis de longues années ;
- *ipso facto*, méconnaissance totale et systématique des réalisations étrangères, réputées inexistantes ou inadaptées aux problèmes français ;
- par voie de conséquence, mise sur le compte des systèmes classiques de la situation reconnue déplorable des transports urbains ; par une curieuse déviation de l'esprit, on condamnait les caractéristiques fondamentales de ces systèmes au lieu de dénoncer leur état de délabrement et d'abandon : on jetait sans hésiter le bébé avec l'eau du bain ;
- désir assurément sincère de trouver le remède-miracle ; ce qui précède explique pourquoi on supposait de bonne foi que ce remède devait sûrement et rapidement pouvoir s'inventer ;
- absence de volonté politique — aussi bien au niveau de l'Etat qu'à celui des collectivités locales — pour investir dans les transports en commun, surtout si pour cela il fallait amputer les crédits alloués aux infrastructures de voirie ;
- peut-être — mais cela ressemble fort à une justification *a posteriori* — désir des esprits les plus lucides de relancer l'intérêt pour les transports collectifs en s'appuyant sur l'attractivité des technologies nouvelles, alors en faveur dans tous les domaines (que l'on songe à l'intérêt suscité par la conquête de l'espace).

Ce sont surtout des inventeurs isolés ou à la tête de petites entreprises qui proposeront de nouveaux systèmes pendant cette période ; passons en revue ceux qui ont suscité le plus d'espoirs.

2.1. - La quête du miracle

2.1.1. - L'Aérotrain

C'est à partir de 1965 que l'on commença à parler de ce système, conçu par l'ingénieur BERTIN. Il s'agit, on se le rappelle, d'un engin sustenté et guidé par effet de coussin d'air, circulant sur une voie en forme de T inversé dont la barre verticale sert de rail central de guidage.

Il n'y a guère de doute que l'idée première de l'inventeur était de créer un système de transport interurbain à très grande vitesse, s'insérant entre le train et l'avion et s'affranchissant grâce au coussin d'air des difficultés réelles ou supposées du roulement ferroviaire à ces allures.

Une fort jolie maquette eut la fortune de séduire jusqu'au Premier Ministre de l'époque, semble-t-il. Toujours est-il que, jusqu'à une date fort récente, l'aide des Pouvoirs publics ne fit jamais défaut. Ainsi une voie expérimentale fut-elle en 1966 construite à Gometz où un petit véhicule d'abord propulsé par un moteur d'avion de tourisme et une hélice, dépassa les 200 km/h puis, après montage d'un turbo-réacteur et de fusées d'appoint, atteignit une vitesse de pointe de 422 km/h en 1968.

La validité des principes technologiques étant ainsi démontrée, une voie de 18 km fut construite à proximité d'Orléans avec l'aide de la DGRST pour essayer un véhicule grandeur nature de 80 places, propulsé d'abord par un turbo-moteur entraînant

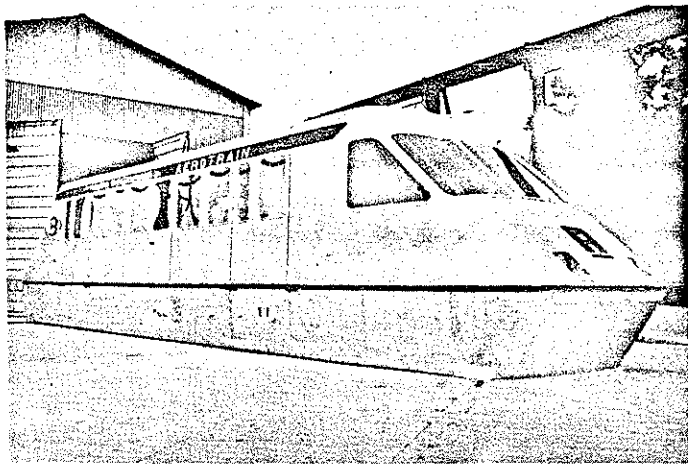
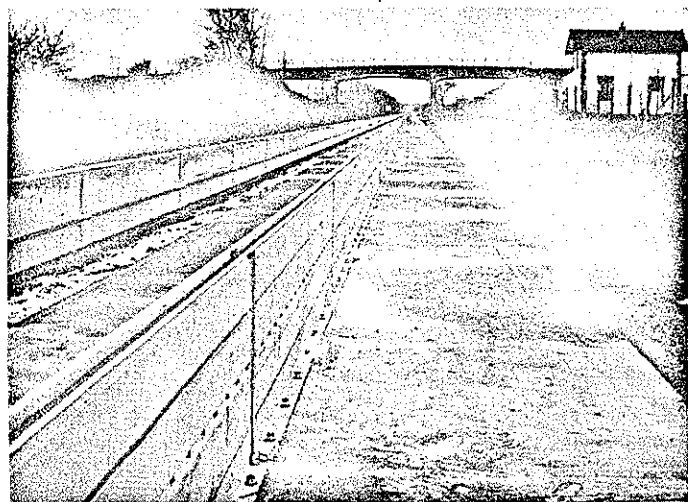


Fig. 11 — Aérotrain, prototype de véhicule suburbain, équipé d'un moteur linéaire Merlin-Gérin. (Photo Société Bertin).

Fig. 12 — Voie d'essais de l'Aérotrain suburbain à Gometz, sur la plateforme désaffectée de la ligne de Paris à Chartres par Gallardon. Le rail central de guidage sert également d'induit au moteur linéaire. (Photo Société Bertin).



une hélice carénée, grâce à quoi on atteignit en 1970 les 300 km/h, puis par un turbo-réacteur insonorisé qui permit de dépasser 420 km/h en 1973, dans des conditions de confort jugées au pire acceptables, au mieux excellentes par les voyageurs invités aux parcours de démonstration.

Mais entre temps bien des choses avaient changé. Sortant d'une longue période de torpeur commerciale, la SNCF avait dès 1967 fait rouler en service régulier le « Capitole » à 200 km/h, avait construit un premier prototype de turbo-train et avait en 1969 présenté le projet d'une ligne ferroviaire à très grande vitesse entre Paris et le Sud-Est de la France ; la compatibilité avec les lignes existantes lui donnait d'emblée un avantage inappréciable par rapport à un éventuel projet concurrent qui eût exigé de coûteuses pénétrations terminales.

Si le marché des transports interurbains paraissait se rétrécir, celui des transports urbains, dans le climat favorisant les techniques nouvelles, semblait plus prometteur. La Société de l'Aérotrain construisit en 1969 à Gometz une nouvelle voie expérimentale, cette fois pour un véhicule doté d'un moteur électrique linéaire Merlin-Gérin. Les essais, difficiles, seront menés jusqu'en 1971 au moment où le Gouvernement décida de créer une ligne d'Aérotrain entre la Défense et la ville nouvelle de Cergy, en utilisant à cette fin les crédits prévus pour la liaison ferroviaire abandonnée.

Décision malheureuse s'il en fut, alors que l'on parlait depuis des mois d'une liaison Orly - Roissy où tout laissait à penser que le système eût été techniquement mieux adapté. La suite de l'histoire est bien connue, avec les répétitions multiples de la décision, la création de la Société AEROPAR regroupant la

SNCF et la RATP, le remplacement de Merlin-Gérin par MTE pour la fourniture du moteur linéaire, la mise en place d'un nouvel ensemble industriel offrant des garanties supérieures au précédent et, quelques mois plus tard, l'abandon.

Il ne nous appartient pas de porter un jugement sur une affaire qui laisse un goût amer. On nous permettra cependant de remarquer qu'elle est, jusque dans sa conclusion, typique d'une certaine façon de développer un produit. Une confiance absolue dans les vertus du système inventé, l'obstination à exalter sa facilité d'adaptation à tel ou tel problème, le dédain et peut-être l'ignorance des possibilités des systèmes concurrents, l'insouciance affichée à l'égard des contraintes d'exploitation, le mépris opposé aux contradicteurs, peut-être aussi l'assurance que donnait la fréquentation des allées du Pouvoir, ont pu faire croire que les promoteurs de l'Aérotrain auraient raison contre tout le monde : édiles, riverains, futurs usagers, techniciens, économistes, etc...

Peut-être a-t-on ainsi gâché à jamais les chances qu'eût données un développement sage et mesuré à un système brillant dont il existait probablement un champ d'application, sans doute moins vaste qu'on ne l'a imaginé, mais où l'Aérotrain eût pu rendre des services de qualité.

2.1.2. - L'URBA

Peu de temps après l'apparition de l'Aérotrain, l'URBA de l'Ingénieur BARTHALON fit son entrée dans le monde des transports d'avenir. On a qualifié l'URBA d'Aérotrain à l'envers : il s'agissait en effet d'un véhicule suspendu par un coussin d'air négatif, c'est-à-dire par un effet de dépression sur la paroi intérieure d'une poutre creuse similaire à celle du système SAFEGE, la dépression assurant aussi le guidage latéral. La propulsion faisait appel à des moteurs linéaires Merlin-Gérin.

La manière économique, artisanale même, dont fut conçu le système — l'inventeur en vérifia le principe en transformant l'aspirateur familial — attira la sympathie : elle flattait le vague sentiment de reconnaissance et de culpabilité envers Bernard Palissy que tout Français porte en lui depuis l'école primaire.

Comme l'indiquait clairement son nom de baptême, le système se voulait essentiellement urbain et entendait combler le créneau technologique entre autobus et métro, mais il n'apportait aucune novation particulière dans le domaine de l'exploitation, sinon de s'interdire pour des raisons de poids le transport de voyageurs debout. Un étude de marché optimiste fit entrevoir un avenir brillant. L'inventeur obtint en 1968 un concours mesuré d'industriels et, avec une petite aide de l'Etat, construisit une courte section expérimentale dans un hangar de l'Ecole Centrale Lyonnaise où circula bientôt un véhicule demi-grandeur ; elle servit, sans plus, à vérifier les principes technologiques du système. Son inauguration donna l'occasion au Délégué à l'Aménagement du Territoire d'annoncer que l'Etat financerait à 50 % la construction de toute nouvelle ligne en site propre... pourvu qu'elle fasse appel à une technologie inédite.

L'enthousiasme et le savoir-faire de l'inventeur aidant, les projets de lignes d'URBA germèrent dans de nombreuses villes : Lyon d'abord, où le Maire dut publiquement des capacités du système à assurer autre chose « qu'une desserte de vogue » (au sens lyonnais de ce terme), puis Bordeaux, Toulouse, Montpellier, Toulon et surtout Rouen. Il ne sortit rien de ces études le plus souvent superficielles et bornées au survol de problèmes posés par l'insertion de la ligne. Puis l'inventeur, déçu de la réticence de ses associés à s'engager davantage et à investir dans l'URBA, en changea et s'allia en 1971 au Groupe de la Caisse des Dépôts et Consignations avec quelques autres entreprises d'importance. Le système n'en déboucha pas davantage sur une réalisation industrielle.

Chaque année passée en diminuait la crédibilité, qui n'était déjà pas unanimement acquise dès le départ : beaucoup de techniciens ne voyaient l'utilité ni du coussin d'air, ni de la position suspendue, ni du moteur linéaire pour le genre de service que visait l'URBA, mais ils en discernaient par contre très nettement les inconvénients. L'apparition d'autres systèmes apportant grâce à l'automatisme des possibilités intéressantes sans pour autant recourir à des technologies avancées pour la sustentation et la propulsion, puis le regain de faveur des systèmes classi-

ques achevèrent sans doute de ruiner le crédit encore accordé à l'URBA.

2.1.3. - Les mini-gabarits

La vogue des gabarits réduits semble être née de l'exemple de l'URBA où, pour des considérations de poids, la taille des véhicules envisagés avait été singulièrement limitée. L'idée séduisit, qui voulait qu'en agissant ainsi on réduise le coût de construction d'une ligne, surtout si elle comportait une part importante de son parcours en tunnel.

Fut ainsi prôné le « Minitube », dont l'innovation par rapport à un tramway ou à un métro ordinaire se bornait à limiter la largeur des rames à 1,80 m. Dans quelques cercles, l'enthousiasme fut tel qu'on demanda à la RATP d'étudier la formule pour le tronçon central du RER et que l'on incita les Sociétés chargées de l'étude des métros de Lyon et Marseille à s'intéresser à cette solution. Aussi ce fut sans doute une rude déconvenue pour ses partisans que de découvrir, à l'issue des concours lancés en 1971 pour la réalisation de ces métros, qu'elle eût finalement coûté aussi cher, sinon davantage qu'une solution au gabarit ordinaire.

Et cependant, quoi de plus évident que le coût d'un tunnel, surtout lorsqu'il est construit à partir de la surface du sol, n'est pas directement proportionnel à sa largeur ? Quoi de plus évident qu'à débit égal, un matériel étroit exige des rames plus longues, comportant davantage de bogies, de moteurs, etc..., donc plus chères ? Quoi de plus évident que ces rames exigent des stations aux quais plus longs, donc elles aussi plus coûteuses ? Et, au-delà, que penser de l'aspect offert par un tel métro et comment apprécier s'il ménagerait ou non l'avenir ?

L'idée du gabarit réduit, abandonnée pour les métros dits « classiques » a survécu pour les nouveaux systèmes automatisés, où la faible capacité unitaire des véhicules présente assurément moins d'inconvénients : on la retrouvera donc pour le VAL ou l'ARAMIS de Matra. Par contre, de par le monde et sans exception aucune, tous les métros ouverts depuis dix ans sont conçus pour des véhicules larges de 2,50 m au moins. On ne peut donc pas dire que le « minitube », type de l'idée toute faite, mal étudiée, mal étayée, ait fait avancer la technique des transports.

2.2. - Le doute

2.2.1. - La création de l'Institut de Recherche des Transports (I R T)

On reconnaîtra volontiers que la création de cet organisme, porté sur les fonts baptismaux par le Ministère de l'Équipement et par celui des Transports en 1971, a constitué à elle seule une innovation, tout au moins dans le domaine qui nous intéresse.

Jusqu'alors en effet l'Administration ne disposait d'aucun moyen de vérifier les dires des inventeurs, d'étudier les domaines où les recherches seraient profitables, d'assister les responsables locaux dans ces problèmes nouveaux de transport collectif. Le rôle de l'I R T apparut immédiatement comme considérable.

Bientôt il établit le premier cahier des charges socio-économique des systèmes nouveaux où, enfin, étaient fixés des objectifs à atteindre et des contraintes à respecter. L'I R T porta ensuite ses efforts sur la méthodologie des études de transport collectif et sur le recueil des données de base les concernant : s'il existait grâce aux travaux du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (S E T R A) tout ce qui était nécessaire aux études de voirie et de circulation des voitures individuelles, on ne trouvait rien de semblable pour les transports collectifs ; les responsables locaux de l'Administration — et même les édiles — étaient laissés dans l'inconnu quant à la manière d'aborder les questions les concernant.

Continuant son travail d'ordonnancement, parallèlement à des études de très haut niveau, l'I R T a récemment établi une classi-

2.1.4. - L'AT 2000

Les deux systèmes qui ont occupé le devant de la scène pendant plus de cinq ans avaient en commun l'ambition de mieux se placer que les engins existants, grâce à leurs choix technologiques, tout en restant dans un cadre d'exploitation très classique. Ainsi l'Aérottrain ne devait pas s'exploiter bien différemment d'un chemin de fer rapide ; ainsi l'Urba était très voisin, quant au service rendu, d'un tramway en site propre, avec toutefois pour les deux systèmes des contraintes spécifiques liées précisément aux options de sustentation ou de propulsion retenues. Il était entendu que ces technologies nouvelles devaient offrir des avantages de coût d'investissement et d'exploitation, de réduction des nuisances, d'attractivité, etc... suffisants pour faire basculer le choix en leur faveur, au détriment des systèmes restant basés essentiellement sur la roue et le moteur tournant, dont on découvrait tout à coup les inconvénients majeurs.

L'AT 2000 inaugura une démarche bien différente : utiliser autrement les techniques classiques pour offrir un service nouveau, de qualité améliorée. L'idée de base du système présenté par la Société Automatismes et Technique en 1969 a paru burlesque : disposer sur une ligne de métro d'un parc de matériel roulant scindé dans l'axe longitudinal en deux séries de véhicules, la première constituée de voitures se succédant à courtes distances et circulant à vitesse constante sans s'arrêter d'un terminus à l'autre, la seconde formée de voitures circulant parallèlement mais s'arrêtant à chaque station pour y embarquer ou y débarquer les voyageurs et rattraper par une manœuvre de rendez-vous les premières pour que les usagers puissent passer des unes aux autres à une vitesse relative nulle. Ainsi le voyageur se rendant d'une station à une autre éviterait les arrêts intermédiaires et la capacité de la ligne serait accrue dans d'énormes proportions.

Bien sûr l'AT 2000 ne dépassa pas le stade du document d'études et du modèle réduit, quoiqu'on en ait un moment évoqué l'adoption éventuelle sur les métros de Lyon et Marseille alors au stade des avant-projets. Personne ne doute que sa réalisation eût posé d'inextricables problèmes. Cependant il a eu un très grand mérite, celui de remettre en cause des concepts d'exploitation figés et, plus innovant que bien d'autres, il a ouvert la voie aux recherches sur les systèmes semi-continus et personnalisés, à très haut niveau d'automatisme. A ce titre son apparition a marqué un tournant dans la période qui nous intéresse ; une nouvelle approche des technologies nouvelles allait être entreprise.

fication en quatre filières, sur laquelle nous reviendrons, pour l'orientation des recherches sur les nouveaux systèmes de transport ; enfin il a entrepris de s'intéresser au perfectionnement des systèmes existants, les tirant de l'ostracisme où ils croupissaient depuis des années.

2.2.2. - Le rapport Buchanan et la doctrine Gérondau

Chacun connaît par expérience la sensation décevante éprouvée parfois à la relecture d'un ouvrage qui avait fait impression quelques années auparavant : entre temps les idées évoluent et ce qui paraissait novateur est devenu banal. Voilà ce qui arrive si l'on reprend la lecture du rapport établi en 1963 par le Professeur Buchanan à la demande du Ministère britannique des transports et traduit en français sous le titre « *L'Automobile dans la Ville* ».

Pourtant ce rapport était chargé d'idées neuves. Pour la première fois étaient recensés les inconvénients causés par la prolifération de la voiture particulière dans le centre des villes anciennes. Il était mis en évidence qu'elle ne pouvait prétendre à se substituer intégralement aux transports en commun dans les agglomérations importantes, à moins d'accepter la destruction du tissu urbain central pour construire en quantité suffisante voiries et surfaces de stationnement. Refusant cette hypothèse, le rapport concluait qu'il convenait au contraire de limiter l'accès du centre des grandes villes à la voiture particulière et de favo-

riser les transports en commun. En dehors de cette zone centrale, on devait au contraire aménager la voirie et les possibilités de stationnement pour faciliter l'emploi de l'automobile individuelle.

On a lu depuis des critiques certes plus radicales de l'usage urbain de l'automobile mais, lorsque le rapport Buchanan parut, il suscita déjà des controverses. Il amena nombre d'urbanistes, aménageurs, etc... à concevoir leurs projets moins systématiquement en fonction de la voiture individuelle : bon gré mal gré, il fallait bien tenir compte des transports en commun puisqu'ils étaient indispensables.

L'idée était choquante, ennuyeuse même pour les théoriciens de l'automobile qui l'interprétaient de façon singulièrement limitative. Puisque le calcul démontrait qu'au cœur des grandes villes, des transports publics efficaces étaient nécessaires on ne les établirait qu'à l'intérieur d'une zone centrale de façon à écouler le surcroît de trafic surpassant les possibilités de la voirie. En dehors, les transports collectifs seraient considérés comme une sorte de service social de dépannage, destiné aux « captifs », c'est-à-dire à la petite minorité de personnes qui, pour une raison ou pour une autre ne pourraient utiliser la voiture particulière.

En pratique on établissait de la sorte qu'il suffisait dans les plus grandes villes de province d'un réseau en site propre confiné au centre de la ville, sous forme de quelque mini-métro au gabarit et au kilométrage les plus limités, à construire seulement après la réalisation des opérations de voirie routière et autoroutière. Bien entendu dans les autres villes, aucun investissement particulier n'était à faire pour les transports en commun qui, supposait-on charitablement, bénéficieraient automatiquement des améliorations de la voirie. La région parisienne constituait évidemment une exception puisqu'elle disposait déjà par héritage de conceptions anciennes d'un réseau important de métro et de chemins de fer de banlieue qui, s'il n'était sans doute pas à étendre, devait être tout de même utilisé.

Cette doctrine se trouve fort bien exposée dans l'ouvrage de Christian Gerondeau « *Les Transports Urbains* » (2). Elle a inspiré l'Administration pendant plusieurs années et il a fallu des mouvements d'opinion non négligeables pour que le problème majeur de la desserte des banlieues soit enfin examiné avec plus de soin. L'apparition d'un document ressortant d'une tout autre école de pensée devait d'ailleurs y contribuer.

2.2.3. - Le Schéma directeur du District parisien

C'est un lieu commun de dire que le développement de l'urbanisation en France s'est très longtemps fait en l'absence complète de toute liaison concertée avec celui des moyens de transport. La croissance de l'agglomération parisienne en fut jusqu'à une période récente l'illustration parfaite.

Les conséquences de ce désordre s'aggravèrent avec l'expansion des années 50 et 60 et le développement de la voiture individuelle. En effet la nécessité de rattraper une stagnation de cinquante ans et l'accroissement rapide de la population urbaine firent édifier dans la périphérie des zones d'habitat dense. Dans le même temps, la non-prise en considération des possibilités de transport collectif dans ces créations et la médiocrité des transports par autobus aboutirent à confier à la voiture particulière la desserte de ces zones. L'absence de planification d'ensemble eut pour résultat de multiplier une circulation automobile économiquement absurde.

Ainsi s'accrut la tendance au développement en tache d'huile de l'agglomération, forme de croissance dont les nombreux inconvénients (pas de centres secondaires, allongement des trajets, anarchie dans l'occupation du sol, coût accru des voiries de desserte et des équipements, etc...) sont bien connus des urbanistes.

Aussi l'innovation capitale contenue dans le Schéma Directeur du District Parisien, mis sur pied par l'équipe de M. Paul Delouvrier et présenté en 1965, fut de poser clairement le principe de la structuration du développement urbain par des infrastructures de transport. Tous les axes d'urbanisation qui y étaient définis s'appuyaient sur un réseau autoroutier et sur un réseau de

chemin de fer régional. De même toutes les villes nouvelles envisagées autour de Paris pour éviter un monocentrisme excessif étaient reliées à la capitale par le rail.

Ce schéma rencontra sur sa route bien des avatars. L'insuffisance de la législation foncière, la difficulté de contrôler l'utilisation des sols, l'« urbanisme de dérogation », mirent en échec tel ou tel volet du Schéma ou firent naître des réalisations « parasites » ; la réalisation des infrastructures fut parfois retardée ou encore leur nature fut modifiée. Cependant, *grosso modo*, le Schéma de 1965 tient encore. Ainsi une des deux lignes Nord-Sud de métro régional sera réalisée, mais en petit gabarit (jonction des lignes 13 et 14) ; l'autre ligne se fera différemment de ce qui était imaginé, par l'interconnexion des réseaux SNCF - RATP. Le RER desservira comme prévu la ville nouvelle de Marne-la-Vallée et, depuis la conclusion que l'on sait de l'affaire de l'Aérotrain de Cergy-Pontoise, il apparaît qu'effectivement toutes les villes nouvelles seront reliées à Paris par le rail.

A l'exemple de Paris, toutes les agglomérations élaborèrent par la suite leur Schéma directeur. On y prit en compte les infrastructures de transport à réaliser pour desservir les axes de développement et si, dans bien des cas, les pesanteurs intellectuelles firent que la voirie routière et autoroutière se tailla la part du lion, presque toujours la nécessité des infrastructures de transport collectif fut mentionnée, du bout des lèvres pourrait-on dire, mais mentionnée quand même. Une porte avait été ainsi entrebâillée qui ne devait plus se refermer.

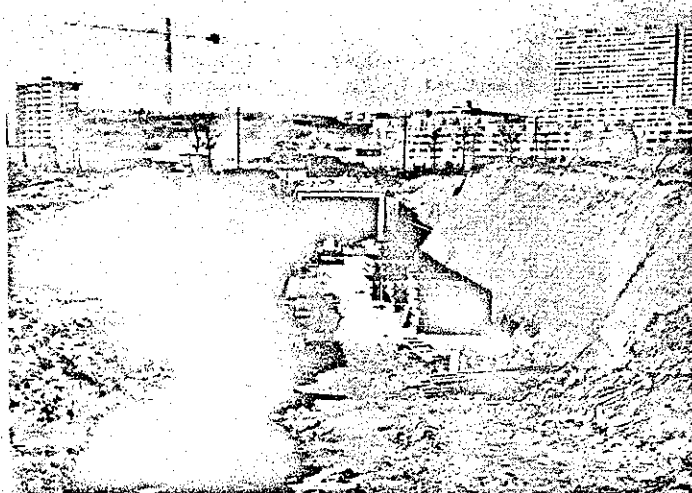


Fig. 13 — « Le RER desservira, comme prévu au schéma Delouvrier, la ville nouvelle de Marne-la-Vallée ». Ci-dessus, travaux de construction à Fontenay-sous-Bois. (Photo RATP).

2.2.4. - Le développement des études de trafic

Dans la deuxième moitié de la décennie soixante, il apparut que l'expansion automobile allait exiger la construction de nouvelles voiries et que, les besoins étant énormes, il était indispensable d'établir des priorités et de définir non seulement les axes et les tracés, mais de prévoir aussi les trafics à assurer. L'exemple venait des USA où de tels travaux étaient couramment pratiqués, avec des méthodes mathématiques jugées au point.

On commença donc à procéder à des analyses détaillées de la situation existante, par des comptages de véhicules et des enquêtes en tous genres. On passa ensuite au calcul des trafics futurs en calquant les modèles mathématiques américains, fonctionnant selon des principes déjà exposés dans cette revue.

Des études de ce genre ont été menées depuis 1965 dans la plupart des villes françaises. A l'exception des agglomérations lyonnaise et marseillaise où l'idée d'un métro couvait et commençait à reprendre de la vigueur, elles ont d'abord été menées dans une stricte optique routière par les Services de l'Équipement qui s'en sont servis pour justifier leurs projets parfois grandioses de voiries routières et autoroutières.

Telles quelles, malgré le conformisme des hypothèses de base sur le développement de la motorisation, sur l'aménagement

(2) Presses Universitaires de France, 1969.

urbain et sur les taux de répartition entre usagers de la voiture particulière et usagers des transports collectifs, elles ont eu très vite le mérite de faire apparaître que le Professeur Buchanan avait raison et que l'automobile individuelle ne pouvait assurer ni la totalité ni même souvent la majorité des déplacements urbains prévus pour les années 1985 ou 2000, malgré la multiplication au-delà de toute limite raisonnable des infrastructures routières pour la circulation et le stationnement.

Ces études ont été également utilisées pour les transports collectifs, afin de déterminer par exemple le tracé souhaitable de futures lignes en site propre. Mais d'un outil excellent on a parfois abusé : là encore la comparaison était cruelle entre le kilométrage de sites propres construits chaque année chez nos voisins et la quantité d'études de trafic, fort bien faites au demeurant, livrées par les mathématiciens français...

2.2.5. - Mai 1968

Sans doute aura-t-on quelque étonnement de voir figurer cette date dans notre analyse ! Et pourtant, si l'on suit un historien aussi peu suspect de sympathies gauchistes que l'Académicien Robert Aron, mai 1968 a marqué, au-delà des pires outrances et des pires excès logorrhéiques, le premier effort de dépassement d'une Société axée uniquement sur la consommation individuelle.

Et il est de fait que c'est à partir de mai 1968 que l'on commença à parler de qualité de la vie, que la pensée écologiste prendra son essor, que les consommateurs timidement viendront à se grouper en associations et que cette évolution aura finalement l'aval, sinon l'appui, des Pouvoirs publics : création d'un Ministère de l'Environnement, d'une Délégation à la Sécurité routière, d'un Institut National de la Consommation, etc...

Or qu'est-ce que la qualité des transports urbains sinon une forme de qualité de la vie urbaine, même si ce mot peut à bon droit faire sursauter, appliqué à l'état actuel des transports en commun dans la plupart de nos villes ? De cela on prendra conscience, d'abord en région parisienne, plus tard et moins profondément en province où il est plus facile à beaucoup de se dispenser complètement de l'usage des transports collectifs.

Mai 1968 a sonné le réveil des usagers des transports en commun qui seront bientôt appelés des clients — peu de réseaux les traitaient auparavant comme tels — en attendant de devenir peut-être tout simplement des citoyens dont le droit à un transport urbain convenable sera garanti comme le sont tant d'autres.

2.2.6. - Le Colloque de Tours

Tenu en mai 1970 à l'initiative du Ministre Raymond Mondon, le Colloque examina les problèmes des transports urbains sous la plupart de leurs aspects essentiels. Il réunit élus, hauts fonctionnaires, urbanistes, dirigeants de réseaux, représentants des usagers, constructeurs, inventeurs, etc... N'avaient été oubliés que les représentants du personnel des entreprises exploitantes, dont il eût pourtant été intéressant de connaître le point de

vue. Auparavant l'Administration avait préparé un *Livre Vert*, document où l'on trouvait un excellent diagnostic des maux dont souffraient les transports urbains français mais où ne figurait aucune comparaison avec les pays étrangers.

Ce fut un film réalisé par l'UTPUR, projeté à l'ouverture du Colloque, qui se chargea de les fournir, et de manière assez cinglante. Estimant peut-être menacé le confort intellectuel des responsables des transports urbains français, le Directeur de Cabinet du Ministre crut bon, dès la dernière image d'un document sans doute jugé à la limite de la subversion, de préciser qu'en raison de différences historiques il ne pouvait être question d'adopter dans les villes françaises les solutions au demeurant séduisantes appliquées dans les cités étrangères, ce qui permettait dans la suite des débats de les tenir pour nulles et non avenues.

Beaucoup d'idées furent brassées pendant deux jours. L'Administration en retira un *Livre Blanc*, catalogue de bonnes intentions dont beaucoup avaient le grand mérite d'être pour la première fois écrites noir sur blanc. L'ouvrage était par contre singulièrement discret sur les actions concrètes à entreprendre, étant publié à l'entrée d'un 6^e Plan où les transports urbains de province n'étaient guère mieux traités qu'au Plan précédent. La suite devait d'ailleurs donner raison à la prudence des auteurs car même leurs modestes prévisions n'ont pas été jusqu'à ce jour intégralement réalisées...

Plus importantes furent les traces laissées dans les esprits par les débats du Colloque. Des maires prirent conscience de problèmes dont ils ne soupçonnaient pas jusqu'alors l'étendue et la gravité. Des exploitants s'aperçurent que gémir sur les innombrables calamités dont les accablait un sort injuste et se contenter « d'adapter l'offre à la demande », cela ne suffisait plus ; il leur faudrait mettre du leur dans une œuvre de réhabilitation des transports collectifs.

Quelques promoteurs de systèmes nouveaux s'étonnèrent, s'indignèrent même, de ne plus être crus sur parole et de trouver des contradicteurs. Les représentants des anciens « usagers », rebaptisés « clients », découvrirent avec ravissement qu'on les écoutait, même si on ne les comprenait pas encore. Rien de cela n'était décisif mais tout fut utile.

Après le Colloque de Tours, nous ne verrons plus apparaître d'innovations majeures mais une suite de menues améliorations et de petites victoires jalonnent le revirement progressif des responsables de l'activité des transports urbains, aux niveaux locaux et national.

Ce lent mouvement vers la réhabilitation des transports collectifs ne s'est pas fait, ne se fait pas encore sans à-coups ni reculs. La doctrine de l'adaptation de la ville à l'automobile, proclamée au sommet en 1971 encore, n'a pas cessé d'exercer ses ravages dans le tissu urbain et très directement dans la qualité de la vie offerte aux citoyens, qu'il s'agisse de dégâts causés par les infrastructures routières ou de désagréments provoqués par l'organisation de la voirie existante au seul profit du véhicule individuel. Mais la crise née de la guerre d'octobre 1973, en abattant le mythe d'une automobile toute puissante et invulnérable, a précipité une évolution que les experts considéraient comme inéluctable. La décision de ne pas construire à Paris la voie express rive gauche — qui était devenue le symbole d'une politique urbaine — a par son caractère spectaculaire marqué plus que toute autre qu'un tournant était pris.

3. La situation présente

Nous voici donc arrivés au présent. Dans quel état se trouvent les transports urbains français au moment où un brillant avenir leur est reconnu ? En quoi la politique d'innovation technologique

leur a-t-elle été profitable ? Que peut-on attendre à court terme de l'innovation pour leur expansion ?

3.1. - Le diagnostic

Par simplification, nous admettrons l'opinion couramment partagée selon laquelle les transports collectifs sont au creux de la vague — alors qu'en fait, dans plusieurs villes, la remontée de leur trafic montre que ce point est franchi. Nous laisserons de côté les transports parisiens, parce que leur cas a déjà été traité dans cette revue et qu'il est très différent de celui de la province ; à Paris les principaux problèmes sont liés à la saturation des axes en site propre et à la sous-utilisation du réseau de surface : rien de tel dans les autres villes françaises.

Dans une situation de trafic minimal, toutes les études démontrent que la clientèle restant fidèle aux transports collectifs est essentiellement « captive » soit physiquement (toutes personnes incapables de conduire une voiture), soit économiquement (toutes personnes incapables d'acquiescer une voiture). Une récente enquête faite dans une ville moyenne montrait que 95 % des chefs de famille détenteurs d'une automobile n'utilisaient JAMAIS l'autobus. Tous faux-semblants écartés, cela signifie que les transports publics, pour en arriver là, ont perdu leur attractivité et ont souffert d'un processus de dévalorisation : en province, ne plus utiliser l'autobus, c'est montrer au voisin l'amélioration de son statut social.

Les raisons de cette désaffection sont connues : on parle surtout de la médiocrité qualitative de l'offre (lenteur, irrégularité, inconfort, etc...), mais il existe aussi une médiocrité quantitative devant laquelle on s'est longtemps fermé les yeux, car elle est lourde de conséquences.

Si l'on examine en effet, sur un échantillonnage des villes françaises, le niveau de l'offre des transports en commun exprimé en places-kilomètres annuelles par habitant desservi, on constate qu'il est toujours — et parfois dans le rapport un à deux ou un à trois — inférieur à celui des villes étrangères anglaises ou suisses, par exemple, où le transport collectif est reconnu satisfaisant. Cela ne fait que traduire en chiffres une remarque, une plainte plutôt, entendue sur le terrain : les fréquences des passages sont — avec la poignée d'exceptions qui justifie la règle — trop médiocres pour que le service soit attractif ; quand on doit faire des trajets comportant un ou deux changements de lignes, l'utilisation d'un véhicule individuel devient quasi-indispensable : on a ainsi créé des « captifs » de la voiture particulière.

Tous les réseaux français, ayant incontestablement pratiqué une gestion interne rigoureuse, ont basé leurs moyens, tant matériels qu'humains, sur ce niveau de prestations et, à la différence de l'amélioration qualitative sur laquelle nous reviendrons, l'indispensable augmentation de l'offre coûtera cher en investissements de toutes sortes et majorera les dépenses d'exploitation. Ce sera la note à payer pour solder la politique « d'adaptation de l'offre à la demande » d'avant le Colloque de Tours.

Avoir été rangées si longtemps sur la liste des industries en voie de déclin ne pouvait pas ne pas avoir de conséquences sur la structure même des entreprises exploitantes et sur la mentalité qui y régnait. Les préoccupations étant avant tout orientées vers la compression des dépenses, leur capacité d'innovation

Tableau 1. Comparaison de l'offre des transports publics entre dix villes françaises et dix villes étrangères

(Chiffres 1972)

Villes françaises					Villes étrangères				
	A	B	C	D		A	B	C	D
Avignon	100 000	0,82	0,047	476	Verviers	80 000	2,00	0,180	2 250
Dunkerque	155 000	1,40	0,120	775	Reading	190 000	6,14	0,442	2 326
Metz	180 000	2,45	0,240	1 330	Freiburg-B. (RFA)	190 000	4,70	0,547	2 878
Clermont-Ferrand	210 000	3,42	0,307	1 460	Berne	212 000	7,86	0,845	3 985
Rouen	340 000	4,66	0,405	1 192	Lausanne	226 000	9,00	0,765	3 385
Grenoble	350 000	4,66	0,372	1 065	Karlsruhe	260 000	10,15	1,121	4 311
Nice	350 000	4,46	0,414	1 185	Liège	465 000	13,95	1,265	2 720
Nantes	400 000	6,28	0,473	1 177	Leicester	501 000	18,67	1,344	2 683
Toulouse	500 000	10,33	0,857	1 714	Brême	592 000	24,34	2,829	4 941
Bordeaux	580 000	14,52	1,408	2 415	Bologne	600 000	21,37	2,030	3 383
Moyenne				1 278	Moyenne				3 302

Légende :

- A : population de l'agglomération
- B : nombre de kilomètres-voitures (millions)
- C : nombre de places-kilomètres (milliards)
- D : nombre de places-kilomètres par an et par habitant

s'est appliquée de préférence à l'amélioration de la productivité interne, domaine où, au demeurant, les réseaux français occupent une place plus qu'honorable par rapport aux meilleures entreprises étrangères, d'autant plus que, parallèlement, les salaires et conditions de travail du personnel n'ont cessé de progresser.

Enfin la politique d'investissement minimal a eu des conséquences fâcheuses non pas tant pour le renouvellement du matériel roulant, qui absorbait en fait la quasi-totalité des crédits et qui

a été convenablement mené, mais pour l'amélioration des infrastructures et bâtiments, très souvent médiocres et vétustes pour celui des équipements : le retard par rapport à l'étranger est considérable, qu'il s'agisse de l'outillage, des liaisons radio-téléphoniques, des distributeurs automatiques de billets, de systèmes informatiques de gestion, etc... Le seul secteur où nous sommes en avance est celui du développement des abris, uniquement parce qu'une entreprise de publicité, dynamique mais n'ayant aucun souci particulier de l'intérêt des voyageurs (la conception même de ces édicules le prouve) y a trouvé un secteur d'activité très profitable.

3.2. - Le bilan de l'innovation technologique

Quand bien même souhaiterait-on ne pas être lapidaire et voudrait-on éviter tout risque d'injustice, il serait bien difficile de mettre en avant des résultats positifs dans la politique d'innovation technologique si le bilan devait en être arrêté aujourd'hui. Que l'on en juge :

- le SAFEGE a capoté dès la première confrontation sérieuse avec un métro normal ;
- l'AEROTRAIN, fâcheusement aiguillé sur une voie qui n'était pas la sienne, s'est enlisé dans le borbier de Cergy-Pontoise ;
- l'URBA n'a jamais pu convaincre et dépasser le stade de l'invention artisanale ;
- le MINITUBE s'est effondré au premier examen chiffré de ses prétendus avantages ;
- l'AT 2000 s'est très vite transcendé vers d'autres applications de l'automatisme, plus prometteuses.

Aucun réseau, aucune ligne n'offrira au voyageur à la fin du 6^e Plan une seule de ces techniques nouvelles qui devaient être opérationnelles depuis longtemps déjà : les appréhensions que manifestaient les sceptiques se sont justifiées au-delà des hypothèses les plus pessimistes.

Un échec aussi total ne peut s'expliquer que par des erreurs commises sur le plan des principes. Rien n'a guidé l'action des inventeurs, sinon l'évocation de ce fameux et absurde créneau qu'il fallait occuper à fixer l'autobus et le métro. Attendre de référence ne leur a fourni les objectifs précis à atteindre et les contraintes à respecter : méconnaissant tout du problème qu'ils

voulaient résoudre, les esprits ont battu la campagne et le retour aux réalités a été catastrophique. Dans aucune branche industrielle un effort mené de la sorte n'aurait eu davantage de chances de succès, quel que soit le talent des chercheurs.

L'échec eût paru moins accablant si, à l'image de l'industrie en-core, la recherche de techniques nouvelles n'avait été qu'un volet d'une activité reposant pour l'essentiel sur le développement de techniques classiques et opérationnelles. Ce n'était pas le cas.

Cette politique n'a pas été tellement coûteuse si on la compare à l'aide accordée à l'industrie aéronautique pour le développement de tel ou tel type d'appareil dont l'insuccès est parfois total. Cette économie, toute relative quand même, était peut-être un des buts poursuivis. Mais les besoins n'ont pas disparu et le temps perdu a, lui, coûté fort cher : pendant que l'on espérait le système-miracle, les crédits d'investissements destinés à l'usage urbain de la voiture ont continué à être versés au seau pendant que ceux affectés aux transports collectifs restaient distribués au compte-gouttes...

Nous nous garderons bien d'inclure dans ce naufrage les systèmes élaborés à partir de 1970, d'abord parce que l'heure du bilan est loin d'avoir sonné pour eux et ensuite parce qu'à la différence des précédents, leur développement est beaucoup mieux suivi et contrôlé par les Pouvoirs publics : un avenir leur est peut-être ouvert pourvu qu'ils sachent trouver leur domaine réel d'application.

Il n'en reste pas moins que, et pour un temps indéterminé mais probable, en France comme dans le reste du monde, sur l'autobus et sur le chemin de fer urbain dans ses multiples variantes.

Tableaux 2a et 2b. Financement public des techniques nouvelles de transport

Source : Revue Equipement-Logement-Transport n° 85

a) Aide financière globale de l'Etat (*) (en millions de francs)

	Nature du financement		
	Subventions	Prêts	Total
1966	0,662	—	0,662
1967	8,805	—	8,805
1968	2,648	—	2,648
1969	48,605	1,623	50,228
1970	5,900	—	5,900
1971	7,506	1,150	8,656
1972	24,499	12,280	36,779
1973	26,253	—	26,253
Total	124,878	15,053	139,931

b) Aide financière globale des collectivités locales (en millions de francs)

	Nature du financement		
	Subventions	Prêts	Total
1970	0,200	—	0,200
1971	14,170	13,300	27,470
1972	21,135	26,700	47,835
1973	0,519	—	0,519
Total	36,024	40,000	76,024

(*) Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.), Ministère de l'Équipement et des Transports, Ministère de l'Éducation Nationale, Ministère de l'Intérieur.

3.3. - L'innovation immédiate : l'amélioration de l'existant

L'engouement passager pour les technologies nouvelles a fait un moment perdre de vue que l'outil essentiel des transports urbains de province, l'outil sous-utilisé du réseau parisien, c'est l'autobus. Les améliorations dont toutes les villes peuvent tirer profit immédiat sont celles portant sur le système qu'il constitue — voirie, véhicule, technique d'exploitation.

3.3.1. - La voirie

Tout en ce domaine repose sur l'innovation apparue sur les bords de la Seine en 1964, c'est-à-dire la différence de traitement entre l'autobus et la voiture individuelle. L'évolution courante va vers une ségrégation plus nette. Munir la bande réservée de bordurettes comme l'a fait en 1973 la RATP est efficace : la séparation physique installée sur l'avenue Franklin-Roosevelt a divisé par 10 le nombre de voitures particulières circulant en infraction sur la bande, y a supprimé tout stationnement illicite et a amélioré sensiblement la vitesse moyenne des autobus, tout cela sans exiger une surveillance particulière de la police (3).



Fig. 15 — Bande réservée de l'avenue Niel à Paris et son éphémère protection par bordurettes en caoutchouc. (Photo RATP).

Fig. 16 — « La différence de traitement en faveur des autobus peut également s'exercer aux carrefours, par un asservissement des feux et la création de phases spéciales facilitant leurs évolutions ». Ci-dessous, carrefour Préfecture - rue de Rome à Marseille. (Photo P. Malterre).



La différence de traitement en faveur des autobus peut également s'exercer aux carrefours, par un asservissement des feux et la création de phases spéciales facilitant leurs évolutions. On est en droit d'espérer que les solutions techniques seront bientôt au point.

Une autre forme de priorité aux autobus consiste à leur allouer complètement une rue. L'innovation a été appliquée à Marseille en 1972 sur la rue Saint-Ferréol, artère étroite et commerçante, remise à double sens et affectée exclusivement aux transports publics (autobus et taxis), aux services de sécurité et, sous certaines conditions, aux véhicules de livraison. Les résultats sont dans l'ensemble positifs : excellents sur le plan technique, ils sont moins nets — tout en marquant quand même un progrès sur la situation antérieure — pour les piétons et riverains : il

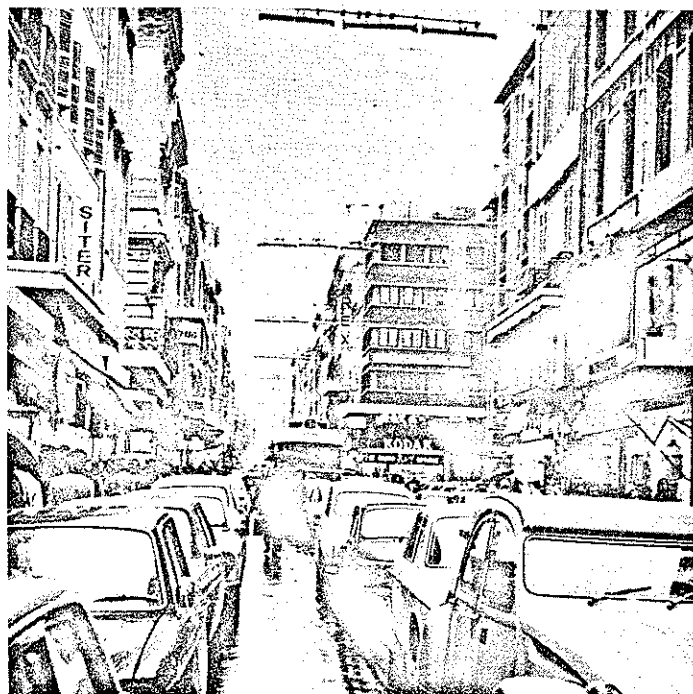
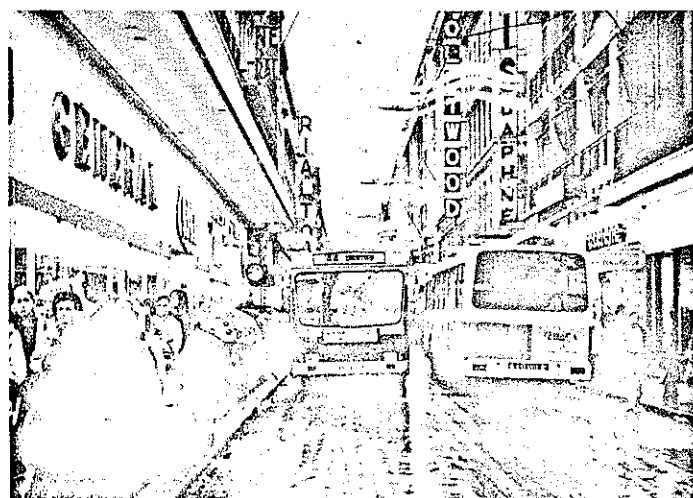


Fig. 17 et 18 — Contraste entre deux artères parallèles à Marseille. Ci-dessus, la rue de Rome et ses embouteillages. (Photo P. Malterre).

Ci-dessous, la rue Saint-Ferréol réservée aux seuls transports collectifs. (Photo P. Malterre).



(3) « Deux expériences parisiennes en matière de priorité aux autobus », Coussedière, Revue de l'UTP UR n° 706, mai 1974.

NdlR. Poursuivant contre vents et marées sa politique d'obstruction au bon fonctionnement du réseau de surface, le Conseil de

Paris a réussi à imposer, depuis la rédaction de cet article, le démontage des bordurettes des avenues Niel (août 1974) et Franklin-Roosevelt (septembre) pour... des raisons d'esthétique et de sécurité des « deux-roues », auxquels il manifeste une sollicitude tout-à-fait inattendue...

n'a pas été possible d'élargir les trottoirs et le vacarme assourdissant des autobus se remarque d'autant plus qu'ils sont devenus la seule cause de bruit : comment ne pas regretter ici l'élimination des trolleybus...

Besançon a repris en les étendant et en les perfectionnant des dispositions similaires dans le cadre d'un Plan de circulation d'une conception totalement innovante pour notre pays puisque le centre de la ville a été découpé en plusieurs zones auxquelles les voitures particulières ne peuvent accéder que par l'extérieur, sans possibilité de circulation traversante ; la création de rues réservées aux transports collectifs, dont le rôle se voit notablement accru, s'accompagne de la mise en place de zones piétonnes (4).

Il conviendra d'en suivre de près les résultats car cette organisation urbaine est plus représentative des tendances qui prévaudront demain que ne le sont divers Plans de circulation nouvellement créés : ils se contentent de viser à l'utilisation optimale de la voirie par le maximum de véhicules, selon la doctrine mise au point par le Service d'Etudes des Routes et Autoroutes (S E T R A), en utilisant un arsenal de mesures telles que généralisation des sens uniques, feux coordonnés, îlots directionnels, etc... Les transports collectifs y gagnent lorsque sont créées des bandes réservées à contre-sens — ce qui n'est pas le cas dans toutes les villes, malheureusement. Ces mesures peuvent donner bonne conscience, mais l'œuvre favorise encore l'accès du centre urbain au véhicule individuel. Peut-on réellement considérer de tels Plans comme élaborés dans une optique de priorité aux transports collectifs et de respect de l'environnement ?

Enfin, faisant partie des innovations souhaitables à court terme, il y aurait aussi le changement d'attitude de certaines autorités de Police, habituées à raisonner en véhicules et non en voyageurs ou en piétons ; un recyclage serait utile...

3.3.2. - Le véhicule

Nous avons assez dit quel progrès avait apporté l'autobus Standard pour ne pas y revenir. Cependant le confort de l'ambiance intérieure, des aménagements offerts aux voyageurs et de la décoration n'a peut-être pas été à la mesure des améliorations mécaniques. Partant du principe, justifié semble-t-il, que l'habit mécanique. Partant du moins, on a cherché à innover dans ces secteurs jusqu'alors laissés à l'initiative des seuls techniciens. Depuis 1970 la Société TRANSEXEL, qui a fait école, a commencé par substituer du tissu au simili-cuir des sièges, de la moquette aux classiques revêtements de sol, des sièges individuels aux banquettes : elle poursuit ses efforts en faisant redessiner les décorations intérieures et extérieures de ses

Fig. 19 — Exemple d'autobus amélioré dans la décoration et les aménagements intérieurs : dans les rues de Perpignan, autobus Berliet PR 100 Transexel. (Photo P. Malterre).



(4) Voir Transports Urbains n° 23, pp. 10 à 12. L'expérience de Besançon sera à nouveau évoquée dans le prochain numéro.

autobus (5). Le Ministère des Transports, l'IRT et les exploitants du réseau de Toulouse ont présenté un autobus « Design » dont les aménagements intérieurs tranchent radicalement avec les dispositions habituelles (6).

Ce que l'on recherche avec ces réalisations, c'est changer l'image de marque de l'autobus, le « dépaupériser » aux yeux d'une clientèle potentielle accoutumée à l'ambiance qui règne dans les bureaux, trains, avions, etc... de conception moderne. Cette orientation ne va pas sans susciter quelques polémiques : elles n'auraient de signification que dans la mesure où les améliorations relèveraient d'un éphémère clinquant ou d'un désir par trop simpliste de « faire autrement ». On doit se persuader que l'élévation de la qualité du service fourni par l'autobus n'est l'essence de la public, bien des exemples l'ont montré, que lorsque sont franchis des seuils mettant en jeu les diverses composantes du système : or l'ambiance offerte au voyageur en fait partie. La véritable difficulté est d'apprécier la pondération respective des facteurs et, face à eux, l'élasticité de la demande.

Ainsi est-il probable, au vu des résultats déjà relevés, que dans les villes moyennes où les difficultés de circulation sont localisées et où les autobus circulent rarement à pleine charge, le confort de la place assise est essentiel. A l'inverse, dans les plus grandes agglomérations où l'autobus assure, fréquemment à limite de capacité, les grandes migrations domicile-travail, ce sont l'amélioration de la régularité des passages et l'accélération du service qui prennent le pas sur tout le reste : le succès des expériences de Marseille et de Toulouse tendrait tout au moins à le faire croire.

Mais si cette amélioration d'ambiance coûte peu, il n'y a aucune raison de se l'interdire. Beaucoup plus onéreux par contre serait une augmentation du nombre de places assises, qui constituerait cependant un élément de confort encore plus important. Il est à noter l'avantage dévolu par les voyageurs parisiens, le Standard RATP offrant 40 places assises alors qu'en province on se tient entre 23 et 30 sièges ; en contrepartie la capacité totale de l'autobus tombe de 90 à 70 voyageurs, en fait pratiquement moins encore à cause des dégagements insuffisants. Le passage aux normes de confort retenues pour les métros de Lyon et de Marseille ferait chuter la capacité des autobus Standard à moins de 60 places ; il ne semble pas, à l'heure actuelle, qu'une évolution très nette se dessine dans cette direction.

D'autres améliorations de l'autobus ne seraient pas coûteuses. Nous songeons au renforcement de la ventilation, à défaut de la climatisation, ne serait-ce que pour chasser les odeurs pas toujours agréables qui font souvent préférer l'usage de la voiture particulière à celui des transports collectifs. D'autres encore ne coûtent rien, sinon un effort de réflexion : judicieuse disposition des barres, colonnes et points d'appui, emplacement rationnel des oblitérateurs, localisation commode des plans de ligne, des boutons d'arrêt, modes d'exploitation plus agréables pour les voyageurs, tels que le *self-service* introduit en France par Strasbourg, etc... Enfin comment oublier combien le confort du voyage dépend du talent du conducteur et de l'absence des freinages ou arrêts intempestifs imposés par la circulation générale lorsque l'autobus n'y est pas prioritaire !

3.3.3. - L'exploitation

En ce domaine l'innovation importante du moment tient dans l'introduction des méthodes modernes de *marketing* dans la gestion des réseaux de transport urbain.

On sait que cette technique consiste à étudier, prendre en compte et au besoin susciter les désirs de la clientèle pour en déduire les caractéristiques des produits à lui vendre et maximiser le profit de l'entreprise. Aux Etats-Unis où il a été conçu, le *marketing* a été porté aux nues parce qu'il a largement contribué à l'expansion économique ; toutes les firmes en utilisent de façon systématique les ressources. Cependant la plus récente génération

(5) La Société Transexel regroupe les réseaux urbains de Besançon, Brest, Caen, Cherbourg, Lorient, Lyon, Montpellier, Perpignan, Tours.

Elle possède également une filiale d'ingénierie, ECT, spécialisée dans les problèmes de transports urbains.

(6) Voir Transports Urbains n° 28, p. 34.

d'économistes le conteste vigoureusement et lui reproche d'avoir, en suscitant constamment des besoins artificiels, édifié la civilisation du gadget, accéléré le gaspillage des matières premières et contribué au sacrifice des dépenses d'intérêt collectif. En Europe, où son arrivée est plus récente, on l'accuse de surcroît de s'opposer radicalement aux objectifs du service public lorsqu'il est appliqué à des entreprises chargées d'une telle mission.

La polémique peut naturellement s'engager plus avant et conduire à la mise en cause de tel ou tel aspect des divers systèmes économiques en vigueur dans le monde. Pour en rester au domaine des transports en commun, observons simplement que c'est un secteur particulièrement économe en matières premières et en énergie, favorable à l'environnement et à l'intérêt collectif ; de plus les contraintes du service public sont incorporables dans les données fondamentales de la gestion des entreprises ; enfin les Collectivités qui en assurent la responsabilité financière sont parfaitement libres de décider que le critère d'optimisation de leur gestion puisse être autre chose que le strict bilan d'exploitation et se rattacher par exemple au niveau du trafic. Les objections de principe quant à l'application des techniques de *marketing* à la gestion des transports urbains ne nous paraissent pas, en conséquence, reposer sur des fondements sérieux.

La Société TRANSEXEL a joué dans cette innovation un rôle de pionnier et, depuis peu, presque toutes les entreprises de transport urbain à des degrés divers font usage de ces techniques parfois comme M. Jourdain le faisait de la prose, sans le savoir.

Elles permettent en effet :

- de connaître le comportement des voyageurs par des enquêtes et sondages et leur appréciation sur les services dont ils disposent ;
- utilisant ces données, de déterminer rationnellement les modifications d'itinéraires, les créations de lignes, les horaires, le type de matériel nécessaire, etc... Alliées aux études mathématiques de trafic, elles peuvent conduire à la restructuration complète d'un réseau. Faut-il rappeler qu'anciennement les responsables n'étaient guidés que par leur intuition... et par les réclamations des clients insatisfaits et des habitants non desservis ?
- de perfectionner l'information mise à la disposition du public ;
- d'améliorer la formation du personnel ;
- d'introduire des techniques évoluées de gestion.

Certes, dans les transports urbains, la liberté d'action du *marketing* est limitée, puisque le produit est toujours une place-kilomètre, vendue à des tarifs imposés, et que plusieurs éléments fondamentaux de la qualité de ce produit ne dépendent pas de l'entreprise (les conditions de circulation par exemple). Néanmoins, les résultats obtenus par l'introduction de ces techniques sont très appréciables. L'innovation a eu un autre avantage : elle a contribué, en faisant approcher de manière nouvelle des problèmes déjà bien connus, à redonner aux entreprises exploitantes le dynamisme que des années de déclin résigné avait émoussé. Lorsque le redéveloppement des transports collectifs sera au sommet assigné comme un objectif national, elles pourront efficacement s'en faire l'instrument.

3.3.4. - La couverture des déficits d'exploitation

L'obtention d'un bénéfice d'exploitation n'étant plus, depuis longtemps déjà, qu'un objectif insaisissable, le concept de vérité des prix cessa très vite d'être à la mode, car son application eût nécessité des hausses de tarifs socialement inadmissibles. Ce n'était d'ailleurs qu'une fiction car l'usage urbain de la voiture particulière continuait à bénéficier d'une véritable subvention de l'Etat (aide importante à la construction des voiries, non-couverture par les recettes propres du coût social d'utilisation en milieu urbain, absence d'aide de l'Etat aux transports urbains en province) les conditions d'une concurrence équitable n'étaient absolument pas réunies. L'exemple américain montrait d'ailleurs que son application pure et simple pouvait amener les entreprises à cesser toute autre activité que celle des services ouvriers ou d'heure de pointe.

Quel que soit le régime de fonctionnement des réseaux sur le plan juridique, les Pouvoirs publics se sont donc trouvés contraints de fournir des apports de trésorerie. A Paris, l'Etat, le District parisien et les collectivités locales contribuent à l'équilibre du budget de la RATP selon des mécanismes décrits dans cette revue (7). En province l'Etat n'intervient en général pas, laissant ce soin aux collectivités locales, sauf pour les subventions à des études ou expérimentations (études de site propre, expérimentations de nouvelles lignes ou de nouvelles méthodes d'exploitation, opérations de promotion). L'aide de l'Etat ne s'exerce que sous forme forfaitaire pour les métros de Lyon et de Marseille, correspondant en principe à environ 30 % du montant total figurant à la conclusion des marchés d'exécution ; l'Etat subventionne également les sections expérimentales de systèmes nouveaux. Sa contribution s'arrête là.

Or les déficits d'exploitation montent rapidement. La hausse des tarifs ne peut pas suivre celle des prix de revient et l'urbanisation périphérique entraîne un accroissement des dépenses (nouvelles dessertes socialement indispensables mais dans le contexte actuel souvent peu utilisées). La charge imposée aux collectivités locales paraissant dans l'avenir menacer les possibilités d'investissements, l'Etat a imaginé de faire participer aux recettes les employeurs qui bénéficient grâce aux transports publics du marché de la main-d'œuvre sur l'ensemble de l'agglomération. Ainsi a été créée la taxe de 1 % sur les salaires en région parisienne, étendue en 1973 aux villes de plus de 300 000 habitants et en 1974 aux villes de plus de 100 000 habitants (8). Cette taxe est destinée d'après le législateur à compenser les pertes dues aux réductions sur les tarifs consentis aux salariés et à financer les investissements spécifiques des transports en commun. Le rendement en est considérable mais les difficultés d'application ne sont pas minces, ainsi que de répartition entre les diverses parties prenantes (réseau urbain, transporteurs routiers, S N C F).

Enfin récemment le Gouvernement a réduit à 7 % le taux de TVA frappant les recettes des réseaux de transport en commun — en contrepartie d'un blocage temporaire des tarifs. Ainsi se confirme une évolution qui tend à faire payer le prix du voyage *domicile-travail* par trois parties :

- le voyageur,
- l'employeur,
- les Pouvoirs publics (collectivités locales et Etat).

(7) Voir Transports Urbains n° 26, pp. 9 à 12.

(8) Voir Transports Urbains n° 24, pp. 33 à 35.

4. L'avenir

4.1. - L'étendue du problème

Nous avons dit que les études mathématiques de trafic avaient démontré aux plus sceptiques la nécessité pour les villes françaises de se doter de réseaux de transport en commun efficaces. Pour mieux apprécier l'ampleur des problèmes que posera l'avenir, étendons-nous un instant sur ces travaux et leurs conclusions.

Dans chaque agglomération, à l'image de ce qui a été fait pour la région parisienne avec le Schéma Delouvrier, un Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme a été étudié par les Services de l'Équipement et soumis aux élus. Il fixe à l'horizon de l'an 2000 les grandes orientations : type de développement urbain, vocation des secteurs entre zones à urbaniser, zones industrielles, zones vertes, plan général des infrastructures les plus importantes, etc...

Sur les données de ce document sont ensuite menées des études de trafic visant à déterminer la localisation et le genre d'infrastructure de transport à créer, aux horizons 2000 et 1985. Deux hypothèses sont mises en balance, pour un nombre global de déplacements constant :

- l'une favorable à l'utilisation de la voiture particulière : le pourcentage de déplacements assurés par les transports en commun décline comme il l'a fait dans les dix dernières années, tombant à parfois moins de 15 % du total. Les voiries et surfaces de stationnement sont déterminées à partir du trafic automobile correspondant ;
- l'autre favorable aux transports collectifs : le pourcentage de déplacements qu'ils assurent reste constant, de l'ordre de 30 % à 50 % du total.

Dans la première hypothèse, par suite de l'augmentation de la population et de sa mobilité, le trafic des transports en commun, exprimé en valeur absolue (nombre annuel de passagers) reste

en 1985 du même ordre qu'actuellement. Malgré un développement assez effarant et irréaliste des voiries routières et autoroutières et la création de nombreux parcs de stationnement, il y a saturation, et fréquemment incompatibilité avec les orientations fondamentales du Schéma Directeur.

Dans la deuxième hypothèse, ces incompatibilités n'apparaissent pas et les problèmes de voirie et de stationnement ne semblent pas insolubles. Le trafic des transports en commun augmente considérablement, allant jusqu'à doubler d'ici à 1985, voire davantage.

Ces études ne sont pas exemptes de critiques, en particulier dans la mesure où les hypothèses de base sont par trop simplificatrices et ne tiennent guère compte de la sociologie urbaine. Mais l'important est la constance, d'une ville à l'autre, des résultats obtenus : la deuxième hypothèse apparaît presque partout comme la seule orientation jouable, en dehors même de toute considération liée à l'environnement ou à l'énergie.

On en voit rapidement les implications. Le choix de cette solution exige la volonté politique de ne plus favoriser l'usage de la voiture particulière pour les déplacements à destination du centre urbain et de s'orienter vers des Plans de circulation tournant le dos aux errements courants. Il exige que les transports collectifs accroissent singulièrement leur offre et en même temps l'améliorent pour que le transfert depuis la voiture particulière ne soit pas ressenti par les nouveaux voyageurs comme une brimade insupportable.

C'est pour les réseaux de transport urbain un changement d'échelle complet à effectuer en une dizaine d'années. Avec quels moyens le réalisera-t-on ? C'est la question à laquelle nous allons tenter d'apporter quelques éléments de réponse, en nous tournant d'abord vers le plan des techniques non classiques, puis classiques.

4.2. - La deuxième génération des systèmes nouveaux

4.2.1. - Les quatre filières

L'Institut de Recherche des Transports a établi un classement des systèmes nouveaux en quatre filières avec des objectifs que nous rappellerons rapidement :

- métros légers automatiques (ou automatisables),
- systèmes routiers bi-mode,
- systèmes semi-continus,
- systèmes de transport rapide personnalisé.

Chaque filière est représentée par un système français en cours de développement : les trois premières au moins devraient être opérationnelles et exploitables d'ici à la fin du 7^e Plan. Quatre objectifs sont visés par l'ensemble des filières (diminution du coût d'infrastructure, diminution du coût d'exploitation, vitesse commerciale élevée, aménagements progressifs), mais chacune en privilégie un plus particulièrement.

Dominant le tout, c'est l'amélioration de la qualité du service fourni qui sous-tend l'effort mis dans ces systèmes, puisque c'est elle qui devrait permettre un renversement du comportement des usagers supposés en position de libre choix entre voiture particulière et transports collectifs. La diminution du coût d'infrastructure suppose la légèreté du système, la flexibilité de son tracé et de son profil et un faible niveau de nuisances permettant le passage en aérien ou au sol. La diminution du coût d'exploitation suppose un fort degré d'automatisation per-

mettant de réduire à un minimum ou de supprimer le personnel à bord des véhicules et en station. Enfin l'aménagement progressif vise à étaler dans l'espace et dans le temps les investissements sur les infrastructures, le matériel roulant et les méthodes d'exploitation, chaque niveau correspondant à une qualité de service déterminée.

4.2.1.1. - Les métros légers automatiques

Il s'agit de métros circulant en site propre intégral, d'où une option d'automatisation totale (au moins à terme). L'absence de personnel à bord des rames ne fait plus dépendre l'essentiel des coûts d'exploitation de la fréquence des passages qui peut être maintenue très forte pendant toute la journée : ceci permettrait de recourir à des rames de plus faible capacité qu'un métro normal, de plus petit gabarit et plus légères.

La technologie de sustentation, guidage, propulsion, etc... est indifférente et les solutions ordinaires conviennent parfaitement. L'exploitation est en principe classique (trains omnibus). Les difficultés tiennent naturellement à la mise en œuvre de l'automatisme (sécurité du transport et, ce qui est sans doute le plus ardu à obtenir, la fiabilité) et aux conséquences de cette option sur la psychologie des voyageurs.

La filière est représentée par le système VAL de la Société MATRA, en essais sur un tronçon expérimental à Villeneuve d'Ascq depuis juillet 1973.

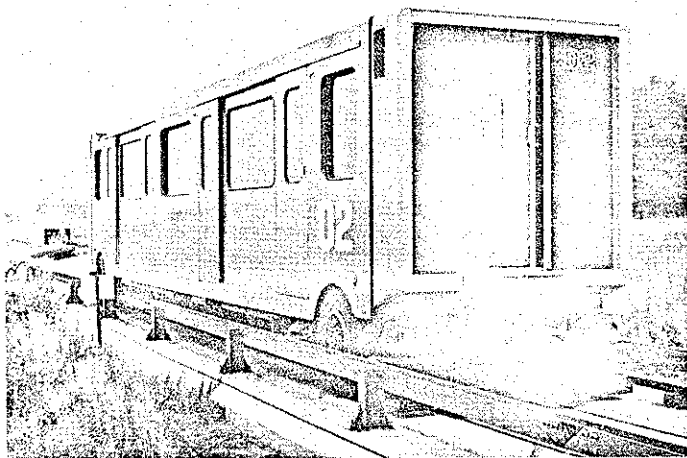


Fig. 20 — Le véhicule du système VAL développé par Matra. (Photo Matra).

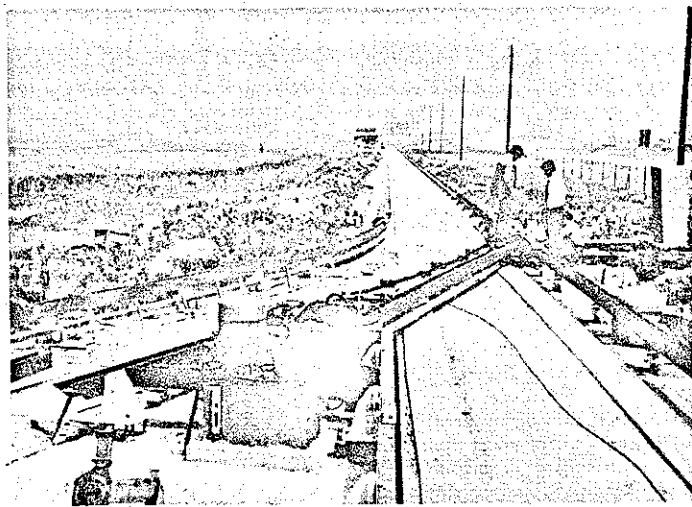


Fig. 21 — L'aiguillage du VAL. Piste d'essais de Villeneuve-d'Ascq. (Photo P. Malterre).

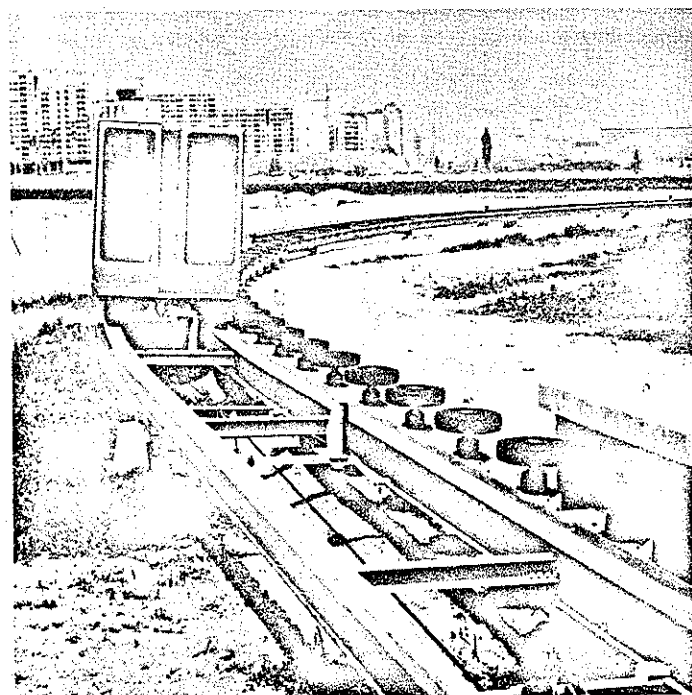
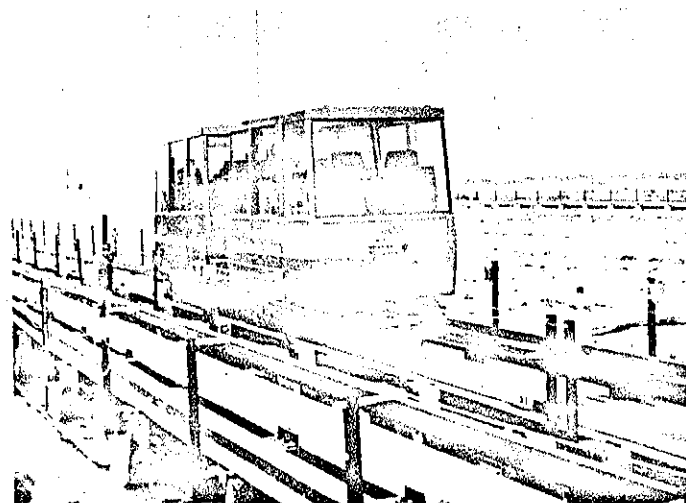


Fig. 22 — Le véhicule du système POMA avec ses tourets d'accélération et de décélération. Piste d'essais de Grenoble. (Photo P. Malterre).

Fig. 23 — Système ARAMIS développé par Matra ; deux véhicules constitués en rame sur la piste d'essais d'Orly. (Photo P. Malterre).



4.2.1.2. - Les systèmes routiers bi-mode

L'idée consiste à utiliser en site propre sur une partie de leur trajet des autobus normaux, avec éventuellement guidage, propulsion électrique et automatisation du transport sur le site propre. L'exploitation est de type classique.

Le système privilégie bien sûr l'objectif d'aménagement progressif. On peut éviter aussi des ruptures de charge par rapport à une solution ligne en site propre intégral plus autobus de rabattement. Les difficultés techniques commencent avec le choix et la mise au point d'un système de guidage applicable à des véhicules qui, par principe même, doivent rester aptes à circuler normalement sur les tronçons en voirie ordinaire. Elles résident également dans les problèmes d'insertion des autobus dans le tronc commun en site propre, si les fréquences sont très fortes.

La filière est développée par TREGIE (groupement d'intérêt économique RENAULT, SAVIEM, SERI) pour application éventuelle à la ville nouvelle d'Evry.

4.2.1.3. - Les systèmes semi-continus

Les systèmes de montagne à cabines tractées ont servi de point de départ à cette filière. Une succession de véhicules est accrochée à un câble tracteur : chacun se désolidarise du câble avant l'arrivée en station, ralentit et défile à quai à une vitesse très faible permettant aux voyageurs de descendre et monter sans risques. Le véhicule est ensuite accéléré et se raccroche au câble tracteur. Les cabines sont donc entièrement passives. L'exploitation peut être classique, chaque véhicule défilant à basse vitesse dans chaque station, ou permettre des franchissements sans arrêt de stations pour une partie des cabines. Il n'y a pas en principe de personnel à bord ou en station. Le site propre est naturellement intégral.

Les avantages du système tiennent dans l'absence d'attente aux stations — sauf s'il y a saturation de l'offre par la demande — car un ou deux véhicules s'y trouvent en permanence en train de défiler à vitesse lente, et dans la simplicité des cabines. Les difficultés techniques résident dans le comportement des voyageurs ordinaires devant des véhicules ne marquant pas l'arrêt en station et les obligeant à monter et à descendre alors qu'il subsiste un mouvement relatif, dans les automatismes d'accélération et de freinage, et dans les conséquences psychologiques de l'absence totale de personnel.

La filière est représentée par le système POMA 2000, en cours d'expérimentation à Grenoble.

4.2.1.4. - Les systèmes de transport rapide personnalisé

L'idée, venue des U.S.A., veut en fait obtenir du transport collectif la qualité de service de l'automobile, notamment le trajet direct. Ces systèmes comprennent donc des véhicules de petite

Tableau 3. Les quatre filières de l'I.R.T.

Objectifs	VAL (Lille)	POMA, Télérail (Grenoble), systèmes à cabines	ARAMIS (Matra) petits véhicules programmés (PRT)	BI-MODE (Evry)
Diminution coût d'infrastructure	×	×	—	×
Diminution coût d'exploitation	×	×	×	—
Vitesse commerciale élevée	—	—	×	—
Aménagements progressifs	—	—	—	×

×× objectif très privilégié
 × objectif privilégié
 — objectif non privilégié

capacité sans conducteur, circulant sur un réseau maillé. Le voyageur appelle en station une cabine, y prend place et affiche sa destination à la manière d'un ascenseur ; la cabine se rend à cette station sans aucun arrêt intermédiaire. Il existe aussi des variantes « dégradées » d'exploitation où l'itinéraire et la destination des véhicules sont pré-déterminés avec des arrêts intermédiaires. La technologie des véhicules peut être soit relativement classique soit d'avant-garde.

Les problèmes les plus difficiles à vaincre tiennent dans la gestion entièrement automatique du réseau. MATRA développe en France cette filière avec le système ARAMIS, en essais à Orly.

4.2.2. - Le pari de l'automatisme intégral

Nous avons cité les avantages escomptés et les principaux obstacles techniques à vaincre. Mais il faut aller plus loin dans l'analyse.

Trois des filières proposées reposent sur un niveau d'automatisation suffisamment élevé pour que le personnel embarqué ou en station soit inutile à la bonne marche de l'exploitation. Ainsi la fréquence de passage des véhicules n'est-elle plus directement liée aux dépenses de main-d'œuvre et il devient possible d'offrir tout au long de la journée un service plus dense et plus attractif.

Le présent numéro de TRANSPORTS URBAINS publie, sous la signature d'Yves Michel, une étude approfondie des difficultés de réalisation d'un tel niveau d'automatisme et en développe le volet économique. Elle y jette la lumière crue qui naît du refus des idées reçues et de la mode du moment. Cette analyse préoccupante ajoute à l'incertitude technique le doute sur l'intérêt réel de l'automatisme intégral.

Nous y grefferons quelques craintes quant au comportement psychologique du public vis-à-vis d'un système que chacun saurait vide de tout personnel, dans un temps où l'insécurité urbaine va croissant. Peut-on ignorer le risque de voir les stations et les véhicules de systèmes totalement automatisés acquérir la réputation de coupe-gorges ? Comment ne pas songer à la crainte qu'éprouvera une femme à l'idée de voyager seule dans une petite cabine en face d'un ou deux individus inquiétants, avec comme seul recours un signal d'alarme dont elle sait qu'il retentira dans un lointain poste de contrôle ? N'est-elle pas plausible, la menace que le système soit psychologiquement refusé par la population comme dangereux en dehors des heures de grande affluence ?

Supposons toutes ces appréhensions apaisées et venons-en aux observations se rapportant aux autres conséquences de l'automatisation totale. La première a trait à l'implantation d'une ligne ainsi conçue dans le tissu urbain. Les véhicules étant aveugles, aucune intrusion de personnes, aucun croisement avec d'autres véhicules ne sont un instant envisageables : le site propre intégral, inviolable, est indispensable, avec des raffinements par rapport au métro classique comme les portes-palières des stations. Nous verrons que cela n'est pas sans conséquences sur le domaine d'application de tels systèmes.

Les économies d'investissement par rapport à un système non automatisé ne sont nullement évidentes, comme le montre l'étude d'Yves Michel. Elles le sont d'autant moins que l'on diminue la taille des véhicules en en multipliant le nombre. Certaines notions industrielles élémentaires ne se laissent pas volontiers bafouer : il est difficile de faire croire que quatre moteurs de 25 kW coûtent moins qu'un seul de 100 kW. Tout véhicule a besoin de ses organes de sustentation, de guidage, de traction, de freinage, de contrôle, de prise de courant, d'attelage, etc... dont le coût ne varie pas proportionnellement aux dimensions. *Mutatis mutandis*, la même remarque s'applique aux coûts d'entretien de ces organes. Malgré l'absence de conducteur, plus petit sera le véhicule, plus grand sera le risque d'échec économique.

Cette observation concerne inégalement les trois filières recourant à l'automatisme total. Les systèmes semi-continus ont des véhicules passifs, donc peu coûteux. Le câble, par le synchronisme qu'il procure, simplifie les dispositifs d'automatisme qui sont logés à terre à proximité des stations. Mais, rançon de cet avantage, il introduit une rigidité d'exploitation extrême et, dans un long tracé urbain multipliant les changements de pente et les courbes serrées, il serait étonnant que son entretien puisse être ignoré : les exploitants de funiculaires, dont les lignes ont des tracés moins tourmentés et les véhicules des vitesses plus modestes, en savent quelque chose.

Par contre la quatrième filière demande à l'automatisation un maximum. Offrir par le transport public la qualité de service de l'automobile privée semble un idéal, au demeurant atteint, mais à un prix jugé trop élevé dans une utilisation autre qu'occasionnelle, grâce au taxi. Réaliser cela en site propre, sans conducteur, avec des véhicules de petite capacité entièrement automatisés pourrait se révéler incomparablement plus onéreux, à supposer que cela soit faisable ; personne ne le croit sérieusement pour le moment.

Même avec un réseau sommaire, les problèmes de gestion qui croissent factoriellement avec le nombre de stations et de véhicules deviennent très vite effrayants de complexité. La recherche du véhicule vide, son acheminement vers la station où il est demandé, le trajet avec voyageurs ensuite, par l'itinéraire le plus court et sans arrêt intermédiaire jusqu'à la station d'arrivée et enfin le stockage du véhicule vide sur une voie de garage libre, le tout dans un niveau de sécurité voisin de celui du chemin de fer supposent, outre une fiabilité hors du commun des équipements et des véhicules, un *hardware* et un *software* (9) extraordinairement perfectionnés.

On cherche à diminuer les difficultés en « dégradant » l'exploitation : par exemple les véhicules peuvent avoir leur itinéraire et leurs arrêts déjà programmés et non plus laissés à l'initiative du voyageur. Même ainsi les problèmes restent de taille. A la limite de « dégradation » on retrouverait l'exploitation omnibus d'un métro automatique. Enfin, à ces difficultés, il est des constructeurs qui ont choisi d'ajouter celles nées d'une sustentation par coussin d'air ou par électro-aimants et d'une propulsion par moteurs linéaires : ne serait-ce pas frôler la gageure ?

(9) On appelle *hardware* l'ensemble des équipements et du matériel constituant un ordinateur. Le *software* est l'ensemble des systèmes et éléments de programmation d'un ordinateur.

Cette quatrième filière apparaît donc comme de plus lointaine application que les autres : son succès suppose tout d'abord que l'automatisme intégral fasse la preuve qu'il est utilisable en service commercial courant. L'innovation déborderait largement le cadre des transports urbains : jusqu'ici dans aucun mode de transport kilométrique de voyageurs, terrestre, maritime ou aérien, on n'a supprimé le pilote qui reste toujours l'ultime recours et plus souvent encore le banal suppléant des automatismes conçus pour faciliter sa tâche.

4.2.3. - L'aménagement progressif et l'autobus bi-mode

Des automatismes compliqués ne sont nullement indispensables au développement des systèmes qui se rattachent à la philosophie de l'aménagement progressif des axes de transport, puisque le site propre intégral ne représente qu'un éventuel aboutissement de leur évolution. Jusqu'à ce stade ultime, la présence d'un conducteur à bord des véhicules ne peut être évitée.

L'aménagement progressif, qui étale dans le temps et dans l'espace les investissements en fonction des besoins et des ressources, coïncide à la perfection avec les tendances les plus modernes dans la planification des transports urbains (10) envisageant une redistribution de la voirie entre transports collectifs et individuels. La bande réservée aux autobus constitue le premier pas de l'aménagement progressif.

Faire circuler à des cadences raisonnables des autobus normaux sur des sites protégés, qu'ils soient récupérés sur la voirie ou construits spécialement, ne pose pas de grands problèmes et offre des possibilités de débit, de vitesse commerciale et de régularité de passage déjà extrêmement intéressantes. On peut avancer que des dispositions de ce genre régleraient de manière satisfaisante les problèmes posés par l'exploitation de la plupart des axes à fort trafic des villes de province. Aussi souhaite-t-on le plus large développement à cette formule dans le cadre d'une politique de réhabilitation des transports collectifs urbains.

Le risque nous paraît se situer dans une complication à l'excès du système basé sur l'autobus. Certes, utiliser des trolleybus munis d'un groupe d'autonomie n'a rien qui puisse inquiéter : de même ajouter une signalisation pour aider à la conduite ne saurait faire soulever d'objections. Les inquiétudes apparaissent avec l'ambition de créer sur le site propre un système de guidage des autobus et de distribution d'énergie électrique pour la traction et d'utiliser des véhicules qui conserveraient la faculté, hors du site propre, de circuler en conduite ordinaire et en traction autonome.

Il y a tout d'abord quelques réserves d'ordre technique. Ainsi, pour n'en citer qu'une, il semblerait qu'afin de garder la possibilité de croisements à niveau entre site propre et voirie banale — sans laquelle l'aménagement progressif perd son sens — le dispositif de guidage serait placé sous la chaussée, ressemblant à s'y méprendre aux anciens « caniveaux » des tramways, imposés dans plusieurs villes pour éviter les fils aériens. Ces installations, en panne après chaque orage, encombrées de déchets tombés par la fente du caniveau, riches en coincements et grippages, exigeant de longs travaux de dégagement, difficilement accessibles pour les visites courantes, ont laissé un souvenir de cauchemar aux services chargés de leur entretien : la perspective d'y revenir n'est guère engageante : espérons que l'on trouvera mieux.

Les vitesses commerciales et les cadences de passages annoncées semblent de même fort ambitieuses. Même avec l'aide d'un guidage au sol, on ne sait si le personnel de conduite aura les nerfs assez solides pour travailler dans des conditions aussi dures.

Mais surtout les appréhensions se rapportent à l'économie d'un tel système. L'intérêt de l'autobus ordinaire, sur ce plan, tient dans le fait qu'il utilise une infrastructure simple (on peut même parler d'absence d'infrastructure lorsqu'il circule sur la voirie banalisée) et que le véhicule, construit en grande série, est bon marché. Ces avantages compensent l'inconvénient de la faible capacité unitaire du véhicule, qui en fait l'engin de transport en commun dont le coût marginal de conduite et d'entretien ramené à la place-kilomètre offerte est le plus élevé.

(10) Voir Transports Urbains n° 28, pp. 17 à 23.

Or construire un site propre incluant les dispositifs de guidage et de captation envisagés coûtera certainement aussi cher, sinon davantage, qu'une voie de tramway ou de métro léger.

Les véhicules qui y circuleront ne seront plus des modèles ordinaires de série, aucune illusion n'est à se faire là-dessus : à l'extrême rigueur en seront-ils de lointains dérivés, avec de telles complications que leur coût augmentera dans des proportions considérables.

Selon le principe même du système, ces véhicules pourront continuer à circuler sur la voirie banale, donc leurs dimensions et leur capacité resteront identiques à celles de l'autobus normal. Par conséquent, leur coût d'exploitation ramené à la place-kilomètre sera dans le meilleur des cas celui de l'autobus ordinaire ; compte tenu des complications liées au fonctionnement bi-mode, il sera probablement supérieur.

On risque donc d'aboutir à la conjonction « place-kilomètre offerte coûteuse en investissement et coûteuse en exploitation » alors qu'avec un système ferroviaire on trouve la formule « place-kilomètre offerte coûteuse en investissement et bon marché en exploitation ». Aussi est-on amené à s'interroger : au delà d'un certain seuil de trafic, vaut-il mieux compliquer à plaisir le système basé sur l'autobus ou au contraire confier l'aménagement progressif à un système ferroviaire basé sur le tramway, même si le réseau est à construire *ex nihilo* ?

En d'autres termes, les questions peuvent s'exprimer ainsi : l'autobus peut-il cesser d'être un système simple ? Vaut-il la peine de lui construire une infrastructure spécialisée séparée de la voirie ? Autant d'interrogations auxquelles l'expérience d'Evry apportera peut-être des éléments de réponse.

4.2.4. - Les domaines d'application des systèmes nouveaux

Il faut, croyons-nous, distinguer nettement le cas des villes nouvelles, où l'on est en principe maître de l'urbanisme, de celui du reste des agglomérations françaises, Paris constituant une autre exception que nous laisserons de côté.

Dans les premières, il est loisible d'imaginer des systèmes de transport collectif entièrement aériens sans qu'ils portent nuisance aux riverains ou entièrement en site propre sans que le coût en soit prohibitif. Il suffit pour cela de prendre en compte ces projets dès que les études d'organisation des sols débutent. La ville nouvelle peut alors choisir pour sa desserte interne un système quelconque, nouveau ou classique ; le choix n'en est plus affaire que de priorité accordée à tel ou tel objectif d'exploitation, de faisabilité technique et de coût. Mais les villes nouvelles ne sont pas nombreuses, une dizaine en France.

Dans les villes anciennes, le tissu urbain est si rigide qu'en dehors des zones les plus périphériques le choix d'un moyen de transport est dominé par les problèmes d'insertion. Pratiquement deux possibilités restent ouvertes :

- l'implantation en tunnel, coûteuse et dont les travaux de construction traumatisent l'activité urbaine ;
- l'utilisation du niveau du sol, dans le centre par une nouvelle répartition de la voirie entre transport collectif et transport individuel, dans la périphérie par création de sites propres ou protégés établis sur la même plate-forme que la voie routière.

Nous excluons le viaduc, de moins en moins toléré par les citadins et qui ne peut être envisagé que dans des cas particuliers (zones industrielles, franchissement de rivières, autoroutes ou voies ferrées). Partout ailleurs proposer cette solution serait s'exposer à une levée de boucliers suffisante pour faire échouer l'entreprise : mieux vaut ne pas se bercer d'illusions.

Le moindre croisement à niveau avec la voirie exclut, nous l'avons dit, tout système basé sur l'automatisme intégral au profit de systèmes à aménagement progressif : leur marché apparaît donc plus prometteur.

En effet le choix délibéré d'un site propre intégral ne saurait venir que de deux raisons bien différentes :

- dans les plus grandes villes, de l'attente d'un trafic très important et de la nécessité d'une vitesse commerciale élevée : dessertes suburbaines à grande distance, confiées au chemin de fer, dessertes d'axes très chargés du genre des premières lignes des métros de Lyon et Marseille.
- dans les autres villes et sur des axes de moindre importance que les précédents, d'une volonté politique de ne pas modifier l'utilisation existante de la voirie, ou même de la laisser entièrement à l'usage des véhicules individuels en transférant les transports publics sur un autre niveau. Ce n'est pas une attitude favorable au transport en commun et elle conduit à des dépenses très importantes pour une qualité de service peu différente de celle qui serait obtenue en adoptant une autre répartition des trafics sur la voirie.

Si toutefois une telle orientation est adoptée, le choix entre un système classique, du genre métro, et un système nouveau se

jouera sur le coût d'investissement et d'exploitation. Le moins que l'on puisse dire est que le succès des techniques nouvelles n'apparaît pas dès lors comme assuré puisqu'elles devront faire la preuve qu'elles peuvent faire mieux que les solutions traditionnelles, et cela sur le terrain même de ces dernières.

Aussi tenons-nous que le domaine préférentiel des systèmes nouveaux automatiques se place surtout là où les systèmes classiques se révèlent inadéquats. Nous citerons les dessertes internes d'aéroports — un concours a été lancé pour celle de l'Aéroport Charles-de-Gaulle — de complexes universitaires ou industriels et de parcs de loisirs. Nous n'avons garde enfin d'omettre les dessertes hectométriques bien que nous ne les ayons pas jusqu'ici mentionnées dans cette analyse ; deux systèmes français, le VEC et le TRAX offrent des perspectives très intéressantes, et le POMA 2000, bien que ne visant pas ce marché, y trouverait probablement les plus belles chances que mérite l'ingéniosité de sa conception.

4.3. - Le devenir des systèmes classiques

4.3.1. - L'autobus

L'autobus constitue le type le plus courant des systèmes à aménagement progressif : un avenir brillant lui est donc ouvert puisque toutes les villes françaises font déjà reposer sur lui l'essentiel de leurs prestations. Nous avons précédemment évoqué son évolution actuelle : examinons-la maintenant à plus long terme.

L'autobus Standard découlant du cahier des charges RATP-UTPUR de 1958 arrivera probablement d'ici à 1980 au terme de sa carrière, non pas tant parce que les autobus apparus après lui le déclassent : ils n'apportent en effet que peu, voire rien, sur le plan des qualités mécaniques (suspension, hauteur de plancher, niveau sonore, accessibilité, etc...), mais parce que l'on devine déjà que l'on peut et que l'on doit demander davantage.

Il faudra innover pour ce Standard de deuxième génération autant qu'on l'a fait avec son prédécesseur. Or pour cela la procédure de 1958 a fait ses preuves ; le principe mérite d'être conservé : un nouveau cahier des charges devrait être élaboré et il n'est pas trop tôt pour le faire ; nous croyons savoir que plusieurs des parties prenantes à sa rédaction s'en préoccupent déjà. Voici les souhaits les plus souvent exprimés :

- recherche d'un plancher encore abaissé par rapport aux 62 cm du Standard actuel ;
- recherche d'un silence accru et d'une pollution moindre ;
- recherche d'un confort nouveau : nombre de places assises augmenté, normes plus généreuses d'habitabilité qui feront diminuer la capacité de l'autobus, d'où l'intérêt d'une variante articulée pour contenir les coûts d'exploitation sur les lignes à fort trafic ;
- recherche de dispositifs contrôlant automatiquement l'accélération et le freinage — sauf cas d'urgence naturellement — toujours pour améliorer le confort des voyageurs.

Cette liste non exhaustive s'accompagnera du maintien des qualités de robustesse, d'économie d'entretien, de commodité d'emploi et de variété d'aménagements que l'on se plaît à reconnaître à l'autobus Standard actuel. La tâche des constructeurs ne sera pas facile, mais elle ne l'était pas davantage il y a douze ans : le précédent devrait les encourager !

On devine également des possibilités d'innovation dans la conception du service assuré par l'autobus ainsi que dans son exécution, depuis l'information donnée au public à l'arrêt jusqu'à la régulation de l'exploitation. Tout dépendra des crédits que l'on voudra bien consacrer à ces perfectionnements.

4.3.2. - Le chemin de fer et le métro classique

L'amélioration de leur qualité de service est d'abord affaire d'investissements dans les infrastructures, les équipements et le

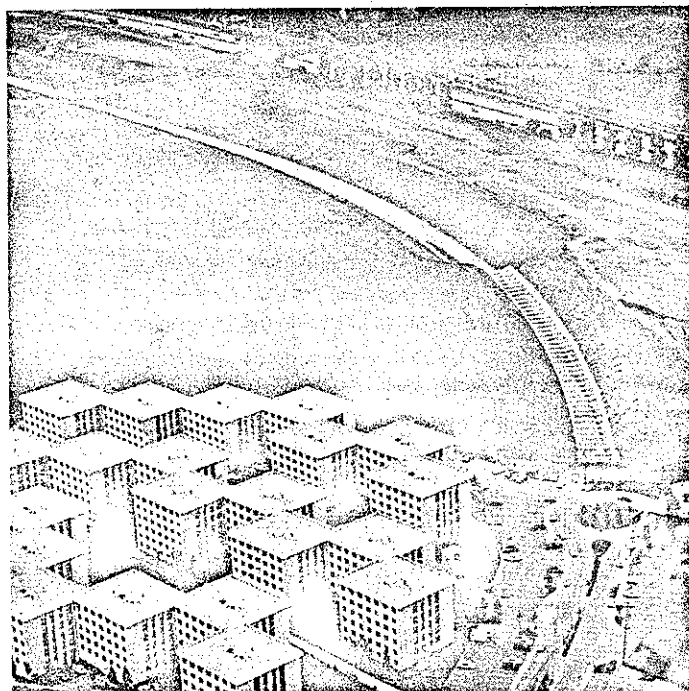
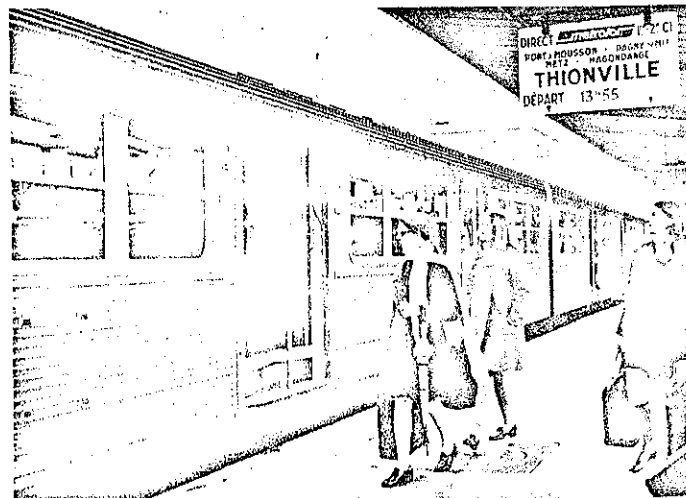


Fig. 24 — Antenne ferroviaire SNCF de la ville nouvelle d'Evry : chantier de construction à Grigny. (Photo SNCF).

Fig. 25 — La desserte Métrolor est pratiquement le seul exemple français de bonne desserte régionale : elle a été créée à l'initiative du Ministère des transports, de la DATAR, de l'OREAM-Lorraine et des collectivités locales.



matériel roulant. Pour la région parisienne, nous renvoyons le lecteur au numéro 26 de cette revue, où les perspectives d'avenir ont été très clairement exposées.

Pour la province, en dehors de deux lignes de métro de Lyon et Marseille, l'amélioration des services de banlieue assurés par rail ne pourra se faire, si les errements actuels sont poursuivis, que lorsque la S N C F bénéficiera de ressources spécialisées à cette fin. D'ici là on ne peut guère s'attendre — sous la pression des règles d'orthodoxie financière imposées jusqu'à présent par le Gouvernement — qu'à lui voir mener une politique de marketing à rebours consistant à laisser périliter les services ou les lignes qui ne présentent à ses yeux aucun intérêt en termes de rentabilité. La S N C F se refuse en effet à investir dans des opérations de service public qui n'ont pour elle aucun avenir commercial.

Cette attitude ne favorise guère le déblocage d'une situation figée, choquante pour la collectivité dans la mesure où des infrastructures de transport demeurent sous-utilisées ; dans le cadre du contrat liant la S N C F aux Pouvoirs publics, elle ne manque pas de justifications sur le plan des comptes de l'entreprise, mais sur celui-là seulement.

Il est pourtant indispensable que cette situation change. Les exemples étrangers sont nombreux qui montrent les lignes de chemins de fer de banlieue servir d'axes de structuration au développement urbain et, grâce à leur débit et à la rapidité des trains, contribuer efficacement au desserrement de l'habitat et à la création de pôles satellites actifs. Ce devrait être le rôle de l'Etat de forcer cette évolution sans laquelle il ne peut y avoir de politique régionale d'urbanisme qui soit effectivement praticable et sans laquelle on n'échappera pas au développement en tache d'huile des agglomérations.

4.3.3. - Le métro léger

Puisqu'une définition du métro léger est souvent demandée, proposons celle-ci : c'est un système guidé basé sur une variante allégée de la technologie ferroviaire, dont les véhicules sont capables de circuler indifféremment en site propre ou sur voirie ordinaire.



Fig. 26 — Le bas de gamme du métro léger : le tramway. Véhicule PCC du réseau de Saint-Etienne. (Photo P. Malterre).

Solution d'avenir dit-on à présent. Ajoutons : solution disponible. Techniquement, elle ne fait pas problème. Le système sait s'implanter au niveau du sol, en tunnel ou en viaduc ; il accepte des courbes de moins de 30 mètres de rayon et des rampes dépassant 6 %. S'il faut éventuellement rouler dans la rue, rien n'est plus simple et sans même être obligé d'y interdire toute circulation ; si le site propre doit aussi accueillir des autobus, aucune difficulté de principe ne s'y oppose. Les performances sont, grâce à la traction électrique, brillantes ; le roulement sur des rails soudés est fort tranquille et les progrès réalisés dans la pose des voies et dans la technologie des roues à centre élastique procurent à ces véhicules légers le silence de marche exigible d'un système moderne (11). La capacité des rames peut dépasser

(11) Il serait fort souhaitable à ce propos de procéder à des mesures de bruit sur les tramways de Saint-Etienne. Par un heureux mariage de la technique de pose de voies et de celle de bogies

300 voyageurs, d'où une aptitude à assurer sans aucun automatisme sophistiqué des débits allant jusqu'à 10 000 voyageurs par heure et par sens, voire davantage encore.

Economiquement le système se place bien. Il est parfaitement apte à l'aménagement progressif et, pour les sites propres hors voirie, sa souplesse d'insertion limite l'importance des ouvrages de génie civil. Le coût des voies ne dépasse guère celui d'une solide chaussée routière pour poids lourds. Le matériel roulant est onéreux par comparaison à l'autobus, mais sa durée de vie est triple et son entretien moins lourd. La forte capacité des rames assure la bonne productivité du personnel de conduite. Grosso modo, le système prend son intérêt dès que la demande dépasse 2 000 à 3 000 places à l'heure.

Enfin il s'accorde bien avec les tendances les plus modernes de planification : récupération de la voirie pour les transports collectifs dans les centres-villes, sites propres ou protégés dans la première couronne pour gagner rapidement les zones périphériques d'habitation : c'est sur lui que Göteborg et Brême, pilotes incontestés en la matière, ont basé l'essentiel de leur réseau. Il ménage l'avenir : ou bien il reste bi-mode, ou bien il évolue vers le site propre intégral et s'automatise, rejoignant la première filière définie par l'Institut de Recherche des Transports si elle se révèle effectivement exploitable.

Panegyrique dira-t-on. Plutôt effort de réhabilitation d'un système inconnu en France. Et quels inconvénients de principe lui trouver ? Est-ce sérieux de l'accuser d'être, *de facto* et *de jure*, prioritaire sur les automobiles particulières quand la priorité aux transports collectifs devient le leitmotiv de toute politique des déplacements urbains ?

Informé de cet impressionnant étalage de qualités, auxquelles nous n'oublions pas d'ajouter la propreté et l'économie d'énergie, un observateur venu de Sirius s'attendrait à trouver le système largement utilisé dans nos villes, en complément du métro dans les plus grandes, pour assurer les liaisons essentielles dans les autres. Il s'étonnerait de voir qu'il n'en est rien, qu'aucune ligne n'est en construction et qu'il y a peu encore, le métro léger ne figurait pas sur la panoplie des solutions supposées disponibles à terme. Pourquoi ?

Parce que ce système a rencontré deux difficultés psychologiques qui ont suffi à bloquer sa diffusion. Tout d'abord le proposer à un édile d'une ville française signifiait pour lui rouvrir la porte d'un placard où est enfermé un cadavre, le tramway. De bonne foi, il pouvait craindre que l'on voulût ressusciter les engins délabrés éliminés vingt ans plus tôt. Il pouvait aussi redouter que cela fit mettre en doute le bien-fondé de cette ancienne politique et la sagesse de l'action municipale. Dans un cas comme dans l'autre, l'idée n'était pas attrayante.

Le deuxième obstacle prend racine dans l'amour si français du perfectionnisme : se contenter de poser une sorte de voie ferrée sur la terre-plein central d'une avenue, ce n'est pas « de la belle ouvrage » pour qui a comme seconde nature de mesurer l'intérêt d'une réalisation au volume de béton qu'elle exige...

Mais de telles attitudes devraient évoluer. Il a coulé de l'eau sous les ponts depuis la suppression des tramways et des hommes nouveaux, placés dans des situations tout différentes de celles qu'ont connues leurs prédécesseurs, ne les déjugeraient pas en renouant avec des solutions qui n'ont qu'un point commun avec celles jadis rejetées : le principe, tout comme un autobus Standard fonctionne selon le même principe qu'un ancien autobus à plateforme. De même pourrait-on avancer au perfectionniste qu'il est peut-être plus ambitieux encore de construire pour le même prix 20 kilomètres de métro léger que 5 kilomètres de site propre intégral. L'ingénieur Mongy n'est pas autrement passé à la postérité...

Au reste, si les entreprises françaises qui seraient intéressées par ce système avaient pour le promouvoir consacré le quart des efforts de relations publiques et de pénétration des milieux influents qu'ont déployés quelques inventeurs d'engins fort incertains, il ne fait guère de doute que plusieurs lignes en seraient déjà opérationnelles. Peut-être ne faisait-on pas d'études de marché chez ces industriels ? Peut-être attendaient-ils que, comme toujours, l'exemple vienne de la capitale ?

très perfectionnés, ils se révèlent plus silencieux dans la circulation générale que la majorité des véhicules routiers au point d'obliger les machinistes à jouer fréquemment de leur avertisseur pour signaler leur présence.

4.4. - Quelques conséquences du renchérissement de l'énergie

Négligeons, malgré leur importance, les conséquences à court terme et les mesures autoritaires qui seront peut-être en vigueur lorsque paraîtront ces lignes. En quoi l'entrée dans une ère d'énergie chère peut-elle influencer sur la conception des véhicules et des systèmes ?

L'avenir de l'autobus Diesel ne paraît pas menacé, bien au contraire. Économiquement, mieux vaudra lui faire brûler le carburant plutôt que de le laisser gaspiller par des voitures particulières : le rendement à la place-kilomètre sera supérieur. Techniquement, par quoi le remplacer dans la plupart de ses applications ?

Par un autobus équipé d'un autre moteur thermique (turbine, Stirling ou autre) ? On ne peut guère y croire d'ici longtemps et quand bien même cela arriverait, le gain serait obtenu sur le respect de l'environnement et sur la pollution : sur le plan énergétique, le rendement du Diesel semble très supérieur à celui de ses concurrents éventuels.

Par un autobus fonctionnant sur batteries ? Une simple comparaison donne l'étendue des progrès à accomplir avant qu'un tel autobus acquière l'universalité du véhicule thermique : un autobus électrique doit emporter quatre tonnes de batteries pour assurer un service médiocre sur une centaine de kilomètres : l'autobus Diesel emporte pour cela cinquante litres de carburant... Un tel écart limite pour longtemps sans doute l'emploi de l'autobus électrique à des navettes et à des services très secondaires.

Reste le trolleybus, avant-hier encensé comme utilisateur de l'énergie hydro-électrique « carburant national », hier rejeté comme introduisant une gêne dans l'exploitation de la voirie, aujourd'hui retrouvant la faveur de l'opinion grâce à son silence et à sa propreté. Peut-être y reviendra-t-on, car il y a peu à lui

reprocher. Au moins serait-il déraisonnable de supprimer les réseaux qui subsistent et de ne pas songer à en reprendre l'extension, l'électricité, cette fois d'origine nucléaire, étant appelée à redevenir un carburant national.

Même ainsi, l'autobus Diesel restera majoritaire ; il a des applications d'où il est inexpugnable : longues lignes suburbaines et de rocade, lignes à trafic modeste, lignes tracées dans des quartiers historiques d'où les fils aériens sont bannis, lignes nouvelles à l'itinéraire encore hésitant, services scolaires, services ouvriers, services occasionnels : la liste en est longue qui prouve que, bien longtemps, les transports urbains continueront à utiliser les carburants pétroliers, puis l'hydrogène si, comme on l'annonce, celui-ci devient vers la fin du siècle la source d'énergie principale pour les véhicules autonomes.

Pour les systèmes en site protégé ou en site propre le recours à la traction électrique va de soi et l'influence du coût de l'énergie s'exercera surtout pour favoriser le système qui à service rendu équivalent sera globalement le moins dispendieux.

L'avantage devrait ainsi aller aux plus gros véhicules par rapport aux plus petits, où toujours le poids mort par place offerte est supérieur. Les engins ayant tout bonnement recours à la roue devraient être en meilleure posture que ceux qui se sustentent à grand renfort de ventilateurs ou d'électro-aimants, et se meuvent grâce à des moteurs linéaires, au rendement si médiocre. A coup presque sûr, le renchérissement de l'énergie nous débarrassera de quelques monstruosité techniques, acceptables — au moins au niveau des idées — quand le kilowatt/heure était bon marché, inadmissibles à présent. Le temps n'est plus où un inventeur, timidement interrogé sur l'effrayante consommation du système qu'il prônait, pouvait répondre, superbe et définitif : « Monsieur, l'énergie, cela ne compte pas ! »

4.5. - L'innovation et les moyens techniques

Dans un système économique fonctionnant selon les lois du marché, l'innovation a pour but de procurer à la firme qui la détient un avantage sous la forme d'un produit ou d'un procédé dont ses concurrents ne disposent pas, et de la placer temporairement en position de monopole, donc de profit maximal.

S'agissant des transports collectifs urbains, un tel objectif assigné à l'innovation n'apparaît guère réaliste, pour quantité de raisons sur lesquelles il n'est pas nécessaire de s'étendre. Plus modestement — ou plus noblement selon le point de vue — le but de l'innovation sera de leur donner davantage d'efficacité et de rendement. Cela suffit amplement à rendre indispensable sa recherche.

Le vocable recouvre plusieurs significations. Il est souvent établi une distinction entre l'innovation « dure », la plus spectaculaire, celle dont on parle davantage, et l'innovation « douce », plus discrète.

La première bouleverse les habitudes du public, oblige à des reconversions de personnel dramatiques, rend d'un coup caduc l'acquis de longues expériences : c'est celle qu'évoque Alvin Toffler (12) ; pour rester dans le domaine des transports, un bon exemple en est la substitution du chemin de fer à la diligence.

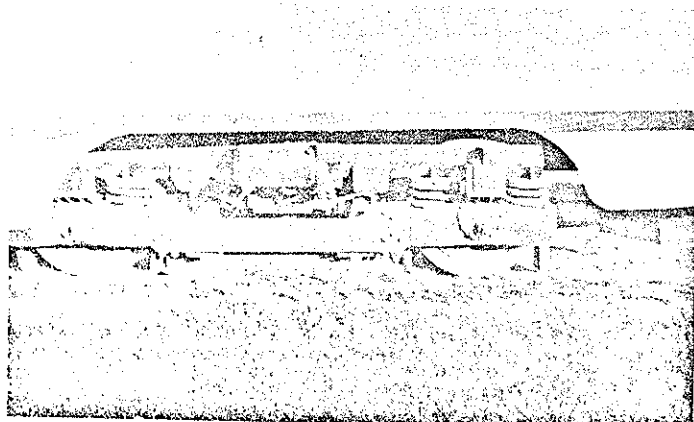
La seconde perfectionne des produits existants, entraîne des recyclages de personnel plutôt que des reconversions complètes, et change peu les habitudes de la clientèle : c'est par exemple la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur sur les chemins de fer, ou la substitution des avions de transport à réaction à ceux munis de moteurs à pistons.

Dans les transports urbains, les systèmes entièrement automatisés ressortent de l'innovation « dure », alors que les systèmes

à aménagement progressif et, d'une manière générale, les perfectionnements apportés aux systèmes existants se rangent dans l'innovation « douce ».

Si pour la première catégorie l'importance de la technologie va de soi, il n'en reste pas moins vrai que celle-ci joue aussi un rôle majeur dans la seconde, cette fois au niveau des composants, qu'il s'agisse des matériaux, des techniques de construction, des dispositifs facilitant la maintenance et l'exploitation. Le champ est immense où industriels et utilisateurs doivent être à l'affût de ces nouveautés qui peuvent parfois changer du tout au tout la physionomie d'un système — que l'on songe au progrès qu'a constitué la roue élastique pour le tramway ou la suspen-

Fig. 27 — Exemple d'une nouveauté qui a changé la physionomie d'un système : la roue élastique pour tramways. Bogie d'une motrice PCC de Saint-Etienne. (Photo S. Zalkind).



(12) Le choc du futur (*Future Shock*), A. Toffler, Edition Denoël, 1970.