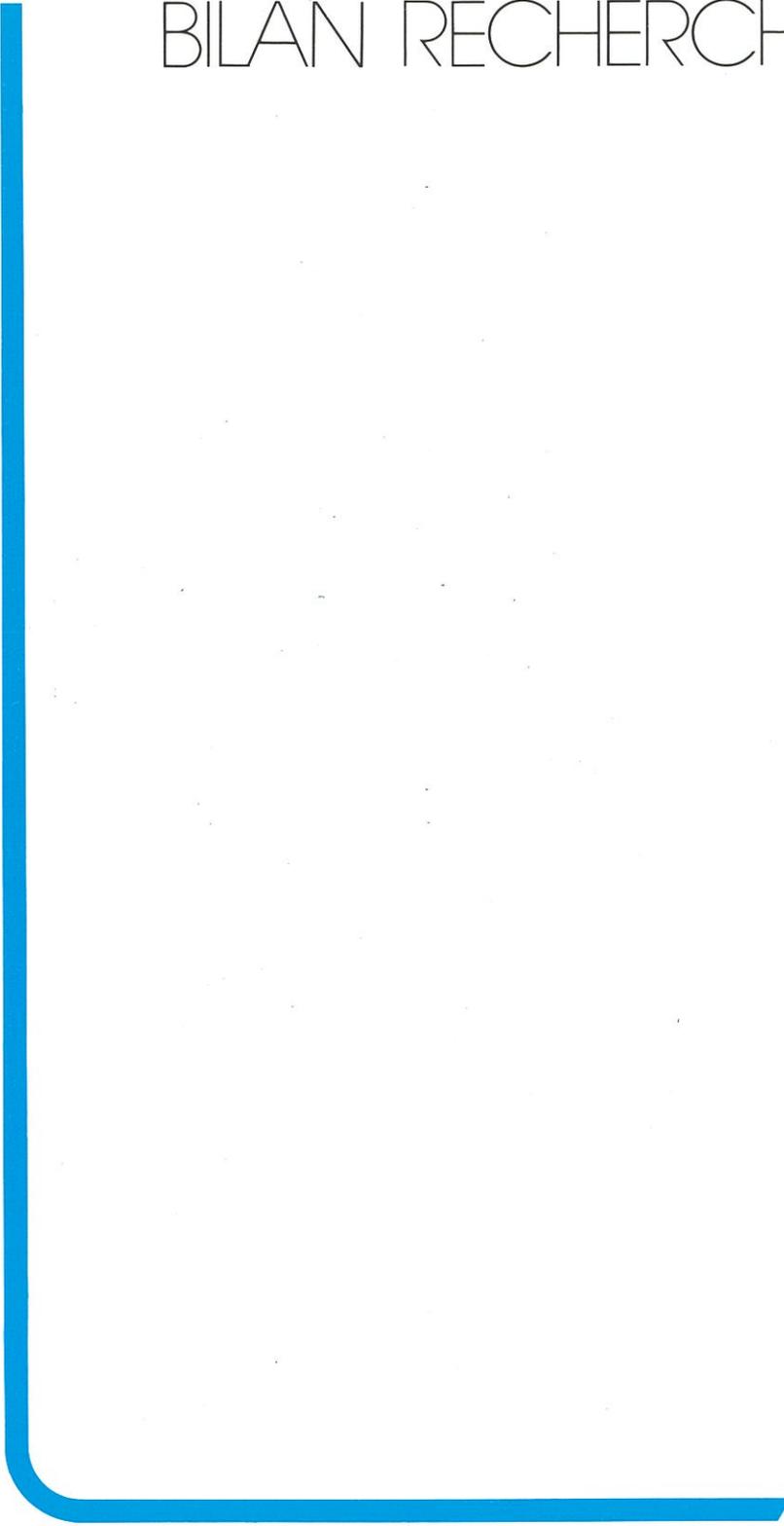


78

numéro spécial  
juin - juillet - août

# BILAN RECHERCHE 1976-1977



**RATP**



REGIE  
AUTONOME  
DES  
TRANSPORTS  
PARISIENS

53 ter, Quai des Grands-Augustins  
75271 PARIS CEDEX 06

BILAN DES ACTIVITES  
DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT  
DE LA RATP EN 1976 ET 1977

**Bulletin de documentation et d'information  
édité par la Direction des études générales**

NUMÉRO SPÉCIAL

# **AVERTISSEMENT**

Le présent rapport, établi par le Secrétariat de la Commission de la recherche, décrit les activités de recherche et de développement menées à la RATP durant la période 1976-1977 et expose les résultats obtenus.

Après avoir été présenté le 13 janvier 1978 au Conseil d'administration de la Régie, ce rapport, a été transmis, le 23 janvier, à Monsieur le Secrétaire d'État aux transports, à la demande duquel il avait été établi.

# SOMMAIRE

Introduction .....	4
Méto et RER .....	5
Autobus .....	14
Systèmes nouveaux de transport .....	18
Études socio-économiques .....	20
Organisation et moyens .....	22

---

# INTRODUCTION

Du fait de sa vocation principale d'exploitant, la RATP oriente ses activités de recherche et de développement surtout vers l'amélioration des modes de transport classiques, et très souvent l'innovation consiste principalement en l'adaptation ou l'utilisation, dans un système existant, d'une technique, d'un procédé ou d'un équipement nouveau, afin de résoudre un problème spécifique du transport en commun. Mais la Régie s'est aussi activement intéressée, depuis quelques années, aux systèmes nouveaux de transport. Ces deux types d'action seront décrits dans le présent rapport qui couvre la période 1976-1977.

Compte tenu du fait qu'une action peut satisfaire simultanément plusieurs objectifs, on a retenu un classement par domaine plutôt que par objectif, ce qui permet une présentation plus simple de l'ensemble. Un dernier chapitre décrit brièvement l'organisation et les moyens mis en œuvre.

# METRO ET RER

Les études et recherches menées pour le réseau ferré pendant la période considérée répondaient aux principaux objectifs suivants :

— poursuivre le développement et la mise au point des matériels roulants modernes (MF 67 et MF 77) destinés à remplacer les anciennes rames;

— résoudre les problèmes particuliers posés par l'interconnexion et par la réalisation de lignes de métro dans le cadre de la coopération technique;

— poursuivre les études sur le confort et la diminution des nuisances;

— améliorer la fiabilité, la disponibilité, la souplesse d'utilisation et l'adaptation aux usagers et au personnel d'exploitation, des installations et des systèmes développés les années antérieures.

Les actions correspondantes, dont certaines répondent à plusieurs de ces objectifs, sont présentées dans les cinq sous-chapitres ci-après.

## Matériel roulant

Les recherches les plus importantes concernent le freinage, la motorisation et les dispositifs particuliers liés à l'interconnexion des réseaux SNCF et RATP.

### Freinage

Les études ont porté sur le développement d'un frein à patin magnétique destiné à équiper éventuellement les futurs matériels « fer » (métro et RER) et devant garantir des performances suffisantes lors du freinage d'urgence, quelles que soient les conditions d'adhérence. La première phase de cette opération (étude de principe, faisabilité, essai sur un train complet) a été terminée en 1977. Il reste à faire des essais d'endurance et de sécurité, et à améliorer certaines caractéristiques (augmentation trop brutale de la décélération en fin d'arrêt).

En 1977, avec les mêmes objectifs d'amélioration du freinage d'urgence, ont été engagées des études de faisabilité d'un freinage par courant de Foucault agissant sur les roues.

Pour mémoire, on peut citer la poursuite en 1976 des études sur le remplacement des sabots de freins en bois (équipant les matériels « pneu » de Paris et certains matériels d'autres réseaux) par des sabots en matière composite, l'objectif poursuivi étant l'amélioration des performances pour des conditions plus sévères d'exploitation. Les matériels existants n'ont pas encore permis de trouver de solutions parfaitement satisfaisantes.

## Motorisation

Les recherches à caractère prospectif menées dans ce domaine ont pour objectif la diminution du poids, des coûts et de la consommation d'énergie; elles sont surtout orientées vers l'amélioration des matériels destinés à l'exportation mais pourraient avoir des retombées ultérieures sur le métro de Paris. Les moyens envisagés pour atteindre ces objectifs sont les suivants :

— l'augmentation de la vitesse de rotation des moteurs : après des études préliminaires en 1976, des essais sont prévus pour préciser dans un premier temps les limites de vitesse d'un moteur classique;

— l'utilisation de l'aluminium pour réaliser les carters des engrenages et des réducteurs reliant les moteurs aux essieux (début des études en 1977);

— l'utilisation de moteurs asynchrones : les premières études préparant un essai de moteurs asynchrones de traction ont été engagées; les avantages de cette solution, surtout prometteuse du point de vue des coûts d'entretien, restent à confirmer.

## Récupération d'énergie

Depuis plusieurs années, la Régie a développé la commande des moteurs de traction par hacheur de courant (KESAR) dont seront équipés les matériels MF 77 et MI 79. Les années 1976 et 1977 ont été consacrées aux expérimentations d'endurance d'équipements prototypes et à la mise au point de dispositifs de commande continue à effort commandé ou à accélération commandée, en traction et en freinage.

Cette commande continue du hacheur remplacera la commande traditionnelle qui est le manipulateur à crans. Les économies d'énergie escomptées grâce au hacheur sont de l'ordre de 30 % de la consommation.

Parallèlement a été mis au point un dispositif électromécanique et électronique de commande des moteurs de traction appelé JHR permettant de récupérer de l'énergie lors du freinage. Ce dispositif équipe une série de matériel MF 67 et économise 15 % d'énergie de traction conformément aux prévisions. Le JHR est installé sur certaines rames du métro de Santiago et sera prochainement installé sur de nouvelles rames du métro de Mexico.

## Caisses

L'allègement des matériels a pour objectif principal les économies d'énergie et doit aussi permettre une certaine réduction de coût des matériels et des installations.

Les études sur l'allègement des caisses par l'utilisation d'alliages légers ont débouché en 1975 sur la définition des principes de réalisation des caisses à l'aide de profilés d'aluminium permettant de profiter pleinement de toutes les possibilités offertes par cette nouvelle technique. Elles ont continué en 1976 et 1977 par la mise au point des dispositions pratiques d'application aux matériels MF 77 et MI 79 et des normes d'essai.

Matériel MF 77 : coupe de la caisse en profilés d'aluminium.





RATP - Carrier

Ci-dessus :

Matériel MF 77 :

— caisses réalisées à l'aide de profilés d'aluminium :

- allègement du matériel,
- réduction des coûts;

— bogies à suspension pneumatique;

— voitures à portes louvoyantes.

— hacheur de courant.

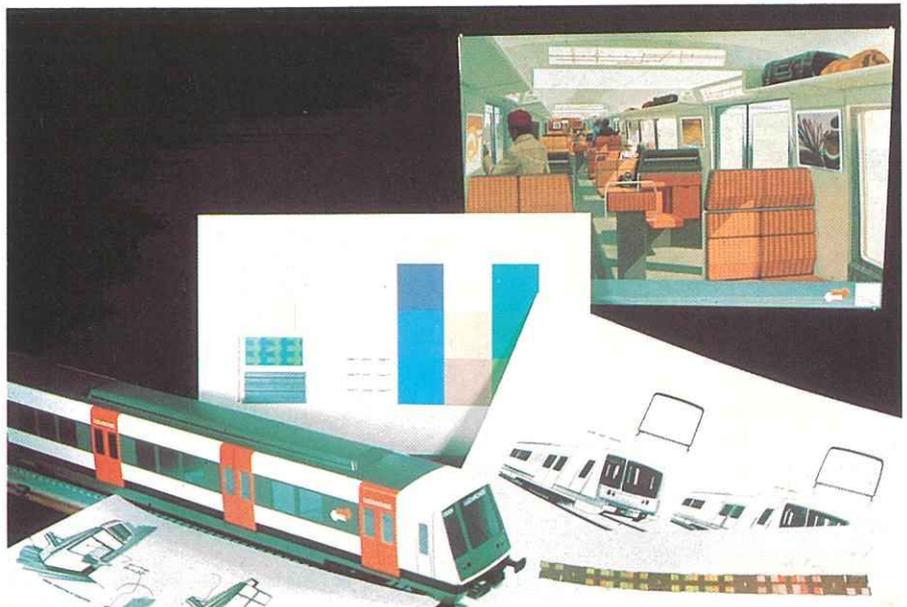
Ci-contre :

Matériel MI 79 : projet et maquette.

## Matériel d'interconnexion

Le matériel roulant MI 79, commun à la RATP et à la SNCF et destiné à l'interconnexion, dont le développement est en cours, nécessite un certain nombre de recherches et d'études spécifiques qui sont menées conjointement par les deux entreprises, en particulier :

- le développement d'une palette mobile rabattable, télécommandée depuis le sol, permettant de réaliser un emmarchement de hauteur variable correspondant aux différentes hauteurs des quais SNCF et RATP;
- le développement d'un dispositif de commutation automatique en marche permettant le passage de l'alimentation de traction 25 kV alternatif du réseau SNCF au 1500 V continu du réseau régional RATP.



## Interface rail-roue

Les problèmes ayant leur origine dans le contact rail-roue (usure et bruit) ont suscité des actions de recherche dont certaines comportent des aspects théoriques.

Une étude théorique sur le contact rail-roue avait été engagée en 1972 avec l'aide du Laboratoire de mécanique et d'acoustique de Marseille, et comportait la réalisation d'une maquette à l'échelle 1/2 permettant de simuler les phénomènes en laboratoire.

Par la suite cette étude a été principalement orientée vers la recherche de solutions au problème des crissements des roues métalliques des bogies modernes (matériel MF 67) dans les courbes de faible rayon; les essais ayant montré que cette échelle réduite était insuffisante, la faisabilité d'une maquette à l'échelle 1 a été établie (essieu roulant sur deux roues de grand diamètre simulant le rail). Cette étude a été arrêtée en 1977 car l'acuité du problème avait beaucoup diminué (une solution provisoire, le mélange de différents matériels roulants, s'étant montrée satisfaisante) et la maquette, très coûteuse, semblait mieux adaptée à l'étude du bruit de roulement.

Avec le même objectif de suppression des crissements a commencé, en 1976, l'expérimentation de dispositifs insonorisants pour les roues (sandwich circulaire en métal et plastique, fixé sur la jante de la roue). Les premiers résultats sont très positifs mais l'application de cette technique, longue et coûteuse, n'est pas envisagée pour l'instant.

La détermination du meilleur couple métallique pour les rails et les roues au point de vue usure (surtout dans les courbes) a confirmé que les matériaux utilisés actuellement semblent les plus appropriés, toutefois les recherches continuent sur l'utilisation de nuances d'acier plus dures pour les rails.

## Mouvement des trains et exploitation

Les études et recherches présentées dans ce paragraphe concernent la mise au point et l'amélioration des équipements techniques (pilotage automatique, signalisation, commande centralisée) ainsi que l'utilisation et la mise en œuvre de ces équipements (politique de régulation, traitement des situations dégradées, relations entre les hommes et les systèmes, etc.).

### Pilotage automatique

Dix lignes de métro sont actuellement exploitées en pilotage automatique : trois avec un système de deuxième

génération et sept avec un système de troisième génération dont il est prévu de généraliser l'emploi sur le métro. Les principaux avantages de ce système sont des possibilités élargies d'échange d'informations et d'ordres entre la voie et le train, et une sensibilité très réduite aux parasites perturbant la liaison voie-machine. L'effort de recherche s'est toutefois poursuivi en vue de profiter de l'évolution rapide des technologies, pour préparer les générations futures qui équiperont le réseau RER interconnecté, qui seront proposées aux réseaux étrangers dans le cadre des actions de coopération technique, et qui permettront, le moment venu, le remplacement des équipements actuels de pilotage automatique du métro. La recherche la plus importante porte sur l'utilisation de microprocesseurs pour réaliser les différentes fonctions de ces équipements, en remplacement des cartes électroniques à composants discrets utilisées jusqu'à présent. Les avantages attendus de cette nouvelle technologie sont l'amélioration de la disponibilité, de la fiabilité, de la souplesse (loi de pilotage facilement modifiable, équipements banalisés) des équipements et l'obtention de lois de pilotage plus performantes.

Dans une première phase, les essais ont concerné les fonctions non « sécuritaires » (étude de faisabilité et essai en ligne pour vérifier la disponibilité, sans toucher à la loi de pilotage).

Dans une deuxième phase ont été abordées les études pour les fonctions de « sécurité » :

— en 1976, début des études (sur le plan théorique) de sécurité probabiliste

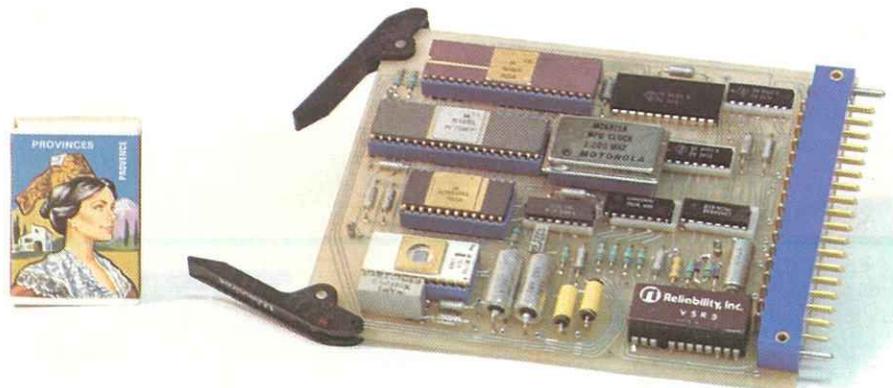
basée sur des circuits redondants (par opposition à la sécurité intrinsèque); — en 1977, réalisation d'un prototype en logique numérique intégrée, pour essai de disponibilité sur le métro.

Pour le RER interconnecté, ont été engagées, en 1976, les études préliminaires de définition des équipements de pilotage automatique, répondant aux conditions particulières très tendues d'exploitation (en particulier très faible valeur des intervalles) qui sont prévues sur ce réseau à l'horizon 1984-85. Deux prototypes pourraient être commandés en 1978, conjointement par la RATP et la SNCF; l'un utilise la technique de sécurité par redondance citée précédemment.

On peut citer également deux autres développements liés aux équipements de pilotage automatique :

— le premier, terminé en 1976, a trait à l'adaptation du pilotage automatique à la commande continue des moteurs de traction (suppression des « crans ») permise par les hacheurs de courant (KESAR) développés dans le but d'économiser l'énergie; les résultats seront appliqués aux matériels MF 77 et MI 79; — le deuxième est l'étude engagée en 1976 avec réalisation en 1977 et 1978 d'un système à base de mini-calculateurs et de microprocesseurs réalisant la surveillance en temps réel des équipements de pilotage automatique; ce système de maintenance « en temps réel » détectera et localisera non seulement les pannes mais également les dérives des équipements, ce qui permettra une action préventive, allègera les tâches des équipes d'entretien et augmentera la disponibilité du système.

Pilotage automatique : carte à microprocesseur.



## Signalisation

Les études ont surtout porté sur l'adaptation à deux cas réels (métro de Rio de Janeiro et RER interconnecté) d'un principe de signalisation très performant dit SSTA (signalisation « sans section tampon adaptée » au pilotage automatique et à l'intervalle) imaginé et étudié par la RATP ces dernières années, mais qui n'avait pas encore été mis en œuvre.

D'autre part, des études ergonomiques et techniques menées sur les postes de manœuvre locaux du métro ont permis de définir des spécifications applicables aux postes nouveaux à créer à Paris et dans les projets futurs de coopération technique.

## Régulation et conduite des trains

De nombreuses études sont conduites en liaison avec la SNCF pour résoudre les problèmes difficiles de régulation posés pour le RER par la faible valeur des intervalles et par la convergence des trains dans les zones de l'interconnexion.

Ces études se sont poursuivies en 1976 et 1977 en particulier à l'aide d'un modèle de simulation réalisé pendant cette période par la RATP; ce modèle prend en compte l'aspect dynamique du mouvement des trains et permet de déterminer l'influence de la totalité des paramètres (marche type, implantation des signaux et des circuits de voie, pilotage automatique, etc.).

Pour le métro a été réalisée l'évaluation d'un système complet de départs programmés automatiques, en s'attachant à faire apparaître toutes les répercussions du système sur le comportement du conducteur (interface homme-système). L'objectif de cette étude est une meilleure adaptation du système aux réactions des conducteurs et aux conditions réelles d'exploitation en heure de pointe et en heure creuse.

## Études de fiabilité

En 1976 ont été entreprises des études prévisionnelles approfondies de fiabilité et de disponibilité pour divers équipements électroniques (principalement pilotage automatique et signalisation). Deux approches complémentaires ont été utilisées :

- l'établissement de statistiques de pannes des équipements en service;
- le calcul à partir des valeurs théoriques de fiabilité prévisionnelle fournies par les fabricants de composants et par divers organismes.

Ces études ont pour objectif la prise en compte rationnelle des données de fiabilité dès le stade de conception des systèmes de façon à prévoir des possibilités d'exploitation en sécurité, en cas de défaillance d'un composant, au prix d'une certaine dégradation de la qualité de service, dans une enveloppe de coût défini.

Des applications de cette méthode ont été faites aux équipements de pilotage automatique des métros de Mexico, de Rio de Janeiro et de l'interconnexion.

## Systèmes de transmission

Pour le RER, un système de transmission ponctuelle voie-machine destiné à certaines commandes ou liaisons spécifiques de ce réseau (commutation de tension, répétition des signaux en cabine, etc.) a été développé. Le prototype est en cours d'essai.

Les liaisons radio dans les tunnels et dans les stations entre postes fixes et postes mobiles (trains ou équipements

portatifs) ont nécessité quelques études théoriques et des mesures (propagation du rayonnement, synchronisation d'émetteurs, etc.). Ces équipements sont destinés aux liaisons des équipes de surveillance des stations en relation avec les postes centraux (en cours de réalisation) et aux liaisons train-PCC du RER (actuellement début de la phase prototype).

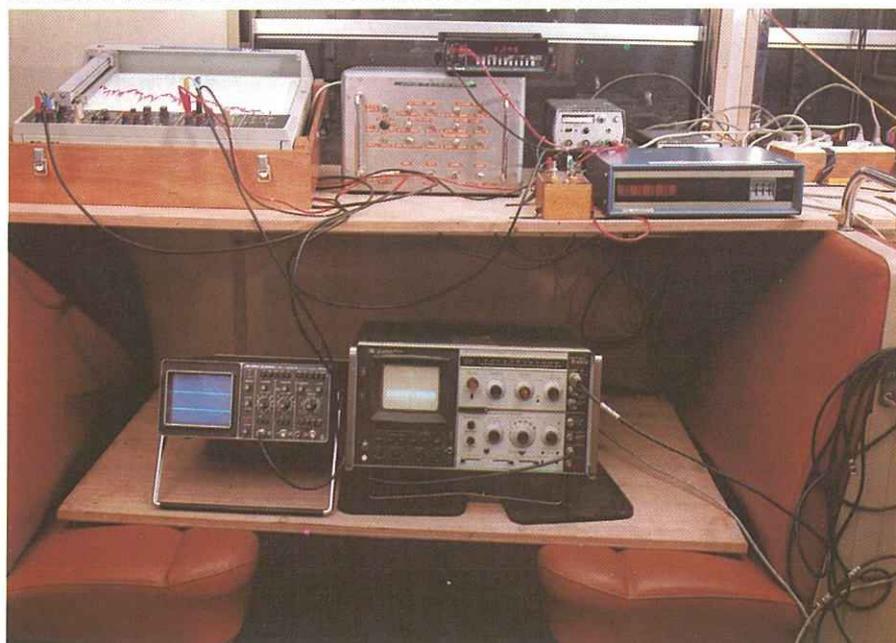
## Nuisances, confort et installations fixes

Les études ayant pour objectif l'amélioration du confort et la réduction des nuisances répondent à une double préoccupation :

- connaître les causes fondamentales des nuisances et la façon dont elles sont ressenties par les usagers;
- définir, avant même d'avoir pu terminer l'analyse précédente, des installations et des procédés apportant une amélioration substantielle.

Pour la plupart, ces études, initialisées depuis plus de dix ans, peuvent être considérées comme quasi-permanentes, et sont conduites en parallèle avec la réalisation d'équipements, selon un processus itératif.

Systèmes de transmission : chaîne de mesure mobile pour couverture radio.



## Confort bio-climatique

Des études sont menées pour déterminer les moyens propres à améliorer la ventilation du métro en s'attaquant dans un premier temps à la température et au confinement.

En 1976, ont été fixées les dispositions pratiques (cheminée d'équilibre, galerie de liaison entre tunnels à voie unique) destinées à atténuer l'effet de piston des trains circulant dans les tunnels du RER (principalement zone Châtelet-Gare de Lyon); les études théoriques correspondantes, qui avaient demandé la réalisation de maquettes hydrauliques, avaient commencé en 1974.

Dans le cadre d'une meilleure connaissance des phénomènes et des effets des paramètres d'ambiance sur les voyageurs, plusieurs actions ont été entreprises :

— en 1976, a eu lieu le dépouillement de deux enquêtes faites en 1974 et 1975 par le Centre d'étude bio-climatique du CNRS de Strasbourg; ces enquêtes permettaient d'étudier la relation entre

la sensation subjective de l'utilisateur et les données objectives caractérisant le milieu bio-climatique dans lequel il se trouve plongé à l'intérieur des stations; en 1977, un rapport de synthèse a été établi par le Centre d'étude bio-climatique;

— une étude (réalisée par l'ENSMA de Poitiers) a été faite sur le comportement thermique d'une ligne, principalement sur l'effet des parois et sur le comportement d'une station encadrée par deux ouvrages de ventilation. Cette étude n'a pas abouti du fait, en particulier, de difficultés de mesure. Enfin, une analyse de la dissipation calorifique d'un train (dans le temps et dans l'espace) a été faite : elle a mis en évidence un mauvais refroidissement des rhéostats de freinage auquel il serait sans doute possible de remédier.

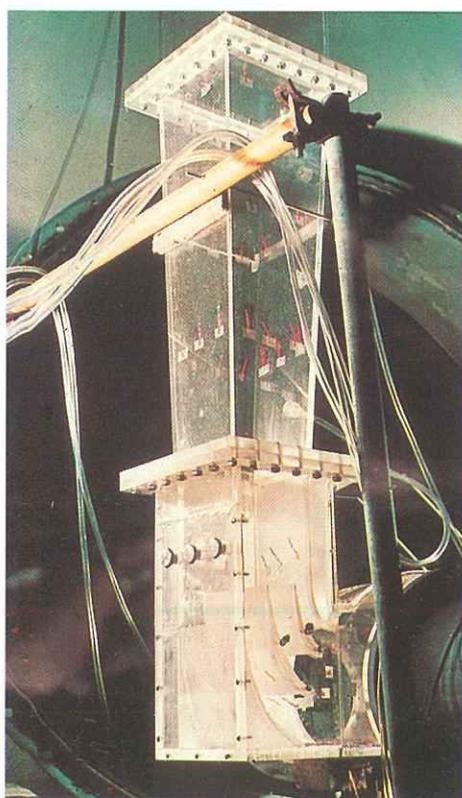
## Confort acoustique (bruits et vibrations)

L'ensemble de ces études a pour objectif la diminution des bruits perçus par les voyageurs et les riverains, et des vibrations transmises aux immeubles

proches des lignes. Les principales actions concernant les installations fixes portent sur la pose de voie, sur l'insonorisation des tunnels et sur les écrans limitant le bruit rayonné en station (et à l'extérieur dans le cas de lignes aériennes).

Dans le cadre de l'amélioration des poses de voie sur béton qui limitent la transmission des vibrations, on peut citer l'étude de nouvelles dispositions pour la fixation du rail, mais surtout la recherche de matériaux présentant de meilleures performances pour réaliser la semelle isolante placée entre le radier et les blochets portant le rail. Le contrat passé avec la SNPE (Société nationale des poudres et explosifs) pour déterminer un matériau visco-élastique meilleur que le caoutchouc naturel, n'a pas abouti. On s'oriente maintenant vers des solutions à base de mousse de caoutchouc.

En 1976, ont débuté également des essais et des recherches sur les appareils de voie à cœur de croisement sans lacune (ou à lacune réduite) diminuant les chocs lors du passage des roues, d'où une réduction des bruits, des



*Ci-contre :*

*Confort bio-climatique : vue de la maquette au 1/21<sup>e</sup> destinée aux essais aérodynamiques de la cheminée de décompression Sainte-Opportune, proche du tympan Sud de la gare de Châtelet-Les Halles; sur cette photo, les profils d'ailes destinés à améliorer la qualité de l'écoulement et le convergent-divergent sont bien visibles.*

*Ci-dessous :*

*Confort acoustique (vibrations) — Traverses RS sur dalles flottantes : essai de pose de voie sur béton à double étage d'amortissement des vibrations; des dalles de béton préfabriquées reposent sur le radier par l'intermédiaire de plaques de résoplast; elles constituent un deuxième étage d'amortissement (essais sur la ligne n° 13, à Saint-Denis-Basilique, aux abords de la cathédrale, et à Miromesnil).*



vibrations et de l'usure du matériel roulant.

Les recherches commencées en 1974 sur les meilleures dispositions géométriques à donner aux écrans acoustiques destinés à limiter le bruit rayonné en station ou à l'extérieur, peuvent être considérées comme terminées (mise au point d'un rapport de synthèse fin 1977). Toutefois, elles devront être en partie reprises lors de chaque application à des cas réels afin de déterminer la solution optimale. Par ailleurs les recherches continuent afin d'améliorer les matériaux absorbants utilisés (diminution des coûts et augmentation de la durée de vie).

En 1976 et 1977, ont été activement reprises et accélérées les études sur l'insonorisation des tunnels et des stations dans le cas de la pose de voie directe sur béton (l'absence de ballast se traduit en effet par une augmentation du niveau sonore par effet de réverbération). Cette action qui porte sur les matériaux à utiliser et sur leur implantation s'applique aux lignes nouvelles de Paris (notamment les tronçons centraux du RER) et aux projets de coopération technique.

En ce qui concerne l'émission des bruits par le matériel roulant, la suppression du crissement des roues métalliques des bogies modernes (matériel MF 67) dans les courbes a suscité de nombreuses recherches (cf. paragraphe « Matériel roulant : interface rail-roue »).

## Confort dynamique

Les études relatives au confort dynamique, c'est-à-dire au confort du passager vis-à-vis des sollicitations dynamiques (oscillations et vibrations du véhicule), beaucoup plus complexes que les précédentes, vont être reprises après plusieurs années d'arrêt. En 1977 ont été engagées des recherches documentaires et des mesures préliminaires permettant de commencer les investigations principalement dans les trains.

## Autres études concernant la voie et les ouvrages d'art

Pendant la période considérée, d'autres études orientées principalement vers le perfectionnement de la voie et vers les techniques et méthodes mises

*Confort acoustique : insonorisation par écran acoustique en bordure d'habitations à forte densité (viaduc de Neuilly-Plaisance). On peut également remarquer, sur cette photo, l'appareil de dilatation pour les longs rails soudés, ainsi que les portiques supports de caténaires de type RATP.*



RATP - Minoli

*Confort acoustique (bruits) — Insonorisation des tunnels : pose de voie sur béton avec dalles en béton léger ondulées (gain d'environ 2 dB).*



RATP - Roy

en œuvre lors de la réalisation du génie civil d'une ligne ont été engagées ou poursuivies.

Parmi celles-ci on peut citer :

— la poursuite des études sur la tenue des voies en barres longues sur viaduc et dans les courbes de petit rayon;

— la détermination dans le cadre d'une étude de l'Office de recherches et d'essais (ORE) de l'Union internationale des Chemins de fer (UIC), des efforts transmis à un viaduc lors du démarrage ou du freinage d'un train sur celui-ci, lorsque la voie est équipée de barres longues; les efforts dus aux phénomènes thermiques dans les rails ont également été mesurés; les essais ont eu lieu sur le pont de Bry-sur-Marne au début de 1977 et sont en cours de dépouillement en vue d'un rapport qui doit paraître fin 1978;

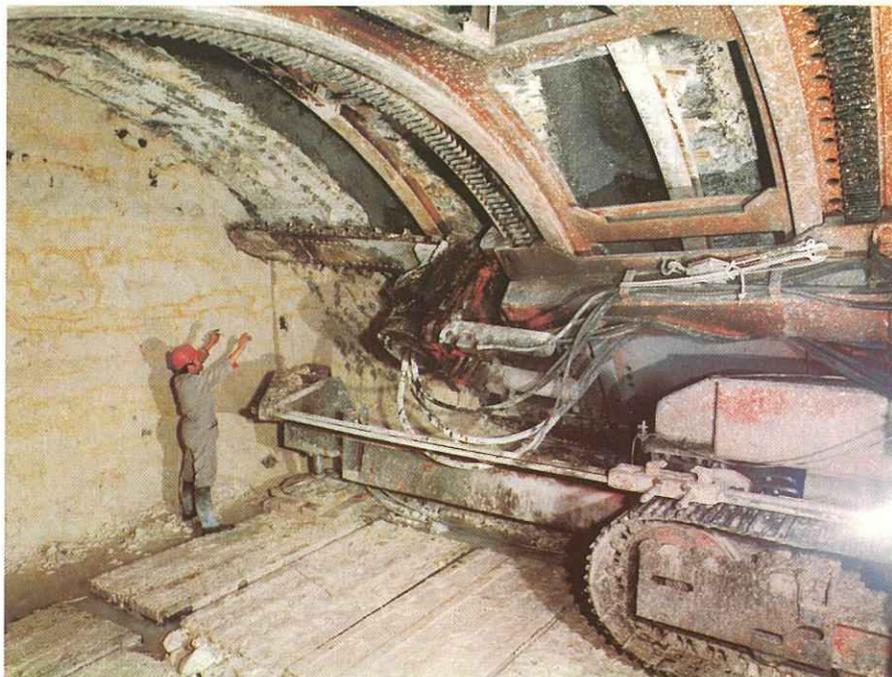
— une étude commencée en 1976 sur l'auscultation et la surveillance des maçonneries des tunnels (détection des cavités et des fissures) à l'aide d'un détecteur utilisant les ondes ultrasonores; l'effort a surtout porté sur les sondes à utiliser;

— la fin de la réalisation, commencée en 1975, d'un programme informatique de tracé automatique des plans du gros œuvre d'une ligne, permettant l'élaboration et la comparaison de variantes (cette recherche s'est appuyée sur des programmes développés par la SNCF pour ses besoins propres);

— la poursuite d'études quasi-permanentes menées à l'occasion de travaux souterrains :

- comportement mécanique des terrains autour d'un puits ou d'une excavation en vue de mieux calculer les dispositifs d'étalement,
- mode de désagrégation de la roche lors de la pénétration des outils des machines à forer utilisées pour le creusement des tunnels (recherche liée à l'amélioration du rendement de ces machines);

— la mise au point d'un procédé nouveau de construction des tunnels avec l'exécution d'un soutènement préalable au creusement. Ce procédé consiste à désolidariser le terrain à abattre du terrain encaissant par réalisation d'une saignée de havage. Cette saignée est ensuite remplie de béton dont le durcissement permet la formation d'une voûte de protection à l'abri de laquelle le terrassement et le bétonnage définitif peut avoir lieu sans danger. Outre la sécurité que présente ce procédé, il permet de meilleurs rendements et des coûts moindres.



RATP - Travaux neufs

Travaux souterrains : machine haveuse (réalisation de la saignée de havage).

## Action contre l'incendie

L'action engagée depuis plusieurs années pour diminuer les risques et les conséquences des incendies comporte des aspects « recherche et développement » consistant principalement à trouver, en liaison avec les fabricants, des matériaux et des équipements incombustibles (câbles, éléments d'aménagement pour les stations et les matériels roulants); les matériaux proposés font l'objet d'essais complets dans un laboratoire de la Régie.

Des résultats satisfaisants ont déjà été obtenus en particulier pour l'équipement des trains (câbles, sièges, luminaires, etc.) et pour l'aménagement des stations. Les recherches n'ont pas encore abouti à une solution pleinement satisfaisante pour les câbles des installations fixes, sauf pour les installations de haute sécurité pour lesquelles l'emploi de solutions coûteuses (câble pyrotenax) a dû être admis : éclairage de secours, sonorisation, équipements spécifiques de désenfumage. Elles sont poursuivies avec le triple objectif :

- incombustibilité suffisante;
- absence de fumées nocives;
- coût acceptable.

En parallèle avec cette action sur les matériaux, une amélioration des équi-

pements et de l'organisation est engagée sur :

- le désenfumage;
- les possibilités d'accès des pompiers en station et en souterrain;
- les équipements fixes de lutte contre l'incendie.

Lutte contre l'incendie : protection des câbles en galerie par des barrages coupe-feu de plâtre pro-gypsol sur les chemins de câbles.



RATP - Travaux neufs

## Information et contrôle des voyageurs Signalétique

En 1976 et 1977, la RATP et la SNCF ont développé conjointement le système signalétique du RER interconnecté; cette étude porte notamment sur les aspects fonctionnels et techniques de la signalétique dans les grandes gares du RER, de la circulation dans les stations et de la destination des trains sur les quais. A cette occasion, une réflexion générale sur la détermination des critères de choix et l'analyse des projets de signalétique a été entreprise; ces critères ont été appliqués à l'évaluation des quatre systèmes proposés par la RATP et la SNCF. Le système retenu est maintenant défini dans son principe, mais l'étude des composants doit être poursuivie.

Par ailleurs les recherches continuent pour trouver un système d'affichage non routinier, économique, en vue de remplacer dans toutes les stations les tableaux d'annonce à écriture manuelle.

## Plan indicateur d'itinéraire

Un nouveau plan indicateur d'itinéraire destiné aux voyageurs a été mis à l'étude en 1976 et deux prototypes sont en cours d'essai. Le besoin d'un nouveau matériel qui sera géré par microprocesseur s'explique par la nécessité de s'adapter aux transformations du réseau et à sa complexité croissante.

## Passages anti-fraude

Les études commencées en 1975 se sont surtout développées en 1976, afin de mettre au point des dispositifs anti-fraude (passages d'entrée et de sortie) efficaces et d'une utilisation facile. Des essais en exploitation ont eu lieu et sont encore poursuivis sur plusieurs prototypes alors que certains modèles ont déjà été adoptés.



Passages anti-fraude : portes du type « Étoile » :  
— prototype réalisé en 1972;  
— série installée en 1976.

## Distribution et contrôle des billets

Pour le contrôle et la distribution des billets, les études portent sur des équipements de péage autonomes et sur deux types d'appareils de distribution, l'un automatique à l'usage des voyageurs, l'autre à l'usage des agents receveurs.

La mise au point de péages magnétiques commandés par des logiques autonomes (par opposition au système

centralisé existant actuellement sur le métro) a été poursuivie en 1976 et 1977 par l'expérimentation de divers prototypes. L'évaluation qui permettra de faire un choix entre les divers équipements essayés a été terminée fin 1977. Cette solution serait surtout intéressante pour les stations éloignées (prolongement de lignes en banlieue) car elle permettrait de supprimer les liaisons par câbles, coûteuses pour de longues distances.

Pour les deux types de distributeurs de billets, une nouvelle génération d'équipements est en cours d'étude, à la

Distributeurs de billets :  
prototypes à microprocesseur  
et imprimante à aiguilles.

fois plus souple et plus simple que l'ancienne, grâce à l'utilisation de microprocesseurs et d'imprimantes à aiguilles :

— en 1976, l'étude fonctionnelle détaillée et l'étude ergonomique du distributeur destiné aux voyageurs ont été faites et vingt prototypes ont été commandés en vue d'essais prévus en 1978;

— au début de 1977 a été commencée une étude pour définir un nouvel appareil distributeur de billets à l'usage des agents receveurs (ADAR) qui pourrait délivrer tous les titres de transport existants et futurs.

## Aide à la décision et à la formation du personnel

Dans le domaine de l'aide à la décision avec la participation d'équipes de l'informatique et de la recherche opérationnelle, on peut citer parmi les résultats obtenus :

— un système informatique conversationnel (SACHEM\*) commencé en 1976 et terminé courant 1977 permet aux spécialistes du bureau des horaires du réseau ferré de construire des horaires de manière itérative;

— un programme (PROMÉTHÉE) permettant d'optimiser le trajet des câbles électriques alimentant en moyenne tension les postes de redressement a été mis au point; la partie réalisée sera surtout utilisable lors de l'étude de réseaux entièrement nouveaux, mais le programme pourra ultérieurement être développé afin de simuler le comportement d'un réseau existant en cas de défaillance, et de déterminer les décisions à prendre pour limiter ou supprimer les répercussions d'une défaillance du réseau moyenne tension sur l'exploitation;

— une étude pour une meilleure exploitation des ascenseurs d'Abbesses et de Lamarck-Caulaincourt a permis d'assurer un meilleur service aux usagers tout en réduisant de manière importante les coûts de fonctionnement.

En ce qui concerne l'aide à la forma-

\* Cf. Bulletin de documentation et d'information de novembre-décembre 1977.



RATP - Carrier



RATP - Roy

Aide à la décision : système informatique conversationnel SACHEM (système d'aide à la construction des horaires pour l'exploitation du métro).

tion du personnel, citons la réalisation de l'étude d'opportunité et la définition fonctionnelle d'un simulateur destiné à l'instruction des chefs de régulation des postes de commande centralisée, des chefs de départ et des chefs de manœuvre dans les terminus. Ce simulateur qui

mettra en œuvre des moyens de formation modernes (informatique, consoles de visualisation, etc.), sera d'un emploi très souple et réalisera une représentation complète de toutes les situations pouvant exister dans la réalité. Son développement vient d'être lancé.

# AUTOBUS

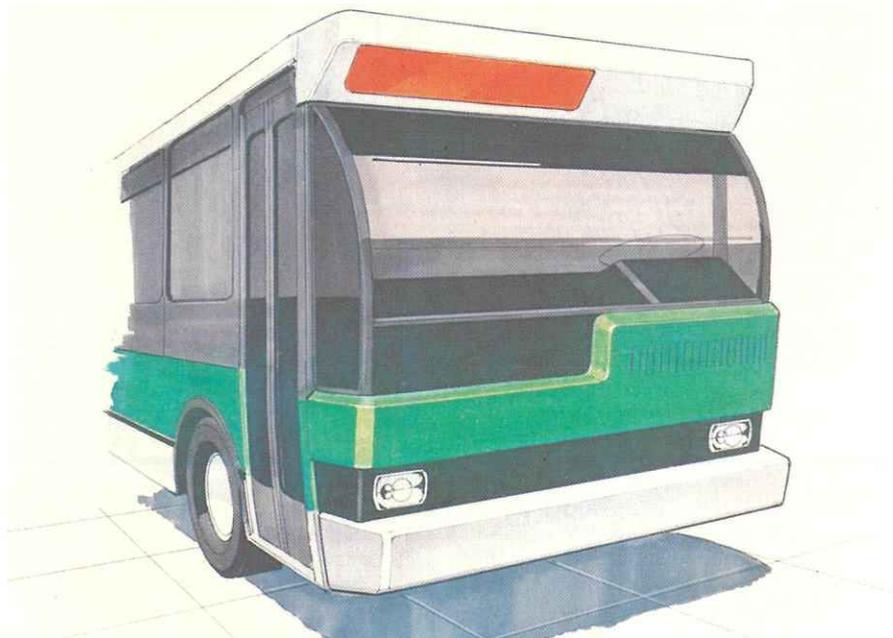
Les recherches sur les autobus ont pour objectifs fondamentaux l'amélioration du service rendu et l'augmentation de la productivité; elles visent, pour le matériel roulant, à l'augmentation du confort, à la réduction des nuisances et à la diminution des coûts d'entretien et, pour l'exploitation, à l'amélioration des conditions de circulation des autobus et à l'utilisation optimale des moyens en personnel et en matériel. La mise en œuvre de moyens modernes pour atteindre les objectifs concernant l'exploitation est relativement récente et beaucoup des études correspondantes en sont encore à une phase d'analyse approfondie de la situation actuelle.



RATP - Carrier

Autobus standard SC 10 : aménagement intérieur.

Autobus futur : une esquisse parmi d'autres.



## Matériel roulant

Les recherches répondent :

— à un objectif à relativement court terme : l'amélioration rapide des autobus existants (autobus standard SC 10 mis en service en 1965), en vue de la production d'un « autobus amélioré » vers 1980,

— et à un objectif à plus long terme : l'autobus « futur » qui verrait le jour vers 1985.

Les actions de recherche correspondantes, en liaison étroite avec les constructeurs, sont pilotées par la Régie pour l'autobus « amélioré » et par les pouvoirs publics (Direction des transports terrestres du Ministère des transports) pour l'autobus « futur » pour lequel un groupe projet a été mis en place début 1977 par l'Union des transports publics urbains et régionaux (UTPUR) et la RATP, en liaison avec l'Institut de recherche des transports (IRT); la RATP assume une large part des travaux de ce groupe.

En 1976 et 1977, les principaux domaines de recherche abordés ont été : la diminution des bruits et des émissions de fumée, la suralimentation, l'abaissement du niveau du plancher, la transmission automatique, le freinage électrique, l'amélioration des performances, du confort des voyageurs, de l'information et de la fiabilité. Une grande partie de ces recherches préparent la réalisation de l'autobus « futur »; toutefois, certains résultats pourront être mis en œuvre dès les prochaines années sur l'autobus « amélioré ».

## Insonorisation\*

Les recherches en ce domaine ont porté sur les points suivants :

— l'analyse des causes des bruits qui a fait récemment des progrès considérables;

— l'étude des améliorations possibles au niveau des organes émetteurs : dans ce domaine, l'évolution est relativement lente; la Régie travaille en liaison avec les constructeurs et a procédé en 1976 à l'essai d'un moteur suralimenté (voir ci-après) moins bruyant.

\* Cf. Bulletin de documentation et d'information d'avril-mai 1978.

— l'utilisation de capotages et d'écrans acoustiques mis au point début 1976 sur des autobus existants. Des résultats intéressants ont été obtenus (niveau sonore extérieur, mesuré dans les conditions normalisées, limité à 80 dBA au lieu de 84/85 dBA). Les études continuent, à la fois pour obtenir une nouvelle diminution du niveau sonore (76 dBA pour l'autobus futur) et pour améliorer la technologie des écrans déjà mis au point (tenue aux vibrations, démontage, etc.).

## Diminution des émissions de fumées

Les méthodes de surveillance et de réglage actuellement utilisées par la Régie sur ses moteurs diesel paraissant satisfaisantes, un temps d'arrêt des recherches a été marqué depuis quelques années. Toutefois, on peut signaler la préparation d'un essai d'alimentation des moteurs au gaz de pétrole liquéfié (GPL) à réaliser en 1978 pour répondre à une demande du Ministère de l'industrie, et l'interruption en juin 1975 d'un essai d'alimentation au gaz naturel liquéfié (GNL). Ce dernier essai a donné des résultats satisfaisants sur le strict plan des émissions de fumées et de la diminution des bruits, mais a montré que le GNL imposerait d'importantes sujétions (stockage, temps de remplissage, sécurité).

## Suralimentation

La suralimentation permet une augmentation de la puissance massique et volumique des moteurs, mais elle s'accompagne d'émission de fumées contre laquelle il faudra lutter à l'aide de dispositifs spéciaux à définir. Elle pourrait entraîner également une diminution du niveau sonore émis grâce à une modification du spectre de fréquences, ou par réduction du régime maximal (en fonction des choix puissance-consommation).

Les études sur la suralimentation, commencées en 1976, vont déboucher sur le lancement d'une action thématique programmée (ATP) pilotée par l'Institut de recherche des transports.

## Abaissement du niveau du plancher\*

La Régie ne réalise pas d'études d'architecture de l'autobus en vue d'obtenir un plancher surbaissé; celles-ci sont faites par les constructeurs dans le cadre de la définition de l'autobus futur.

\* Cf. Bulletin de documentation et d'information de novembre-décembre 1976.

Toutefois, la facilité d'accès à la première marche de l'autobus pourra être obtenue grâce à un «agenouillement» de l'autobus lié à un «affaissement» de la suspension pneumatique. Ce procédé a été mis au point (faisabilité) par la RATP en 1973; l'expérimentation sur un prototype, poursuivie depuis 1974, a donné des résultats concluants. Le développement s'est poursuivi en 1977 par la mise au point des modifications à apporter à certains organes (compresseur) en vue de l'essai en vraie grandeur sur l'ensemble des autobus d'une ligne, prévu en 1978.

## Transmission automatique

La transmission automatique offre les avantages d'une grande douceur de conduite, d'une diminution de la fatigue des éléments mécaniques et d'une diminution du bruit maximal. Depuis plusieurs années, son étude fait l'objet d'une action continue de la part de la Régie, qui essaie les diverses transmissions à convertisseurs hydrocinétiques existant sur le marché et contribue à leur mise au point et à leur amélioration. Ces transmissions ont toutes des encombrements importants incompatibles avec la configuration de l'autobus à moteur avant, si on désire en même temps réaliser un nouvel abaissement du plancher.

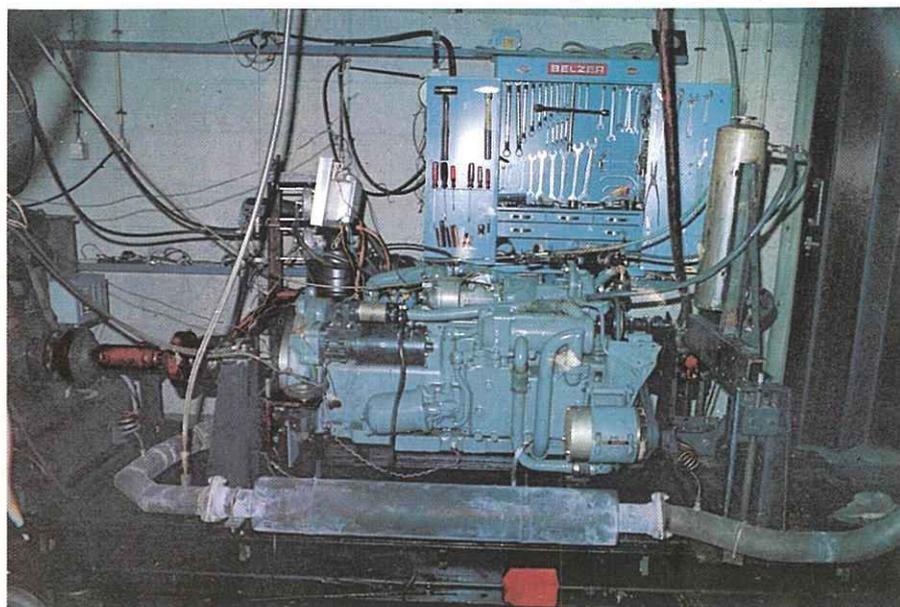
En vue d'étudier les solutions possibles dans ce domaine et tout en s'intéressant à d'autres modes de transmission, la Régie a engagé en 1976 une pré-étude de transmission hydrostatique qui présente des avantages particuliers; un équipement de ce type devrait donner lieu en 1978 à des essais au banc et sur un véhicule existant.

## Ralentisseur électrique

Ce dispositif doit permettre un freinage plus progressif et une diminution de l'usure des freins.

En 1976, l'étude engagée a porté sur l'adaptation à l'autobus à moteur avant d'un ralentisseur existant et sur la conjugaison avec le freinage principal. Les premiers résultats obtenus sont encourageants mais limités en raison de la faible charge sur l'axe moteur, situé à l'arrière de l'autobus.

Diminution des émissions de fumées : alimentation d'un moteur au gaz de pétrole liquéfié; banc d'essai.



## Étude ergonomique du poste de conduite

En collaboration avec le constructeur RVI (Renault véhicules industriels), la RATP a poursuivi en 1976 et 1977 l'étude ergonomique du poste de conduite de l'autobus urbain.

Le résultat des travaux, dont la première étape a consisté en une étude anthropométrique réalisée sur une population de 8342 machinistes, sera pris en compte pour la réalisation des postes de conduite des autobus des générations futures.

## Exploitation des lignes d'autobus

Le processus d'amélioration de l'exploitation des lignes engagé il y a quelques années sur des points précis a été amplifié et systématisé à partir de 1976. Une analyse globale de l'ensemble des paramètres et des phénomènes liés à la circulation des autobus, aux procédés de régulation et à l'affectation des moyens, a alors été commencée. Elle doit fournir une base de départ solide à une amélioration générale de l'exploitation.

L'effort de recherche correspondant à cet objectif est orienté dans trois directions :

- théorique, pour mieux comprendre les effets des mécanismes perturbateurs affectant l'exploitation;
- technique, pour mettre au point des systèmes d'aide à l'exploitation;
- économique, pour mieux équilibrer les coûts et les avantages des améliorations envisagées.

## Études théoriques

Les efforts qui ont porté sur les causes et les conséquences des perturbations affectant le mouvement des autobus concernent principalement :

- l'analyse, commencée en 1976 et poursuivie en 1977, avec l'IRT, des conditions de circulation des autobus dans les couloirs pour déterminer les mesures les plus efficaces;



Exploitation : prototype des nouvelles commandes centralisées des départs.

RATP - Carrier

— la réalisation sur ordinateur d'un modèle de simulation du fonctionnement d'une ligne d'autobus; commencée en 1974, cette étude difficile, qui doit aboutir en 1978, devrait permettre de tester l'efficacité de diverses politiques d'exploitation\*;

— le début d'une étude sur l'impact psychologique des temps d'attente sur les voyageurs.

## Études techniques

Les études techniques ne portent plus sur les systèmes complexes d'aide à la régulation mais sur des matériels plus simples. En 1976 et 1977, six types de matériels d'aide à l'exploitation ont été étudiés.

— Mise au point du prototype des nouvelles commandes centralisées des départs destinées à remplacer les deux cents unités d'un modèle ancien actuellement en service.

Ces automatismes aident les contrôleurs à réguler les départs en fonction des perturbations subies en ligne. Sur le

prototype de la nouvelle génération, l'utilisation de minicalculateurs et de logiques reprogrammables a permis d'améliorer l'algorithme de régulation et la fiabilité, de diminuer les coûts et d'accroître la souplesse d'usage.

— Recherches sur les matériels d'identification.

L'identification des autobus au passage a deux utilisations intéressantes :

- installé de façon temporaire sur les autobus d'une ligne, un matériel amovible permettrait l'automatisation du recueil des temps de parcours, partiels ou totaux;
- installé à demeure sur les autobus de lignes d'exploitation délicate, le dispositif apporterait des informations supplémentaires qui permettraient aux contrôleurs de mieux anticiper sur les conséquences des perturbations.

L'étude des spécifications fonctionnelles et techniques a commencé en 1976, s'est poursuivie en 1977 et devrait donner lieu à un appel d'offres en 1978.

— Mécanisation des comptages de voyageurs et enregistrement éventuel des temps de parcours.

Les comptages de voyageurs sont nécessaires pour établir les horaires et connaître les recettes, mais faits par des agents placés aux points d'arrêt ou accompagnant les voitures, ils sont très coûteux. Leur mécanisation a été cher-

\* A ces études sur la régulation des autobus, on peut rattacher la modélisation d'une ligne de tramway (proche de la modélisation d'une ligne d'autobus par l'aspect aléatoire des perturbations) réalisée dans le cadre d'un contrat de coopération technique pour la ville d'Amsterdam. L'étude, commencée en 1975, a été terminée en 1977.

chée par spécialisation d'une partie de la flotte des autobus en équipant ces derniers d'un système de comptage, de chronométrage et d'enregistrement; à cette fin, un enregistreur de données embarqué a été développé, dont quatre prototypes ont été réalisés et sont en cours d'essai.

— Automatisation de l'édition des divers documents d'exploitation (chaîne informatique SEDLAR).

Cette application informatique, dont la définition a été faite en 1977, sera réalisée en 1978. Une base de données communes rassemble tous les horaires et les services et permet l'habillage et l'édition de documents extraits de l'horaire et strictement adaptés aux besoins des divers agents d'exploitation.

— Système SECAMA (système expérimental de contrôle automatique du mouvement des autobus).

L'évaluation de ce système a été faite sur la ligne 52 : les résultats n'ayant pas été concluants, le SECAMA, qui apparaît inadapté au problème posé, est provisoirement abandonné (des conclusions analogues ont été formulées par d'autres réseaux d'autobus qui avaient essayé des systèmes semblables). Il semble que, au moins dans un premier temps, la combinaison de la commande centralisée des départs et de l'identification en quelques points de la ligne soit plus efficace, et c'est vers la définition d'un système ainsi constitué que

les recherches sont maintenant engagées.

— Système de priorité des autobus aux feux de circulation\*.

Faisant suite aux essais sur six carrefours du boulevard Bineau à Neuilly-sur-Seine effectués en 1974 et sur trois carrefours dans Paris en 1975 (boulevard Barbès et avenue Simon Bolivar) en liaison avec le Service régional de l'équipement, d'autres essais ont eu lieu en 1976 et 1977 sur un carrefour de la RN 20 en liaison avec l'Institut de recherche des transports, pour tester quatre types différents de matériels.

Enfin, un essai est en préparation sur la RN 306, dans la traversée de Malakoff, sur quatre carrefours consécutifs, avec un système déjà testé, mais amélioré par des capteurs de file sur les voies transversales.

Les premiers essais boulevard Bineau et dans Paris ont été positifs et ont montré une amélioration de la vitesse commerciale et de la régularité des autobus. Mais les résultats ne sont vraiment significatifs que si les équipements sont mis en place sur des axes assez longs et à condition de ne pas trop pénaliser les circulations transversales, d'où l'intérêt de l'expérimentation sur la RN 306.

\* Cf. Bulletin de documentation et d'information d'avril-mai 1976.

## Études économiques et d'organisation

— Analyse des coûts de la congestion du trafic.

Cette étude économique, fondée sur l'hypothèse d'une baisse de 20 % de la circulation automobile aux heures d'affluence avec report de la charge sur les transports en commun, fait apparaître un bilan très positif pour la collectivité parisienne.

— Début de l'analyse de l'impact des nouveaux systèmes d'aide à l'exploitation sur la compétence, la responsabilité et l'affectation des divers agents de la maîtrise d'exploitation.

---

## Études d'infrastructure

---

L'intérêt présenté par la circulation des autobus en site propre justifie la réalisation d'études sur les infrastructures liées à ces sites. L'étude préliminaire de conception menée depuis plusieurs années a été conclue par un rapport diffusé fin 1977 et suivie par quatre études de projet en proche banlieue qui ont permis de faire progresser les réflexions tant sur le plan des besoins d'infrastructure et des problèmes d'insertion que sur le plan économique.

# SYSTEMES NOUVEAUX DE TRANSPORT

Dans ce domaine, la Régie intervient soit comme promoteur (développement du trottoir accéléré TRAX), soit comme organisme agissant pour le compte des pouvoirs publics et pouvant être chargé d'études ou de maîtrise d'ouvrage délégué (système ARAMIS) ou de tâches d'évaluation (système POMA 2 000).

La Régie participe à des degrés divers au développement des différents systèmes. Son activité a été la suivante.

---

## TRAX\*

---

Ce transporteur hectométrique est un trottoir roulant accéléré à fort débit développé entièrement par la RATP. En 1976 et 1977, il a été procédé à la mise au point et aux essais en vraie grandeur (54 000 tours - 540 heures sans incident) du plancher mobile. L'étude, la réalisation et le montage de la main courante sont en bonne voie d'achèvement; les systèmes annexes nécessaires au fonctionnement opérationnel ont également été définis (sécurité, fonctionnement automatique, dispositif d'entraînement définitif). L'ensemble prototype doit être terminé fin 1978; les essais techniques achevés, il fera l'objet d'un essai opérationnel dans un couloir de correspondance de la station Gare de Lyon au cours de l'année 1979.

Des projets ont été établis pour deux cas d'application (correspondance entre le métro et la ligne C du RER à Invalides, et liaisons Auber - Saint-Lazare). Les études économiques faites à cette occasion ont montré que ces projets atteignaient des taux élevés de rentabilité pour la collectivité.

---

## ARAMIS

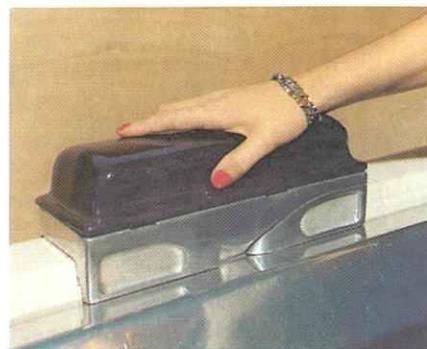
---

Ce système de transport en site propre développé par la société MATRA est constitué de cabines automotrices sur pneumatiques d'une capacité de six ou dix places, à propulsion électrique et à conduite entièrement automatique. Ces cabines forment des rames déformables permettant de réaliser un service très proche du « service personnalisé » que les systèmes dits PRT (Personal Rapid Transit) cherchaient à obtenir.

*Ci-contre : Réalisation de la main courante du TRAX.*

*Ci-dessous : Prototype du trottoir roulant accéléré TRAX.*

*En bas : Le système ARAMIS.*



RATP - Barinot



RATP - Barinot

\* Cf. Numéro spécial du Bulletin de documentation et d'information de novembre-décembre 1976.

La Régie a reçu des pouvoirs publics, le 1<sup>er</sup> août 1974, la mission de maître d'ouvrage délégué pour le développement du système et elle pilote les études économiques liées à la recherche d'un site pour une expérimentation commerciale.

La phase 1 du développement s'est achevée fin 1976 et a fait l'objet d'un rapport final portant sur la vérification des spécifications techniques du système et sur l'évaluation de la sécurité, de la disponibilité et de l'exploitabilité, et présentant les résultats de l'étude économique liée à la recherche d'un site pour une expérimentation commerciale.

Parallèlement la RATP a effectué une étude économique comparant le système à un réseau d'autobus offrant un bon niveau de service sur les mêmes liaisons (pour le site de la rocade Sud). Cette étude a montré l'intérêt de la solution ARAMIS du point de vue de la qualité du service offert, mais aussi le coût élevé d'infrastructure du système dans le cas étudié, compte tenu de la nécessité, inhérente à tout système automatique, d'une infrastructure en site propre intégral.

Début 1977, a été engagée une phase 2A comportant des études techniques et économiques complémentaires qui permettront de prendre une décision sur la poursuite du développement. En même temps a été poursuivie activement la recherche des variantes du système réduisant le coût des investissements : une variante, dite ARAMIS S, est évaluée dans le cadre de la phase 2A et pourrait faire l'objet d'une expérimentation technique.

Ce système est certainement le plus prometteur de tous les projets en présence; malgré l'excellente qualité de service qu'il apporterait, ses possibilités d'application à court terme sont assez limitées en raison de son coût élevé, mais la poursuite de son développement paraît souhaitable en vue de préparer le long terme et de donner ses chances à la technique française dans la compétition internationale dans ce domaine.

---

## VAL

---

En 1976 et 1977, la Régie a continué à participer aux études d'implantation du système à Lille, mais elle n'a pas eu à intervenir sur le plan technique.

---

## TRAMWAY

---

Outre l'étude d'un modèle de simulation signalé au paragraphe « Exploitation des lignes d'autobus », la Régie a participé en 1976 au dépouillement de l'appel de concours lancé par le Secrétariat d'état aux transports pour la définition d'un tramway moderne.

---

## POMA 2000

---

Ce système de transport en site propre, mettant en œuvre des cabines passives tractées par câble, a été étudié

à Grenoble par un industriel spécialisé dans les équipements de transport en montagne par câble.

La Régie s'est vue confier en novembre 1976 par la Direction des transports terrestres (DTT) une mission comportant l'évaluation technique de ce système dans son développement actuel, ainsi qu'une analyse des éléments économiques, présentés par le promoteur.

Le rapport d'évaluation remis en juin 1977 comporte, outre cette évaluation technique et économique, une analyse des objectifs que pourrait viser une expérimentation commerciale en région d'Ile-de-France et un classement des quatre sites envisagés (Bagnolet, Garges, Sarcelles, Orsay).

---

## VEC

---

Un exemplaire de ce système de transport hectométrique semi-continu à faible débit, fonctionne en exploitation commerciale à Paris; la Direction des transports terrestres a effectué une évaluation de ses caractéristiques principales, à laquelle la Régie a participé.



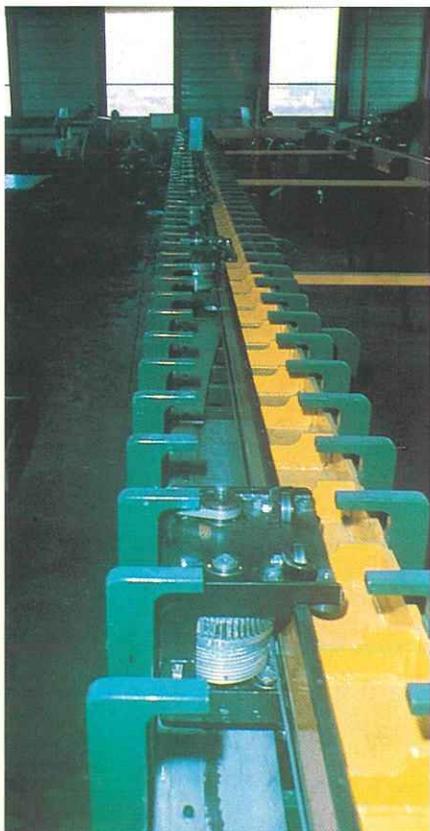
Le POMA 2000.

# ETUDES SOCIO - ECONOMIQUES

## Transporteur léger semi-continu

Aucun moyen de transport bien adapté à ses besoins n'existant pour les trajets de rabattements et pour les correspondances longues du métro, la Régie a commencé quelques investigations dans cette voie qui lui semble intéressante; à cette fin, elle a conduit en 1977 une étude comparative de divers systèmes d'entraînement (à mailles déformables et à bobines) envisageables pour un transporteur léger semi-continu et procédé notamment à un début d'évaluation du système DELTA V, à bobines, proposé par la Société Hydromécanique et Frottement. A l'occasion de cette étude ont été approfondies les conditions de fonctionnement cinématique et dynamique des transporteurs continus et semi-continus intégrés.

*Transporteur léger semi-continu DELTA V : système d'entraînement à bobines.*



Ce chapitre présente les recherches à caractère socio-économique effectuées afin de mieux adapter l'offre à la demande avec deux objectifs principaux : à court et à moyen terme, améliorer les réseaux existants; et à plus long terme, élaborer une stratégie de développement des réseaux de la RATP s'inscrivant dans le cadre du plan de transport de la région d'Île-de-France.

Ces recherches portent principalement sur :

- le comportement et les attentes des voyageurs;
- les besoins de déplacements, la prévision et la connaissance du trafic;
- l'évaluation de l'offre et le rôle des divers modes de transport.

Pour ces actions, la part d'innovation qui est souvent difficile à apprécier concerne soit la méthodologie, soit la nouveauté de l'application aux transports en commun d'une méthode déjà connue par ailleurs.

## Comportement et attentes des voyageurs

Les recherches sur les attentes et le comportement des voyageurs sont relativement nouvelles mais prennent une importance grandissante dans la mesure où les données recueillies peuvent orienter l'ensemble des actions destinées à modifier et à améliorer le système de transport. Les plus importantes sont :

- l'établissement d'un modèle permettant d'étudier les désirs, les attentes et le degré de satisfaction des voyageurs : ce modèle — commencé en 1975 et terminé en 1977 — a été appliqué au choix des investissements (classement des différents investissements liés au confort en fonction de la satisfaction des usagers);
- l'élaboration d'un micro-modèle comportemental permettant de simuler les variations de répartition entre les modes en fonction de l'évolution des niveaux de service dans le cadre des scénarios globaux;
- une recherche sur la signification profonde de certains concepts liés plus ou moins directement aux transports en commun et pouvant avoir des retombées sur la demande; on a analysé en particulier ce que recouvraient les concepts de violence, communauté, solidarité, communication, et étudié leurs relations; les résultats de cette recherche ont été utilisés en 1977 pour mener diverses actions de publicité et de relations publiques.

En plus de ces actions qui lui sont propres, la Régie est associée aux

recherches menées dans le cadre de l'ATP socio-économie des transports, conduite par la mission « Recherche » du Ministère de l'équipement, en liaison avec la DGRST. Ces recherches concernent la place des transports de voyageurs, dans la vie économique et sociale, le fonctionnement et la structure du secteur des transports et l'incidence des politiques de transport sur le développement territorial. La RATP participe à la définition des thèmes de recherche, à l'analyse des projets des chercheurs, et au suivi de leurs travaux.

## Besoins de déplacements Prévision et connaissance du trafic

Un point commun à un certain nombre d'actions menées dans ce domaine est le recueil de données à partir d'enquêtes. Une amélioration de la méthodologie utilisée a été recherchée, correspondant à une plus grande rigueur, ce qui implique, notamment, l'emploi systématique de plusieurs sources augmentant la fiabilité des données recueillies. Ces principes sont appliqués en particulier aux enquêtes avant/après menées à l'occasion des ouvertures de nouvelles lignes (ligne n° 13 en novembre 1976 et RER en décembre 1977); celles-ci permettront de bien connaître et comprendre l'impact de la mise en service de ces infrastructures nouvelles sur la réparti-

tion du trafic entre modes de transport en commun, et les modifications de la structure des déplacements (distribution et mobilité); on pourra ainsi vérifier la validité et, si nécessaire, améliorer les méthodes de prévision et d'évaluation.

Parallèlement ont été conduites des actions destinées à accroître les connaissances et à améliorer les outils de prévisions. On peut citer :

- une étude engagée en 1976 sur les principaux générateurs de trafic (hôpitaux, établissements scolaires et universitaires, centres administratifs, etc.) dont l'achèvement est prévu en 1978;
- la détermination de la répartition géographique fine de l'emploi dans le secteur public à Paris qui a été réalisée en 1977 (sortie des résultats sur cartographie automatique) et qui permettra en complétant les données existantes pour le secteur privé de connaître l'ensemble de l'emploi dans Paris, avec le niveau de précision géographique nécessaire pour les études de transport;
- une action continue menée pour améliorer les outils de prévision et d'évaluation et notamment le « modèle global de trafic »; les modules existants sont affinés et de nouveaux modules

(circulation et stationnement des voitures particulières) sont créés; de nouvelles méthodes d'utilisation sont étudiées; parallèlement, on développe et on améliore un modèle adapté à des études pour les villes de taille moyenne et concernant soit la comparaison des diverses politiques de transport à moyen et à long terme, soit des études plus fines sur la restructuration des réseaux à court et à moyen terme;

- dans le cadre des travaux liés à la mise en place du plan statistique, on a été amené à faire la critique de la notion de « voyageurs » qui recouvre en fait des réalités différentes au réseau ferré et au réseau routier et qui engendre des paradoxes tels que la diminution, à l'occasion de certaines améliorations des réseaux, de l'indicateur qui est censé représenter l'intensité du trafic; de là est née une réflexion fondamentale sur les concepts à utiliser pour caractériser le trafic, réflexion qui a conduit à préconiser une série de quatre indicateurs cohérents\*.

\* Cf. Bulletin de documentation et d'information de novembre-décembre 1977.

---

## **Évaluation de l'offre de transport et rôle des divers modes**

---

Une étude sur l'accessibilité des personnes aux divers équipements et centres d'activité en région d'Ile-de-France a été engagée. Cette étude nécessite un important recueil de données qui a été entrepris, ainsi que l'élaboration d'une structure d'évaluation.

La recherche qui se heurte à de nombreuses difficultés doit être mise en sommeil en 1978, mais reprendre ensuite à partir des résultats de nombreuses enquêtes effectuées en 1976 et 1977.

La Régie poursuit également des études sur le coût des différents modes de transport et sur leur domaine d'utilisation économique.

# ORGANISATION ET MOYENS

## Organisation

L'organisation de la recherche est décentralisée. La direction générale en définit les orientations et en assure la coordination, avec l'assistance d'un Directeur conseiller scientifique et technique, d'une Commission de la recherche présidée par le Directeur général adjoint et d'un chargé de mission, secrétaire de cette Commission.

Les études et recherches sont assurées au sein des différentes directions, dotées pour la plupart d'un service d'études, sous leur propre responsabilité.

A titre d'exemple, on peut citer le rôle des services du matériel roulant des deux réseaux pour les recherches concernant respectivement les voitures ferroviaires et les autobus, le rôle du service des études de la direction des services techniques, développé à partir de 1966 pour satisfaire les besoins de recherche technique communs à plusieurs directions et le rôle de la direction des études générales et de la mission « Promotion du transport » dans le domaine des études socio-économiques.

Enfin il faut citer deux unités de recherche spécialisées :

- le groupe « Projet Aramis », devenu groupe « Projet systèmes nouveaux »,
- et le groupe « Projet autobus futur », animé par un directeur de projet appartenant à la RATP assisté de deux adjoints appartenant aux réseaux de province. Ce second groupe a pour mission de conduire, dans le cadre des directives des pouvoirs publics, les études et recherches concernant l'autobus futur.

Cette organisation présente un certain nombre d'avantages. Les ingé-

nieurs d'étude sont en contact permanent avec les réalités et les problèmes concrets des réseaux de Paris et des villes étrangères. L'association recherche-exploitation a donné jusqu'à présent des résultats très efficaces compte tenu des objectifs fixés.

La préoccupation du long terme, orientée par les réflexions stratégiques du plan d'entreprise, est renforcée par l'intervention de services d'étude très structurés (notamment de la direction des études générales, de la mission « Promotion du transport » et du service des études techniques), par l'action des groupes projet, et par le renouvellement continu des problèmes posés par la coopération technique.

## Les moyens

Bien que l'activité d'étude et de recherche de la RATP soit relativement importante, sa vocation principale d'exploitant, et le fait que le domaine complexe des transports nécessite des compétences très diverses, l'ont conduite tout naturellement à faire réaliser à l'extérieur (constructeurs, sociétés spécialisées, universités, etc.) une grande partie de ses études et recherches; fréquemment, elle limite son action à la définition des objectifs ou des spécifications techniques et fonctionnelles, au suivi et à l'évaluation des résultats. Dans tous les cas, elle effectue un contrôle et des essais réels des équipements proposés soit sur des bases d'essais, soit en ligne lors d'essais hors exploitation, soit dans les laboratoires existant dans un certain nombre de services.

Les moyens (frais de personnel RATP et commandes extérieures), consommés en 1976 pour les activités de

recherche et de développement, peuvent être estimés à 31 millions de francs (francs 1976), dont 3,9 millions de francs d'origine extérieure (pouvoirs publics), destinés exclusivement aux systèmes nouveaux (TRAX et ARAMIS). Ces moyens représentent environ 40 % du financement public des recherches en faveur des transports en commun urbains. Pour l'année 1977, les moyens consommés ne sont pas encore connus, mais l'effort financier est voisin de celui de 1976.

Ces moyens représentent environ 0,6 % du budget d'exploitation et se répartissent de la façon suivante :

- 30 % de frais de personnel RATP, représentant environ l'équivalent d'une centaine de personnes à temps plein,
- 70 % de commandes extérieures;

ou encore par domaine d'application :

- 54 % pour le métro et le RER,
- 17 % pour les autobus,
- 20 % pour les systèmes nouveaux et les techniques nouvelles,
- 9 % pour les études socio-économiques.

Les parts respectives du métro et des autobus ne sont pas représentatives des efforts consacrés à ces deux domaines, car, pour les autobus, les recherches effectuées en liaison avec les constructeurs et souvent sous l'égide d'organismes qui coordonnent les recherches sur le plan national demandent en général des moyens plus réduits que ceux nécessaires au métro qui utilise un matériel et une infrastructure qui lui sont propres et sont entièrement à la charge de la Régie.

Ces moyens illustrent l'important effort consenti depuis plusieurs années par la RATP, en liaison avec les pouvoirs publics, pour acquérir les connaissances et les techniques nécessaires, d'une part, à l'amélioration du système de transport parisien, d'autre part, au maintien des techniques françaises à un niveau de haute compétitivité sur le marché international.







