



**RATP**  
ÉTUDES • PROJETS

**88**

janvier - février - mars



**Revue éditée par  
la Régie Autonome des  
Transports Parisiens**

**RATP**

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

Abonnement pour l'année 1988  
FRANCE et ÉTRANGER : 123 F



# SOMMAIRE



## INAUGURATION DE LA GARE « SAINT-MICHEL/NOTRE-DAME »

La nouvelle gare « Saint-Michel/Notre-Dame » a été inaugurée par le Premier Ministre le 15 février, puis ouverte au public le 17 février. Il s'agit là d'une étape importante dans la constitution du réseau RER puisque, désormais, les lignes B et C sont en correspondance directe ..... 5



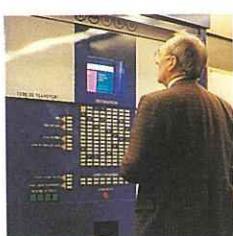
## LA RATP EN 1987

Comme à l'accoutumée, bilan de l'activité de l'entreprise au cours du dernier exercice : présentation des principaux résultats et rappel des événements ou faits marquants ..... 11



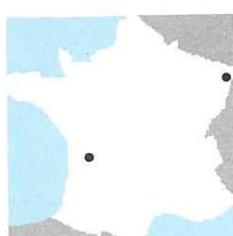
## BILAN DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT DE 1985 À 1987

● Synthèse .....	16
● Introduction .....	18
● Connaissance de l'environnement .....	18
● Conception de l'offre de transport .....	20
● Réalisation de l'offre de transport .....	22
● Commercialisation de l'offre .....	27
● Maintenance .....	29
● Gestion des ressources .....	33
● Prospective .....	39
● Démarche – Organisation – Moyens .....	42
● Annexes .....	44



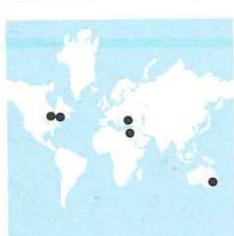
## NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

● Mise en service d'une nouvelle génération d'appareils distributeurs de titres de transport .....	47
● Exploitation du réseau ferré .....	48
● Exploitation du réseau d'autobus .....	49
● Trafic et service de l'année 1988 .....	51
● Vues des travaux en cours .....	52



## NOUVELLES DIVERSES DE FRANCE

● Angoulême : inauguration du système d'information des voyageurs « BUS INTEL » .....	54
● Strasbourg : le VAL pour 1993 .....	54



## NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER

● Istanbul : un métro léger en construction .....	55
● Le Caire : le métro en exploitation .....	56
● Détroit : inauguration du système de transport automatique .....	59
● New York : après Penn Station, Jamaica Station .....	59
● Sydney : mise en service du monorail .....	60



## INAUGURATION DE LA GARE « SAINT-MICHEL/NOTRE-DAME »

**L**A gare « Saint-Michel/Notre-Dame » de la ligne B du RER a été inaugurée le 15 février 1988 par le Premier Ministre, M. Jacques Chirac, en présence de M. Jacques Douffragues, Ministre chargé des transports, de M. François Léotard, Ministre de la culture et de la communication, des responsables de la RATP et de la SNCF ainsi que de nombreuses autres personnalités parmi lesquelles MM. Alain Poher, Président du Sénat, Olivier Philip, Préfet de la

du RER, domaines SNCF, accompagné notamment de MM. Paul Reverdy et Philippe Essig, respectivement Présidents de la RATP et de la SNCF. Puis il a été accueilli dans la nouvelle gare par M. Michel Rousselot, Directeur général de la RATP, où il a procédé à la traditionnelle coupure du ruban tricolore.

Le cortège a ensuite visité l'ensemble des installations comprenant la nouvelle gare, les ouvrages de correspondance avec la ligne C, le couloir de liaison avec la

ligne 10 du métro et la station « Cluny/La Sorbonne », avant de se rendre dans le jardin du Musée de Cluny pour un cocktail.

A l'issue de la cérémonie, le Premier ministre a exprimé envers la RATP toute sa satisfaction pour cette réalisation qui constitue un véritable exploit technique et qui facilitera les déplacements de millions d'usagers, et a rendu hommage aux artistes Claude Maréchal et Jean Bazaine pour leurs prestations décoratives, véritables œuvres d'art contemporain.

Il a par ailleurs salué d'une manière générale la RATP et la SNCF pour leur primauté technique incontestée ainsi que leur haut niveau de qualité de service, tant aux plans de la sécurité et du confort que de l'information et de l'accueil des voyageurs, et il a encouragé les deux entreprises à poursuivre leurs efforts.

\*\*

L'ouverture au public de la gare « Saint-Michel/Notre-Dame » et la



Coupe du ruban tricolore par M. Chirac, entouré de MM. Douffragues, Philip, Fourcade, Poher, Reverdy et Giraud (de gauche à droite)...

région Ile-de-France, Michel Giraud, Président du Conseil régional, Jean-Pierre Fourcade, Vice-Président du Conseil régional chargé des transports et de la circulation...

Lors de cette inauguration, M. Chirac a tout d'abord effectué un parcours sur la future liaison « Vallée de Montmorency-Ermont-Invalides » et sur la ligne C



... puis visite des installations, commentée par M. Rousselot.

réouverture, sous le nom de « Cluny/La Sorbonne », de la station « Cluny » fermée depuis 1939, ont eu lieu le 17 février 1988, après une journée du 16 février consacrée à la présentation au « monde

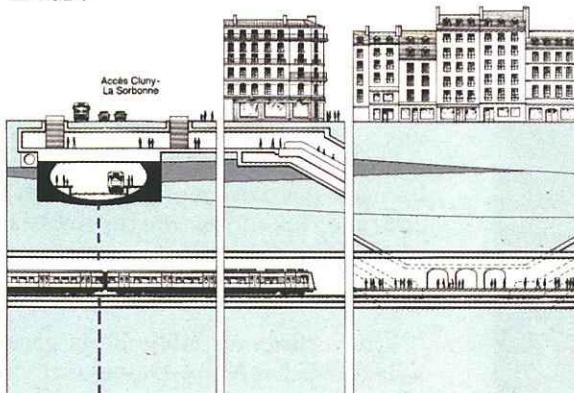
des arts, des lettres et de la culture » des œuvres des deux artistes précités.

Cet événement a été marqué par une fête populaire organisée dans les rues du quartier Saint-

Michel et par deux journées « portes ouvertes » à Saint-Michel et à Cluny, le week-end des 20 et 21 février, assorties d'une animation-concours qui s'est prolongée jusqu'au 27 février.

## LES NOUVELLES INSTALLATIONS DE SAINT-MICHEL/CLUNY

**L**a nouvelle gare « Saint-Michel/Notre-Dame » marque l'aboutissement du développement de la ligne B du RER « Saint-Rémy-lès-Chevreuse/Robinson - Roissy-Aéroport Charles de Gaulle/Mitry-Claye », axe régional nord-sud exploité depuis juin 1983 au sud de Gare du Nord par la RATP, et au-delà par la SNCF.



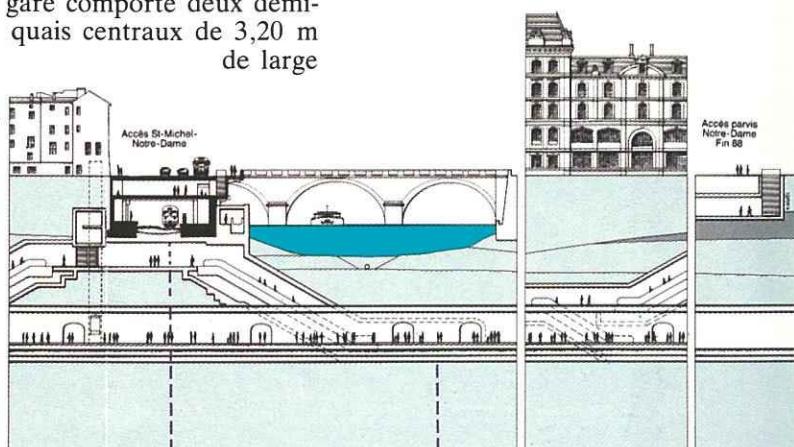
Sa mise en service constitue une véritable intégration de la ligne C SNCF à un réseau RER unique offrant des points de liaison d'une part entre ses différentes lignes, d'autre part avec le métro.

En effet, l'ouvrage Saint-Michel, dont la création avait été projetée dès le début 1973, assure maintenant une correspondance directe entre les lignes B et C du RER, ainsi qu'avec la ligne 10 du métro à la station « Cluny-La Sorbonne ». Par ailleurs, il permet une meilleure desserte du quartier Saint-Michel et de l'île de la Cité.

### *La gare - Ses accès - Les ouvrages de correspondance*

Réservée lors du creusement des tunnels « Luxembourg - Châtelet-Les Halles » mis en service en 1977, la gare comporte deux demi-quais centraux de 3,20 m de large

et 225 m de long reliés entre eux par neuf passages voûtés transversaux de 3,50 m de large. Sa profondeur est de 26 m. Trois des passages transversaux, situés dans la zone centrale, permettent seulement une communication entre les deux demi-quais. Les six autres



Quai de la nouvelle gare de la ligne B, avec ses passages voûtés transversaux.



# Gare "Saint-Michel/Notre-Dame"

sont aussi des débouchés d'accès ou de correspondances.

La correspondance entre les gares des lignes B et C s'effectue par une salle d'échanges RATP-SNCF située à 13 m de profondeur environ. Elle occupe une surface de plus de 200 m<sup>2</sup>.

Deux gaines équipées d'escaliers mécaniques de 12,50 m d'élévation relient les quais RATP à la salle d'échanges.

Les liaisons entre cette salle et les quais de la gare de la ligne C, latéraux, sont assurées pour chaque quai par deux gaines, dont



RATP - N/Audiovisuel

La salle des billets métro-RER, située au-dessus de la ligne 10.



RATP - Thibaut

La salle d'échanges RATP/SNCF assurant la correspondance entre les lignes B et C.

une mécanisée de 6,70 m de dénivelée.

L'ouvrage qui assure la correspondance avec la station « Cluny/ La Sorbonne » de la ligne 10 du métro est l'accès sud qui aboutit au carrefour des boulevards Saint-Germain et Saint-Michel sur chacun des trottoirs du boulevard Saint-Germain.

Cet accès, commun aux lignes B et 10, comprend une salle des billets située au-dessus de la ligne 10, un couloir sous la rue de la Harpe d'une longueur de 100 m environ

et de 6,10 m de largeur, équipé d'un trottoir roulant, ainsi que des escaliers fixes et mécaniques, ces derniers ayant respectivement 9,10 m et 11,40 m de dénivellées.

A l'est, existe un accès qui résulte du remaniement complet par la SNCF de celui qui existait à l'extrémité est de la gare de la ligne C, près du Petit Pont. Il comprend une salle des billets, construite au-dessus des voies.

Enfin, au nord, un accès débouche place du parvis Notre-Dame, à l'angle de la rue de la Cité, par un escalier fixe et un escalier mécanique. Dans l'immédiat, cet accès direct à la ligne B est aménagé en issue de secours ;



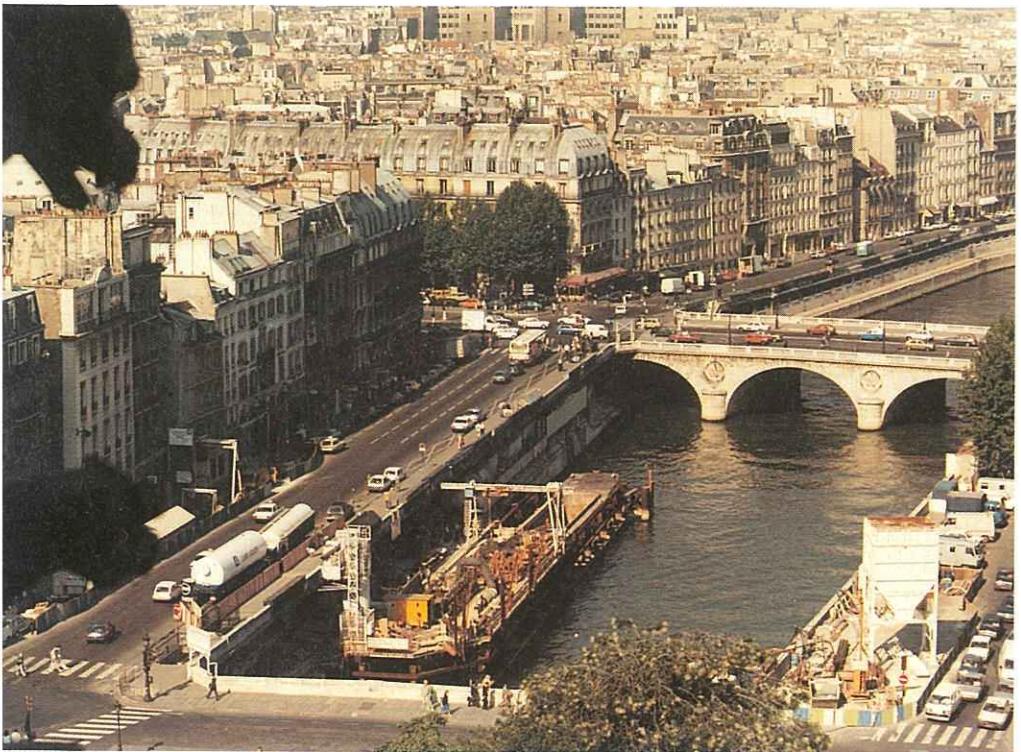


Plate-forme de travail en Seine.

son ouverture définitive est prévue pour septembre 1988.

Un ascenseur réservé aux handicapés relie la voie publique, quai Saint-Michel, au quai central de la gare de la ligne B, avec réservation pour un arrêt au quai direction Musée d'Orsay de la gare de la ligne C.

Les accès sud et nord ainsi que la salle d'échanges entre la ligne B et la ligne C sont équipés de dispositifs de désenfumage. Par ailleurs, deux puits d'accès « pompiers » ont été construits au nord et au sud afin de faciliter d'éventuelles interventions rapides des services de sécurité.

### Rappel des travaux (\*)

Commencés en 1982, les travaux ont été réalisés entièrement en souterrain, sous l'île de la Cité, le petit bras de la Seine et l'îlot Saint-Séverin, dans un environnement urbain très dense comportant des axes routiers très fréquentés (quai Saint-Michel, boulevard Saint-Germain...), des zones à forte circulation piétonnière, le pe-

tit bras de la Seine, des immeubles vétustes, et dans un contexte géologique très délicat constitué de remblais, marnes et caillasses, aggravé par la présence de la nappe phréatique en liaison directe avec la Seine et par celle, à certains endroits, de dépôts organiques ayant fortement perturbé la réalisation des traitements de terrain.

Pour compenser l'insuffisance des emprises du sol, une importante plate-forme de travail a dû être établie sur la Seine.

De plus, les ouvrages occupant en partie un site archéologique particulièrement riche, dans l'île de la Cité et dans la zone comprise entre la Seine et les thermes dits de Cluny, plusieurs fouilles ponctuelles de reconnaissance ont été effectuées en liaison avec la Commission du Vieux Paris.

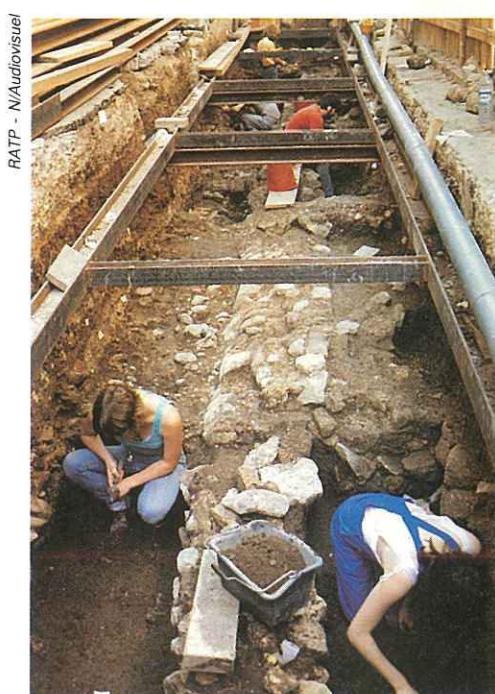
### Le parti décoratif

Deux artistes peintres de renom ont été associés à la réalisation de la décoration des nouvelles installations : Claude Maréchal, pour le couloir de correspondance entre les lignes B et 10 sous la rue de la Harpe, et Jean Bazaine, pour la voûte de la station « Cluny/La Sorbonne ».

Ce sont en effet 620 m<sup>2</sup> de mosaïque qui recouvrent les murs du couloir sous la rue de la Harpe pour constituer une véritable « Harmonie en sous-sol ». Ces émaux, dont la palette s'étend sur plus de 3 000 tons, modelés couleur par couleur en assiettes rondes appelées « tesselles », ont été fabriqués tant à Venise dans l'atelier d'Orsoni, qu'à Paris chez le Français Albertini.

Une équipe de mosaïstes hautement compétents a exécuté, sous la direction de Claude Maréchal, les plans de l'œuvre, panneau par panneau, suivant le rythme et le choix des couleurs préétablis.

L'ensemble, collé sur un support papier, a été reconstitué afin d'être contrôlé avant l'ultime phase de



Fouille de reconnaissance archéologique, rue de la Harpe.

(\*) Voir l'article de Claude Sélosse : « Les travaux de construction de la gare Saint-Michel sur la ligne B du RER », paru dans le numéro de janvier-février-mars 1987 de notre revue.

# Gare "Saint-Michel/Notre-Dame"

pose dans un atelier construit spécialement pour satisfaire à cette commande.

La mosaïque décorant la voûte de la station « Cluny/La Sorbonne » (75 m de long, 18 m de large) a été exécutée sous la direction de Jean Bazaine par Gino Silvestri Da Bellun, peintre et mosaïste, assisté de dix autres mosaïstes.

Cette mosaïque de 400 m<sup>2</sup> est le résultat de la juxtaposition de plus de 60 000 tesselles en lave émaillée de Volvic taillées à la main. Plus d'une centaine de tons, à dominante bleue et rouge, la composent.

La fresque a été réalisée en six parties exécutées entièrement au sol : chaque élément a été découpé en morceaux et recomposé ensuite sur le plafond de la station

RATP - Chabrol



Le couloir de correspondance RER-métro sous la rue de la Harpe, décoré par Claude Maréchal.



La voûte de la station « Cluny/La Sorbonne », revêtue de l'œuvre de Jean Bazaine.

pour former des « Ailes et Flammes ». La voûte de la station « Cluny/La Sorbonne » porte également les signatures des poètes, écrivains, philosophes, historiens, artistes, hommes de science, rois et hommes d'État français qui, depuis huit siècles, ont honoré le quartier.

La réalisation d'une telle œuvre ayant nécessité un espace considérable, la RATP a mis à la disposition de l'artiste et de son équipe un tunnel désaffecté, à la hauteur de la gare du « Luxembourg ».

## Avantage pour les voyageurs

La nouvelle gare dessert dans Paris, à moins de 1 000 m compte tenu de l'existence des gares de « Châtelet-Les Halles » et du « Luxembourg », une population de 28 900 habitants et 40 000 emplois.

La zone d'influence de la nouvelle gare comprend de grands équipements administratifs, des établissements importants d'enseignement secondaire et supérieur, de nombreux magasins et lieux de loisirs ou de tourisme, générateurs de trafics importants.

Le trafic annuel de la gare « Saint-Michel/Notre-Dame » de la ligne B devrait s'établir à 22 millions de voyageurs environ, celui de la gare de la ligne C à 23 millions de voyageurs environ (entrants et correspondants).

Le trafic annuel du complexe Saint-Michel devrait être de



RATP - Marguerite

l'ordre de 30 millions de voyageurs.

Ainsi, le complexe d'échanges ligne B-ligne C et chacune des deux gares atteindront un niveau de trafic qui les situera parmi les plus importants points d'échanges du RER.

La création de la gare permet

de faire bénéficier les voyageurs de banlieue intéressés d'un gain de temps pouvant atteindre 9 minutes pour les voyages à destination de Paris et des valeurs du même ordre pour des relations de banlieue à banlieue.

Par ses multiples effets, l'opération « Saint-Michel » accentue

donc le rôle régional des lignes B et C et renforce l'effet structurant du RER conformément aux objectifs du schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme qui sont de relier à Paris par ce réseau les cinq villes nouvelles et les deux grands aéroports. ■

## LA RATP EN 1987

### Exploitation

#### Contexte des réseaux

(voir tableau A).

L'année 1987 a été marquée sur le réseau ferré par :

- la mise en service, le 6 mai, du prolongement de la ligne 7 du métro de « Fort d'Aubervilliers » à « La Courneuve - 8 Mai 1945 », d'une longueur de 1 205 m dont 877 m d'interstation et comportant une nouvelle station terminus à trois voies ;
- la réalisation, le 27 septembre, de la première étape de la ligne D du RER permettant la circulation des trains SNCF en provenance de Villiers-le-Bel jusqu'au cœur de Paris en empruntant le tronçon « Gare du Nord/Châtelet-Les Halles » de la ligne B ;
- l'achèvement, le 27 septembre également, de l'interconnexion des trains RATP et SNCF sur la ligne B du RER.

Sur le réseau d'autobus, à retenir principalement au cours de l'année :

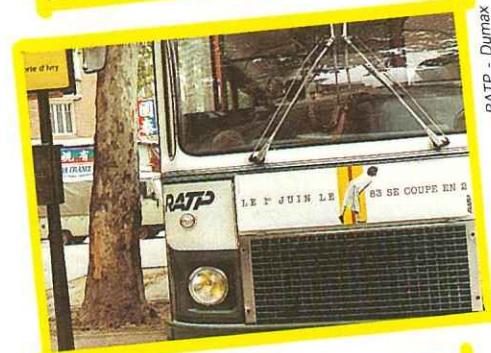
- dans Paris, la restructuration le 1<sup>er</sup> juin de la ligne 83, laquelle a donné naissance à une ligne 83 modifiée et à une ligne nouvelle d'indice 93 ;
- en banlieue, la mise en place le 2 février d'une desserte directe de l'aéroport d'Orly par la ligne 215 à partir de la Porte de Gentilly, la création à la même date de la ligne 216 entre Denfert-Rochereau et le MIN de Rungis, la création le 1<sup>er</sup> juin de la ligne 285 D reliant la station « Villejuif-Louis Aragon » de la ligne 7 du métro et la Gare de Juvisy sur la ligne C du RER ;
- dans les villes nouvelles, l'aménagement à Marne-la-Vallée de la ligne 213 le 3 septembre, avec notamment la création d'une navette E pour desservir le secteur de Malnoue-Emerainville, la création le 20 mai des lignes 437, 439 M et 440 N à Cergy-Pontoise, au moment de l'ouverture du parc Mirapolis et de la zone d'activités de Saint-Christophe, la suppression des lignes 412 et 413 le 2 mars à Saint-Quentin-en-Yvelines puis la



RATP - Dumax



RATP - Dumax



RATP - Dumax



RATP - Ardailon



RATP - Minoli

#### A. Contexture des réseaux au 31-12-1987

Réseaux ferrés	Nombre de lignes	Longueur (en km)	Stations ouvertes (points d'arrêt)
Métro .....	15	198,9	366
RER .....	2	102,7	64
Funiculaire de Montmartre .....	1	0,1	2
Réseaux d'autobus			
	Nombre de lignes	Longueur (en km)	Nombre et longueur des aménagements (couloirs réservés et sites propres) (4)
Lignes de Paris (1) ..	57	518,1	350 119,21 km
Lignes de banlieue (2) ..	164	1 948,9	135 66,42 km
Services urbains communaux ..	11	56,2	— —
Services affrétés à tarification spéciale (3) ..	30	347,3	15 26,55 km
Ensemble .....	262	2 870,5	500 212,18 km

(1) Non compris les 10 services de nuit (« Noctambus ») : 84,7 km.

(2) Y compris les lignes affrétées ou associées à tarification RATP, ainsi que SERVAL.

(3) Antony, Cergy-Pontoise, Évry et Saint-Quentin-en-Yvelines.

(4) Les sites propres bidirectionnels sont doublés en nombre et en longueur.



RATP - Chabrol

création de celles d'indice 463 et 464, respectivement le 2 novembre et le 14 décembre ;

— enfin, au niveau des services urbains communaux, la création du « Buséolien » à Puteaux le 21 avril, l'abandon du « TRUC » de Rosny-sous-Bois le 15 juin, l'exploitation éphémère de la desserte d'Arcueil (mise en service le 22 avril et supprimée le 1<sup>er</sup> octobre).

Par ailleurs, la longueur des aménagements réservés à la circulation des autobus (couloirs et sites propres) s'est accrue au total de 8 620 m (3 830 m dans Paris et 4 790 m en banlieue).

## Service - Trafic - Recettes

(voir tableaux B, C et graphique).

Avec 418,6 millions de kilomètres-voitures et 2 264 millions de voyages effectués, service offert et trafic voyageurs sont restés pratiquement stables par rapport à l'exercice précédent, les écarts constatés au niveau de chacun des réseaux étant peu significatifs.

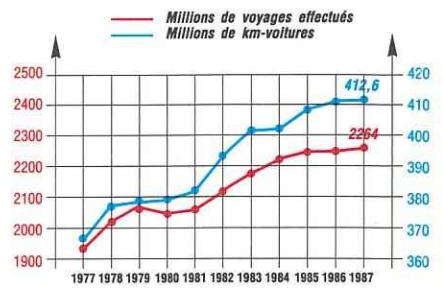
En ce qui concerne les recettes, elles s'établissent pour 1987 à 5 491 millions de francs, accusant une progression de 257 millions de francs soit 4,9 % par rapport à 1986. Cette progression est en



partie imputable au relèvement des tarifs entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juin, le module « billet urbain de seconde classe vendu en carnets de 10 unités » étant passé de 2,75 à 2,82 francs (+ 2,4 % environ) et les abonnements ayant subi une augmentation moyenne de l'ordre de 6,7 %.

### B. Service (en millions de km-voitures)

Réseaux	1986	1987	Variation en %
Métro .....	196,2	197,0	+ 0,4
RER .....	65,5	65,6	+ 0,2
	261,8	262,6	soit + 0,3 pour le réseau ferré
Funiculaire de Montmartre .....	0,0164	0,0165	+ 0,6
Autobus de Paris (y compris les services de nuit) .....	42,3	41,9	- 0,9
Autobus de banlieue (y compris les lignes affrétées à tarification RATP dont les TRA et les services communaux) .....	99,3	98,9	- 0,4
	141,6	140,8	soit - 0,6 pour l'ensemble des lignes d'autobus à tarification RATP
Lignes affrétées à tarification spéciale ... Services touristiques et locations (*). ....	7,35	7,73	+ 5,2
	1,42	1,49	+ 4,9



### C. Trafic (en millions de voyages effectués)

Réseaux	1986	1987	Variation en %
Métro .....	1 168,3	1 176,4	+ 0,9
RER .....	291,1	292,1	+ 0,3
	1 457,4	1 468,5	soit + 0,8 pour le réseau ferré
Funiculaire de Montmartre .....	1,70	1,79	+ 5,3
Autobus de Paris (y compris les services de nuit) .....	319,4	315,7	- 1,2
Autobus de banlieue (y compris les lignes affrétées à tarification RATP dont les TRA et les services communaux) .....	447,7	447,3	- 0,1
	767,1	763,0	soit - 0,5 pour l'ensemble des lignes d'autobus à tarification RATP
Lignes affrétées à tarification spéciale .....	25,6	27,6	+ 7,8
Services touristiques et locations (*). ....	3,53	3,09	- 12,5

(\* ) Service de remplacement de la ligne SNCF « Auteuil - Pont Cardinet » exclu (km-voitures : 0,35 million ; voyages effectués : 1,23 million).

## LIGNES

### • Prolongement de la ligne 7 à La Courneuve

En début d'année, les travaux de génie civil étaient tous réalisés à l'exception de l'accès sud de la station qui a été terminé le 13 février.

La réalisation des équipements en ligne s'est achevée le 25 avril, date du début de la marche à blanc des trains. Le second œuvre en station s'est poursuivi jusqu'à la mise en service de la ligne, le 6 mai.

Enfin, dans l'ouvrage d'arrière-station de l'ancien terminus « Fort d'Aubervilliers », les installations de la voie dont dû être remaniées après la mise en service du prolongement pour transformer les anciennes voies de garage en voies principales. Ces travaux ont pris fin le 15 octobre.

### • Prolongement de la ligne 1 à La Défense

Les travaux préliminaires ont été entrepris le 4 mai, d'une part sur le Pont de Neuilly et à ses abords, d'autre part sur l'autoroute A 14 et dans la gare RER de La Défense.

Les travaux du Pont de Neuilly et de ses abords, destinés à préparer l'environnement du futur chantier, ont comporté pour l'essentiel l'établissement d'une passerelle pour piétons franchissant la Seine en aval du Pont de Neuilly, le rescindement du trottoir nord du Pont, des déviations de canalisations, câbles et ouvrages appartenant aux services publics ou à des concessionnaires ainsi que la déviation partielle de la circulation routière par le Bois de Boulogne et le Pont

de Puteaux pour alléger le trafic sur l'avenue Charles-de-Gaulle.

Les travaux sur l'autoroute A 14 ont consisté en la réalisation, sur 1 150 m, d'une cloison séparative entre le futur métro et la circulation routière ainsi que de divers petits ouvrages ; ceux en gare de La Défense avaient pour but le renforcement du plancher situé au-dessus de la voie 1, nécessaire pour supporter les surcharges qui seront induites par la future ligne de métro.

### • Interconnexion avec la SNCF à Nanterre

Tous les travaux ont été achevés en 1987 : pose de la voie, des caténaires, de la signalisation, des équipements électriques et de télécommunications, réalisation de la commande centralisée, agencement de la demi-gare de Nanterre-Préfecture.

La mise sous tension en courant de traction, le 4 octobre, et la mise en service, à La Défense, des postes de relaisignalisation ainsi que de commande traction, les 21 et 22 novembre, ont permis de commencer les essais sur voies principales en direction de Cergy-Saint-Christophe le 23 novembre.

### • Construction de la gare « Saint-Michel »

Dans la partie centrale, le seul ouvrage dont le gros œuvre restait à terminer au cours de l'année 1987 était l'accès pour handicapés : les travaux de gros œuvre de la partie basse ont été terminés fin mars ; ceux de la partie haute, nécessitant la prise de possession de caves expropriées, n'ont pu débuter qu'en mars pour prendre fin début octobre.

Au nord, les travaux concernaient la création d'une issue de secours sur le trottoir nord du parvis Notre-Dame, celle du centre de surveillance de la gare et la réalisation d'une gaine profonde de liaison avec la partie de la gare de la ligne B abritant des locaux techniques. Le gros œuvre des ouvrages situés en partie basse a été terminé fin mars. Par contre, la construction à ciel ouvert des ouvrages situés en partie haute, ainsi que la réalisation en souterrain de la gaine de liaison avec les ouvrages situés en partie basse, ont été retardées par des problèmes géologiques dus à l'existence, dans la zone de contact des alluvions anciennes et modernes, d'un matériau organique de couleur noire. Le franchissement de cette couche de terrains pollués et baignant dans la nappe phréatique a provoqué plusieurs débordages successifs qui, bien que n'ayant pas compromis la stabilité des ouvrages sus-jacents, ont nécessité des traitements multiples : injections, « jet-grouting » et congélation. Ces travaux de gros œuvre ont été terminés le 13 novembre.

Pour mémoire, à l'est, s'est poursuivi tout au long de l'année le remaniement par la SNCF de l'accès « Petit-Pont », situé dans son domaine.

Par ailleurs, se sont également poursuivis les travaux d'aménagement, d'équipement et de décoration des ouvrages.

### • Descente des trains SNCF d'Orry-la-Ville à Châtelet-Les Halles

Les travaux effectués en 1987 se sont soldés par la mise en place de la première phase du projet permettant l'arrivée à Châtelet-Les Halles des trains en provenance de Villiers-le-Bel : rema-

# Rétrospective 1987

## • Métro

- Rénovation des stations « Parmentier » (ligne 3) et « Pasteur » (ligne 6).
- A la station « Quatre-Septembre » de la ligne 3, réfection de la couverture métallique et de la salle des billets, terminée le 15 septembre.
- A la station « Barbès-Rochechouart » de la ligne 4, agrandissement de la salle des billets, dont les travaux ont commencé le 1<sup>er</sup> avril.
- A la station « Porte de la Villette » de la ligne 7, remaniement des accès du métro et du terminal bus dont les travaux liés à une opération immobilière ont débuté le 4 mai.
- Sur la ligne 8 à Charenton, insonorisation des voies, terminée le 10 novembre.
- A la station « Robespierre » de la ligne 9, établissement d'un escalier mécanique de sortie du quai « Mairie de Montreuil », dont les travaux de gros œuvre ont été réalisés jusqu'au 23 avril.
- Dans la rotonde de la station « Saint-Lazare » (lignes 12 et 13), rénovation de la salle des billets, achevée le 27 mai.
- En station « Miromesnil » et à ses abords sur la ligne 13, pose de voies insonorisées du 16 février au 31 août.
- A la station « Châtillon-Montrouge » de la ligne 13, établissement d'un accès supplémentaire vers un parc de liaison, dont le gros œuvre a été terminé le 12 octobre.

## • RER - Ligne A

- En gare de « Rueil-Malmaison », création d'un accès supplémentaire desservant les deux quais, ouvert au public le 4 août.

- En gare de « La Défense », établissement d'un poste de redressement mis en service le 7 décembre.
- Dans l'ouvrage commun RATP-SNCF de Gare de Lyon, traitement coupe-feu de la dalle du niveau 38 et flocage du poste de redressement, terminés le 6 août.
- En gare de « La Varenne-Chennevières », création d'un accès supplémentaire desservant les deux quais à partir de la dalle du parking d'intérêt régional surplombant la ligne.
- En gare de « Boissy-Saint-Léger », construction d'un nouveau poste de redressement, mis en chantier le 15 juillet.
- Poursuite de la rénovation des caisses du matériel MS 61 et adaptation de ce matériel au SACEM.

## • RER - Ligne B

- Achèvement de la seconde phase du remaniement et de la rénovation de la gare de « Port-Royal » : les travaux de gros œuvre, terminés le 20 mars, ont comporté la poursuite de la réalisation de la nouvelle salle des billets, la restauration de l'édicule de style « Pagode », la construction de locaux situés à l'est et à l'ouest de cet édicule ; les travaux d'aménagement et d'équipement de la nouvelle salle des billets ainsi que ceux d'installation de trois escaliers mécaniques ont pris fin le 4 août, date de leur mise en service ; les travaux de finitions et la dépose des installations provisoires ont été terminés le 29 octobre.
- En gare de « Gentilly », construction d'un accès supplémentaire au sud, dont les travaux

de gros œuvre ont été réalisés du 2 février au 31 août.

- En gare de « Palaiseau-Villebon », construction d'un accès supplémentaire.
- Au nord de la gare de « La Croix de Berny », déviation provisoire de la ligne B et construction d'un nouveau passage inférieur pour le franchissement de la future autoroute A 86 au droit de l'actuelle RN 186, dont les travaux ont débuté le 27 juillet.
- Achèvement, le 18 août, de la deuxième phase de réalisation des installations techniques au PCC de Denfert-Rochereau.

## • Autobus

- Poursuite de la modernisation de l'atelier central : achèvement de la construction du bâtiment P le 1<sup>er</sup> avril ; démolition de l'ancien bâtiment R en juillet-août et démarrage de sa reconstruction le 26 octobre ; début d'aménagement du bâtiment S, le 17 avril, en site de production informatique.
- Mise en service partielle, le 1<sup>er</sup> octobre, du dépôt « Belliard », sur le site de Championnet, accompagnée de la fermeture du dépôt de Malesherbes.
- Mise en service, le 2 novembre, du terminal bus « Pont de Sèvres » réaménagé, avec une partie couverte de type « Prouvé » et un nouveau poste de commandement local.
- Poursuite de la construction d'un terminal bus RATP/APTR de type « Prouvé » en gare de « Garges-Sarcelles » sur la ligne SNCF de Paris-Nord à Creil (les travaux sont réalisés sous la maîtrise d'œuvre de la ville de Garges-lès-Gonesse).

2. Principales opérations d'amélioration de l'exploitation, de modernisation et de gros entretien effectuées en 1987.

## Investissements

Les autorisations de programme se sont en 1987 élevées à 2 470 millions de francs.

Les crédits de paiement ont atteint un montant de 2 515 millions de francs, répartis comme suit :

niement des installations de voie, de signalisation, des caténaires, de la commande centralisée et des équipements de télécommunications sur le tronçon « Châtelet-Les Halles/Gare du Nord » de la ligne B ; renforcement de l'alimentation en courant de traction au niveau du poste de redressement « Petites Écuries » ; installation d'un heurtoir à absorption d'énergie en extrémité de voie Z à Châtelet-Les Halles ; aménagement et habillage du quai 3 de cette gare avec installation de quatre escaliers fixes, de trois escaliers mécaniques et d'un monte-chARGE de liaison avec la salle des échanges.

## ATELIERS

### • Construction des ateliers de Bobigny (métro)

Les travaux comprenaient la construction d'un hall principal, d'un bâtiment en façade nord de ce hall regroupant des locaux techniques annexes et des locaux sociaux ainsi que d'un faisceau de voies raccordé à la ligne 5.

Parmi ces travaux, le gros œuvre des locaux annexes a été terminé le 15 avril, celui du hall principal le 15 juin et celui des locaux sociaux le 14 août. Les divers équipements des bâtiments étaient en fin d'année 1987 en voie de complet achèvement.

Les travaux de voies ont été réalisés du 22 avril au 11 décembre.

Ceux d'équipements électriques, de télécommunications et de signalisation ont débuté en septembre.

- 517 millions de francs (20,5 %) pour les extensions des réseaux, comprenant des opérations « lignes » et « ateliers » (voir encadré 1) ; ▼
- 882 millions de francs (35,1 %) pour le matériel roulant (voir tableau D), consacrés essentiellement aux livraisons de

matériel interconnexion et d'autobus standard restylés ;

- 1 116 millions de francs (44,4 %) pour l'amélioration de l'exploitation, la modernisation et le gros entretien (voir encadré 2). ▲

A mentionner également, pour mémoire, les travaux exécutés pour le compte de la SNCF (voir encadré 3). □

### • Agrandissement et modernisation des ateliers de Saint-Ouen (métro)

L'année 1987 a vu l'achèvement, le 25 juin, de la seconde phase des travaux d'agrandissement et de modernisation des ateliers avec notamment le remaniement du hall de stockage des bogies, effectué du 5 janvier au 30 avril.

La troisième phase, liée à l'achèvement de l'atelier de révision, ne démarrera qu'en août 1988.

### • Rénovation des ateliers de Vaugirard (métro)

Les travaux, phasés par bloc géographique, ont comporté essentiellement la réfection entière des sols, le comblement ou la démolition de certains ouvrages (tels que fosses de visite et cloisons) et leur reconstruction à d'autres emplacements, la réalisation de tout le génie civil pour l'installation de batteries de vérins de levage des véhicules, la création de caniveaux de nettoyage par aspiration, la réfection des ouvrages métalliques, la rénovation des locaux sociaux, la peinture complète de l'atelier, la remaniement des voies et des installations électriques ainsi que la réalisation d'équipements industriels.

L'ensemble des travaux du site de Vaugirard, à l'exception des divers équipements industriels qui se poursuivent en 1988, ont été remis à l'utilisateur le 15 décembre.

### • Extension des ateliers de Boissy-Saint-Léger (RER)

La mise en service de la seconde phase de

l'extension des ateliers de Boissy est intervenue le 24 mars après achèvement, le 21 mars, de deux voies nouvelles sur fosse permettant de disposer ainsi sur fosse de sept positions au total d'éléments MI84 de 104 m de long, avec passerelles et pont roulant en toiture.

Par ailleurs, deux petites opérations ont débuté en 1987 sur le même site : d'une part, l'aménagement de halls de stockage ; d'autre part, la création d'un vérin en fosse. La création des halls de stockage pour y centraliser le parc des pièces pour avaries exceptionnelles a débuté, le 16 novembre, par les travaux de bâtiment. La création d'un vérin en fosse au défilé, qui a pour objet de diminuer les immobilisations des véhicules en atelier, a débuté le 2 novembre.

### • Aménagement des ateliers de Massy-Palaiseau (RER)

Une première opération concernait l'achèvement de la réalisation du schéma directeur des ateliers. Il s'agissait de l'allongement de la voie ZT à 220 m pour permettre le retour de trains longs sans cisaillement de la voie 2. Les travaux correspondants ont été terminés le 16 juin.

Une seconde opération a pour objet le relogement de l'attachement de la voie. Il s'agit de surélever sur 16 m de longueur le bâtiment de la voie et des services des magasins, construit en 1980 lors des grands travaux de restructuration de la gare et des ateliers, ainsi que de prolonger ce même bâtiment de 26 m sur deux niveaux. Les travaux correspondants ont progressé tout au long de l'année.

## D. Matériel

Réseaux	Nombre de voitures au parc	
	Fin 1986	Fin 1987
MÉTRO		
• Matériel articulé rénové .....	100	100
• Matériel fer moderne MF 67 .....	1 483	1 483
• Matériel fer moderne MF 77 .....	983	983
• Matériels sur pneumatiques .....	926	926
TOTAL .....	3 492	3 492
RER		
• Matériel Z .....	68	0
• Matériel moderne MS 61 .....	381	381
• Matériel interconnexion MI 79 .....	276	276
• Matériel interconnexion MI 84 .....	180	232
TOTAL .....	905	889
AUTOBUS		
• Matériel standard .....	3 598	3 572
• Matériel articulé .....	255	255
• Matériel à petit gabarit .....	18	16
• Matériel à moteur arrière .....	104	111
• Minibus .....	21	24
TOTAL .....	3 996	3 978

## Autres activités

L'année 1987 a également été marquée par une forte activité d'études orientées vers le développement des réseaux ou menées dans le cadre du Programme de Recherche et de Développement Technologique des Transports Terrestres (PRDTTT), et par un certain nombre d'actions destinées à renforcer la qualité du service offert aux voyageurs, en particulier dans le domaine de l'information. Nous retiendrons :

## Développement des réseaux - Développement technologique

- Élaboration du schéma de principe du prolongement de la ligne A du RER à Euro-Disneyland avec extension des installations de garage et d'entretien de Torcy.
- Élaboration du schéma de principe de l'aménagement de la RN 306 en faveur des autobus.
- Poursuite des travaux de mise au point du Système d'Aide à la Conduite, à l'Exploitation et à la Maintenance (SACEM), l'effort ayant porté sur les logiciels de test des cartes sécuritaires.
- Définition des spécifications fonctionnelles schématiques d'une Automatisation Intégrale du Mouvement des Trains (AIMT) et engagement de réflexions sur les expérimentations à lancer à court terme.

- Faisabilité de l'implantation de portes palières sur des quais de stations en courbe.
- Préparation des essais en ligne d'un train prototype à essieux orientables.
- Préparation de l'expérimentation de nouvelles transmissions de puissance pour autobus urbain.

## Qualité du service offert - Information des voyageurs - Opérations commerciales

- Mise en place d'une nouvelle organisation du nettoyement des stations, en liaison avec la société COMATEC, améliorant la propreté des installations et offrant ainsi une meilleure image des réseaux.
- Expérimentation du système « Infostop » à deux points d'arrêt de la ligne d'autobus 58 dans le secteur de Montparnasse.
- Expérimentation, au terminal bus de Porte de Choisy, d'un dispositif d'affichage dynamique sur écrans vidéo d'informations relatives aux départs des véhicules.
- Réalisation d'animations diverses (retransmission en direct dans le métro et le RER des matches de tennis de Roland Garros et du tour de France cycliste...), de campagnes publicitaires ou comportementales (campagne « carte jaune », publicité comparative « 2<sup>e</sup> voiture », « arrêtez d'arrêter le bus », « le métro, c'est le sens des affaires » ...) et d'expositions culturelles (aménagement permanent des stations « Parmentier » - ligne 3 et « Pasteur » - ligne 6...).

\*\*

### • Ligne nouvelle TGV-Atlantique

Au début de l'année 1987, seuls les travaux de réfection de la plate-forme de la ligne B du RER et de remise en service des voies à leur ancien emplacement restaient à réaliser. Ils ont été terminés le 23 mai.

### • Correspondances avec la liaison VMI

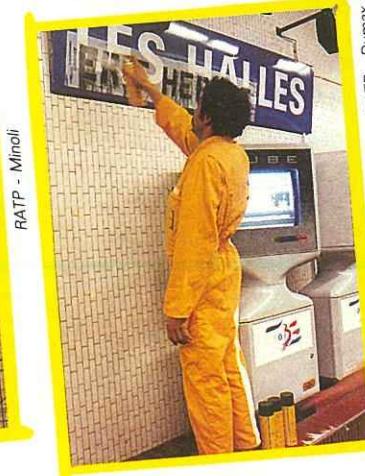
Se sont poursuivis en 1987 les travaux d'exécution (gros œuvre et second œuvre) des ouvrages de correspondance entre :

- la future gare VMI de « Pèreire-Levallois » et la station « Pèreire » de la ligne 3 du métro ;
- la future gare VMI de « Neuilly-Porte Maillot » et la station « Porte Maillot » de la ligne 1 du métro ainsi que le Palais des Congrès ;
- la future gare VMI de « Boulainvilliers » et la station « La Muette » de la ligne 9 du métro.

### • Correspondance avec la ligne C

La RATP est chargée de réaliser les ouvrages de correspondance situés entre la station « Bir Hakeim » de la ligne 6 du métro et les emprises SNCF matérialisées par le mur extérieur du mur existant dans la gare du « Champ de Mars » de la ligne C. Ces ouvrages comprennent un couloir de 52 m de longueur situé en majeure partie sous la voie publique et deux escaliers fixes. Les travaux de gros œuvre ont débuté le 9 janvier et ont été terminés le 23 septembre. Les travaux d'aménagement ont alors pu commencer.

### 3. Travaux exécutés pour le compte de la SNCF



RATP - Dumax

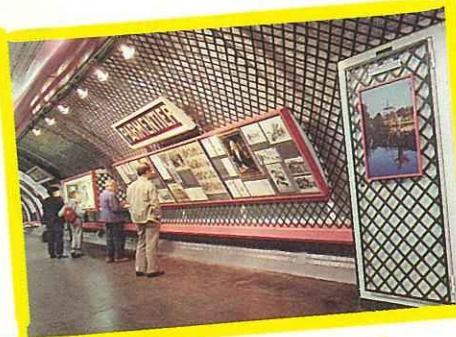


RATP - Minoli

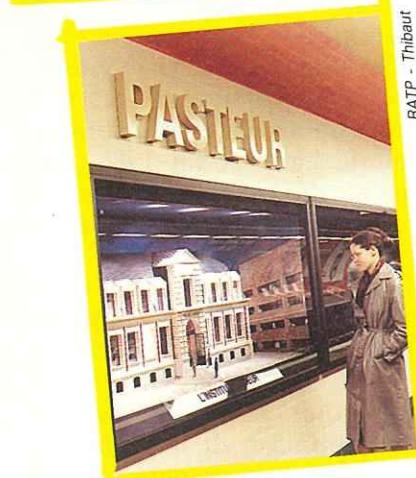
En matière de **coopération technique**, la RATP a en 1987 effectué plusieurs travaux pour le compte de sa filiale SOFRETU.

Citons sa participation à :

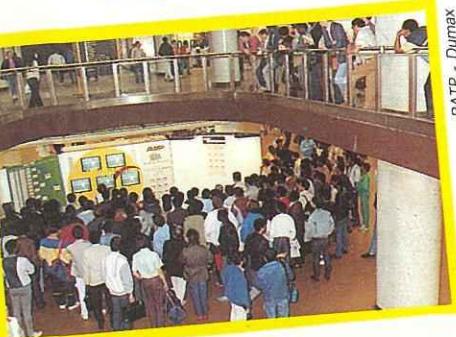
- l'étude de l'avant-projet détaillé et la maîtrise d'œuvre des travaux de la liaison nord-ouest, entre la place d'Iéna à Paris et Saint-Ouen, de la Compagnie Parisienne de Chaudrage Urbain (CPCU) ;
- l'étude de l'automatisation de la ligne D du métro de Lyon (projet « MAGGALY ») ;
- l'étude de l'avant-projet sommaire de la ligne A du VAL de Toulouse



RATP - Dumax



RATP - Thibaut



RATP - Dumax

et de l'avant-projet détaillé des lots d'infrastructures n°s 5 et 8 ;

- la construction de la ligne 1 bis et l'étude de l'avant-projet sommaire de la ligne 2 du métro de Lille ;
- la construction du tronçon central de la ligne régionale du métro du Caire qui a été inauguré le 1<sup>er</sup> octobre 1987 ;
- l'étude des avant-projets détaillés de réhabilitation et de modernisation de trois lignes de banlieue à Jakarta ;
- l'étude de l'avant-projet détaillé « variante fer » de la ligne 1 du métro d'Alger (phase 1) ainsi que de l'avant-projet sommaire de diverses variantes utilisant une plate-forme ferroviaire existante ;
- l'établissement des plans complets de génie civil d'un passage routier souterrain à huit files de circulation mis en service à Kaohsiung (Formose) sous les voies principales du chemin de fer ;
- des études diverses de projets pour les métros de Buenos Aires, Santiago, Athènes, Le Caire, Ankara, Téhéran, Pékin, Shanghai et Canton ;
- des études diverses de projets pour les systèmes VAL d'Orly et de Brescia ainsi que pour les tramways de Rouen et de Rennes ;
- la pose de la voie de l'extension des lignes 1 et 2 du métro de Caracas (la ligne 2 a été ouverte le 4 octobre 1987) ;
- la réception de matériels de voie pour les métros de Mexico et de Caracas ainsi que l'aide à la conception de la voie fer d'une nouvelle ligne de banlieue à Mexico ;
- la formation de cadres et de techniciens de la voie pour les métros de Pékin, Jakarta, Santiago, Marseille ainsi que pour le tramway de Nantes.

\*\*

Pour terminer nous rappellerons que l'exercice 1987 a aussi été celui du retrait de l'exploitation du



RATP - Chabrol

matériel Z, après cinquante ans de service, celui de l'essai fugitif, sur la ligne d'autobus 183, du Véhicule Routier de Grande Capacité (VRGC), dit encore



RATP - Ardillion

« Mégabus » et, enfin, à l'intérieur de l'entreprise, celui de la création de la Direction de l'action commerciale et de la communication (C) et du regroupement en un seul service RM (matériel roulant et activités industrielles) des activités des ex-services RA (atelier central) et RT (matériel roulant) du réseau routier. ■

# BILAN DES ACTIVITÉS DE RECI DE 1985

## Synthèse

A partir de 1960, et pendant deux décennies, la RATP a conduit une complète modernisation de son outil de production et une extension considérable de ses réseaux. Cette période de lancement de grands travaux s'est accompagnée d'un effort de recherche appliquée, essentiellement technique, stimulé par l'importance des programmes et la proximité des échéances.

A partir de 1980, ont été entrepris un effort d'ouverture et le lancement de réflexions à long terme à l'horizon 2000. Ainsi, les années 1983-1984 ont vu le démarrage de la démarche prospective, une ouverture sur les recherches non techniques et plus particulièrement sur les sciences sociales, un foisonnement de recherches exploratoires dans les différents secteurs d'activité de l'entreprise.

La période 1985-1987 a été marquée par le début d'un effort de structuration et de consolidation. En effet, dans une perspective d'efficacité et de rigueur économique, il est nécessaire d'opérer des choix et de restreindre le champ aux sujets qui, dans l'avenir, permettront une amélioration significative des performances de l'entreprise, et contribueront à la mise en œuvre de ses axes stratégiques principaux : « accorder la primauté aux voyageurs ; développer un comportement d'entreprise ; promouvoir le rôle des hommes ».

### Qu'en est-il des résultats ?

#### Une meilleure connaissance de l'environnement.

L'analyse de l'évolution de la répartition spatiale des activités, des modes de vie, de la demande de déplacement, permet de résister notre offre de transport et d'analyser les risques d'inadaptation. Les premiers résultats sont à l'origine de réflexions visant à repenser cette offre et la tarification associée.

#### Vers une nouvelle conception de l'offre de transport.

Les études novatrices dans le domaine des transports à capacité intermédiaire, tel ARAMIS, ou des systèmes hectométriques, tels TRAX ou SK, se sont concrétisées par des réalisations expérimentales satisfaisantes sur le plan technique. Si

l'application des deux premiers dans le contexte actuel s'avère difficile, le système SK paraît très prometteur. Par ailleurs, les avancées techniques réalisées dans le développement d'ARAMIS seront à la base des futurs automatismes des transports guidés.

Le projet franco-allemand de transport suburbain à moteur linéaire va permettre d'explorer le créneau des dessertes rapides entre pôles régionaux ou villes nouvelles, mais il ne s'agit là que d'une recherche exploratoire, et l'optimisation des moyens classiques reste la priorité.

Deux orientations nouvelles se dégagent : l'une concerne le réseau d'autobus et a pour but de réorganiser l'offre en banlieue autour d'un réseau de points, c'est-à-dire autour de pôles de transport insérés dans la vie urbaine locale ; l'autre concerne le métro et a pour objectif la mise en œuvre de l'automatisation intégrale du mouvement des trains sur une ligne nouvelle éventuelle et l'examen de l'opportunité d'une application de cette technique sur des lignes existantes.

#### De nouveaux moyens pour réaliser l'offre de transport.

Améliorer l'exploitation des réseaux était un premier objectif : le dispositif SACEM (Système d'Aide à la Conduite à l'Exploitation et à la Maintenance), basé sur une sécurité probabiliste, sera mis en service sur la ligne A fin 1988 ; ses principes sont d'ores et déjà retenus pour la ligne C de la SNCF, le projet MAGGALY de Lyon, POMA 2000 à Laon.

Les recherches ponctuelles sur le réseau d'autobus tels Chic Graphic (aide à la conception des horaires), le système d'aide à l'exploitation « léger » de la ligne 76, se terminent ; elles seront suivies par un projet global de SAEIV (Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information des Voyageurs) qui sera expérimenté, sur les lignes 26 et 29, selon une méthodologie originale fondée sur un « démonstrateur ».

Concevoir de nouveaux matériels était un deuxième objectif. Le programme d'autobus R 312 débouche sur la mise en exploitation des premiers autobus à Paris et en province et se poursuivra notamment par des recherches sur le groupe motopropulseur et sur des transmissions hydrostatiques susceptibles d'améliorer la gamme.

# RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT À 1987

Le programme Métro 2000 voit aboutir les recherches exploratoires par le lancement d'un appel d'offres pour un prototype de matériel (MF 88), basé sur une nouvelle architecture mécanique (essieux indépendants orientables, intercirculation) et une nouvelle architecture informatique.

## Une meilleure commercialisation de l'offre.

Instaurer de nouveaux rapports entre la RATP et sa clientèle en améliorant et en développant de façon cohérente le domaine de l'information et plus globalement celui de la qualité du service rendu aux voyageurs, tel est le but des recherches menées sur divers systèmes d'information destinés aux voyageurs (Situ, Télétel, Tube, Vidéoplans...) et sur la monétique.

## Assurer la pérennité du patrimoine : la maintenance.

Afin d'améliorer l'entretien du patrimoine dans un souci d'efficacité et de productivité, de nombreuses recherches exploratoires ont abouti d'une part à mieux diagnostiquer l'évolution des infrastructures et des matériels, d'autre part à alléger les programmes d'entretien préventif au profit d'un entretien prédictif. Toutefois, ces premiers résultats montrent la nécessité de réflexions plus fondamentales, et cette fonction est en pleine mutation au niveau des diagnostics, des méthodologies et des métiers.

## Éclairer par l'approche prospective.

Les réflexions prospectives permettent de prendre du recul par rapport aux conceptions actuelles et, ainsi, de penser autrement le développement et la vie d'un réseau de transport dans un environnement urbain en mutation profonde. Deux actions principales : le séminaire « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » et « Réseau 2000 » ont contribué à créer de nouveaux lieux de réflexion et d'échanges, à lancer des recherches-action telles « Station 2000 », « Fonction Commerciale Locale », des recherches spécifiques telles « Conception et acteurs du réseau », et à résituer les transports dans la cité de demain. La réflexion prospective ainsi conduite, en liaison étroite avec les responsables opérationnels, est une expérience originale qui contribue à faire évoluer la culture de l'entreprise vers plus d'ouverture et plus de souplesse dans l'examen des solutions nouvelles.

## *Au-delà de ces résultats, quelle perspective pour la recherche ?*

Cet effort de consolidation a été obtenu grâce à :

- des moyens sensiblement constants, représentant environ 0,8 % du chiffre d'affaires de la RATP ;
- une politique d'ouverture sur l'extérieur : universités et laboratoires de recherche, programme national de recherche et développement (PRDTT), autres réseaux de transport ;
- une démarche « systémique », c'est-à-dire s'efforçant d'inclure toutes les dimensions, économique, sociale, technique, sociétale et culturelle, dans l'examen des problèmes.

Il a contribué à la définition d'actions de changement et de projets d'entreprise à forts enjeux :

- les nouveaux matériels roulants, l'automatisation intégrale du mouvement des trains... ;
- l'organisation de l'offre : secteur pilote (Autrement bus), nouveau service en station... ;
- la monétique et la tarification ;
- l'information voyageurs et les services associés ;
- la mutation des activités d'entretien.

Les programmes à venir seront marqués par des changements d'orientation : de nouveaux projets ou de nouvelles actions se substitueront aux grands projets de recherche (R 312, SACEM, ARAMIS...) qui sont arrivés à leur terme. Ils devront être accompagnés d'un véritable management des ressources technologiques de façon à utiliser au mieux les ressources limitées, bien qu'importantes, que l'entreprise peut consacrer à ces activités, et à préparer l'entreprise à tirer le meilleur parti des menaces et des opportunités que recèlent le changement technologique et les évolutions de la société.

La recherche est une activité stratégique et vitale pour la RATP car elle prépare sa réponse aux évolutions sociétales et techniques, aux nouveaux besoins de transport et aux nouvelles attentes des voyageurs. Elle lui permet de conserver et d'accroître ses compétences de façon à jouer un rôle actif parmi les multiples partenaires qui contribuent à la génèse du produit transport. Enfin, elle favorise parmi son personnel une dynamique d'ouverture indispensable face à un environnement en évolution rapide et aléatoire.

## Introduction

A partir des années soixante et en deux décennies, la RATP a conduit une complète modernisation de son outil de production et une adaptation aux nouvelles attentes du public. Cette période de lancement de grands travaux, de définition de matériels modernes et de nouveaux équipements, s'est accompagnée d'un effort de recherche et développement stimulé par l'importance des programmes et la proximité des échéances.

Vers 1980, alors que certains programmes de modernisation touchaient à leur terme, les activités de recherche ont connu à la RATP un léger fléchissement. Une relance de la recherche autour de nouveaux objectifs et dans une perspective élargie devenait nécessaire : deux séminaires internes, tenus à Bellinglise en mai 1982 et à Cerisy-la-Salle en avril 1983, s'attachèrent à en définir les contours et les modalités organisationnelles ; parallèlement, la RATP prenait, avec l'ensemble des partenaires concernés, une part active au lancement d'un programme national de recherche dans les transports terrestres (le PRDTT). Au plan des moyens, un effort soutenu fut décidé. Au plan de la démarche, un quadruple objectif était fixé : mieux articuler recherche et stratégies de l'entreprise ; élargir le champ de la recherche, à dominante technique, aux domaines économique, social, organisationnel et humain ; faire que la recherche devienne une préoccupation de l'ensemble de l'entreprise ; pratiquer une politique d'ouverture.

Au cours des trois années écoulées, malgré des conditions économiques contraignantes, la RATP a maintenu son effort dans les perspectives ainsi définies.

Pour la RATP, la recherche est en effet une activité stratégique et vitale : elle prépare sa réponse aux évolutions sociétales et techniques, aux nouveaux besoins de transport et aux nouvelles attentes des voyageurs, elle lui permet de conserver et d'accroître ses compétences de façon à jouer un rôle actif parmi

les multiples partenaires qui contribuent à la génèse du produit transport, enfin elle favorise, parmi son personnel, une dynamique d'ouverture indispensable face à un environnement en évolution rapide et aléatoire.

Les enjeux dépassent d'ailleurs le cadre de la seule entreprise RATP : sur la scène internationale, dans un monde de plus en plus concurrentiel et où les échanges vont croissant, cette activité est primordiale pour permettre à SOFRETU, et plus largement à l'industrie nationale, de conserver leur rôle sur le marché de l'ingénierie et de l'exportation des produits industriels liés au transport.

Le présent bilan se propose de donner des éclairages sur les faits marquants qui ont caractérisé les activités de recherche et développement à la RATP en 1985, 1986 et 1987. Il n'est pas exhaustif. Il ne saurait l'être : la recherche à la RATP est, pour une large part, une activité diffuse au sein de services qui ont des missions opérationnelles ; les activités, les disciplines mises en œuvre, les modalités d'intervention, différentes d'un secteur à l'autre, sont trop diverses pour entrer aisément dans le cadre contraint d'un texte de synthèse.

Les actions présentées ont été classées, sans préjuger de leur importance, selon la répartition fonctionnelle suivante :

- connaissance de l'environnement,
- conception de l'offre de transport,
- réalisation de l'offre,
- commercialisation de l'offre,
- maintenance,

— gestion des ressources : techniques, informationnelles, économiques et humaines, et, *in fine*, se situent des actions de recherche plus fondamentales menées en amont de tout cela, dans le domaine de la prospective : séminaire « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » et « Réseau 2000 ».

Enfin, un aperçu est donné sur les démarches, l'organisation et les moyens mis en œuvre.

## Connaissance de l'environnement

### Connaissance des déplacements

Parmi les enquêtes sur l'environnement menées au cours des trois dernières années, citons les plus fondamentales :

- L'enquête sur les déplacements du samedi et du dimanche en région Ile-de-France, dont les résultats ont donné lieu à un rapport de synthèse en décembre 1986<sup>(1)</sup> décrivant pour la première fois les grands courants de déplacements de fin de semaine (par motif, mode, origine et destination). Celle-ci a été menée parallèlement à l'enquête globale de transport sur les déplacements des jours ouvrables en Ile-de-France, pilotée par la DRE (Direction Régionale de l'Équipement) avec le concours de la Direction régionale de l'INSEE.

- L'enquête de trafic sur le RER A et B menée en 1986 en liaison avec la SNCF et dont les résultats ont donné lieu à un rapport de



synthèse en août 1987<sup>(2)</sup> permettant de connaître la structure géographique et horaire des flux de trafic, les motifs de déplacement, les caractéristiques de la clientèle. Ces résultats permettront d'affiner le diagnostic sur les problèmes de surcharge que pose actuellement la ligne A en vue de définir les solutions à adopter. Un rapport contenant, entre autres, une analyse de la charge de la ligne A, telle qu'elle apparaît dans cette en-

quête, est prévu pour le premier semestre 1988.

Le croisement du constat de l'offre et de l'analyse de l'environnement permet non seulement d'apprécier les raisons qui ont conduit à la structure de l'offre actuelle, mais également de percevoir les risques d'inadaptation. A ce titre, la recherche menée en 1985 sur la polarisation de l'espace et les transports publics urbains en région parisienne<sup>(3)</sup> a contribué à élaborer le projet de nouvelle organisation de l'offre de transport de surface en banlieue dans un secteur pilote de la banlieue sud<sup>(4)</sup>.

Par ailleurs, la profonde modification de la demande transport et le changement progressif du type de développement de l'offre ont rendu souhaitable l'élaboration d'une nouvelle génération de modèles d'aide à la décision en matière d'analyse des comportements et de redéploiement de l'offre de transport. Cette génération de modèles, la troisième, s'appuiera sur les deux précédentes : — la première est celle des années 1970-1973 avec la création de la chaîne « modèle global » de type classique ; sa structure permet, entre autres, la prise en compte de l'aspect géographique des conséquences d'un développement de l'offre ; — la seconde, celle des années 1978-1981, avec le développement des modèles désagrégés ; ceux-ci sont mieux adaptés pour traiter des différents motifs des déplacements et des aspects qualitatifs de l'offre.

La conjugaison de ces deux familles de modèles devrait aboutir à un système de modèles répondant aux nouveaux objectifs de développement et de redéploiement de l'offre. Cette dernière recherche a été initialisée en 1987 ; l'étude de l'architecture du nouveau modèle dit « modèle secto-riel » et celle de son environnement (matériel et données) seront achevées début 1988. Les phases de réalisation et de mise au point seront menées au cours de l'année 1988.

## *Les transports en commun face aux autres modes de transport*

Une recherche en liaison avec le CREDOC (Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie) sur l'usage de l'automobile par les habitants de l'Ile-de-France en rapport avec l'accessibilité des transports en commun et son évolution entre 1976 et 1983 s'est traduite par un rapport édité par le CREDOC<sup>(5)</sup>.

## *Modes de transport et environnement : quelles interactions ?*

Deux études ont été menées sous l'égide de laboratoires universitaires par des étudiants de troisième cycle. La première porte sur la perception du réseau de surface parisien et l'impact de ses aménagements sur l'urbain ainsi que sur la pratique quotidienne de la ville<sup>(6)</sup>. La seconde<sup>(7)</sup> traite, à travers le projet de tramway Saint-Denis-Bobigny, des effets conjugués d'un site propre et d'un mode nouveau sur les espaces géographiques traversés ; la première partie du projet se compose d'une étude historique, d'interviews des parties prenantes (élus, commerçants, riverains, RATP, etc.) afin d'appréhender leur perception du tram-

(1) Enquête globale 1983 sur les déplacements de « fin de semaine » en région Ile-de-France des habitants de l'agglomération parisienne : résultats de l'enquête - J. Dreyfus, J. Regnard (RATP) - décembre 1986.

(2) Enquête de trafic sur le RER A et B - Mmes Tauzin, Gillet, Schuhmacher (RATP) et Pettelat (SNCF) - août 1987.

(3) Polarisation de l'espace et transport public urbain - Mémoire de DEA - E. Tardivel (ENPC) - juin 1985.

(4) Pour un renouveau de l'autobus de banlieue - Rapport RATP - mai 1986.

(5) Concurrence et complémentarité entre l'automobile et les transports en commun en Ile-de-France - J.L. Madre - Collection des rapports CREDOC n° 20, août 1987

(6) Autobus et territorialité : de la perception à l'aménagement du réseau de surface des transports parisiens - Rapport de DEA Géographie et Aménagement (université de Paris I) - A. Larain - mai 1987.

(7) Contrat avec le Centre de Recherches et d'Études sur Paris et l'Ile-de-France (CREPIF), laboratoire rattaché à l'université de Paris IV.

way, du site propre, du rôle des rocades de transport en commun, et d'une analyse comparative d'opérations de même type en France (Nantes et Grenoble).

Par ailleurs, la collaboration avec l'IAURIF (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France) a permis d'adapter le système SEUIL (Système d'Exploitation pour l'Urbanisme d'Informations Localisées), en cours de développement à l'IAURIF, aux besoins des études de la RATP, notamment celles concernant le développement ou la restructuration de réseaux : ce système fournit de manière automatique, et à un niveau plus fin que l'ilot, la représentation cartographique du mode d'occupation du sol et de la répartition de la population et des logements en Ile-de-France ; il offre aussi la possibilité d'une interrogation et d'un traitement statistique de ces données suivant le découpage nécessaire pour les études de transport.

## *Modes de transport et tarification*

Afin d'actualiser et d'affiner les informations concernant le domaine tarifaire, la RATP et la SNCF ont confié à la SOFRES une enquête auprès de 4 500 voyageurs représentatifs de la clientèle des transports en commun résidant en région parisienne. Des facteurs, tels que les modes utilisés, les complémentarités transports en commun/voitures particulières, les lieux de résidence, l'âge..., ont été croisés avec l'utilisation des différents types de titres de transport.

Une pré-enquête, en octobre 1985, a permis de mieux préciser l'importance et la structure actuelle de la population à interroger ; l'enquête proprement dite s'est déroulée de novembre 1985 à janvier 1986 ; les résultats font l'objet d'un rapport paru en octobre 1987.

Cette connaissance de l'environnement est complétée par des recherches plus fondamentales qui font l'objet du chapitre « Prospective ».

# Conception de l'offre de transport

## *De nouvelles organisations pour une offre de transport mieux adaptée*

### **Une nouvelle organisation de l'offre de transport de surface en banlieue.**

Devant l'évolution de la répartition spatiale des activités, des modes de vie et de l'organisation institutionnelle, il est apparu souhaitable d'expérimenter une nouvelle structuration des dessertes en banlieue<sup>(4)</sup>, qui repose sur une double préoccupation :

- assurer la desserte des diverses parties de l'agglomération parisienne par un réseau cohérent (l'offre proposée doit permettre des liaisons commodes entre les différentes parties de l'agglomération et s'adapter à la logique du développement spatial de l'urbanisation et de l'économie régionales) ;
- privilégier la vision du voyageur (le réseau doit être facilement compris par l'usager et offrir un service plus attractif en termes d'amplitude, de fréquence, de vitesse et de régularité).

Cette nouvelle structuration des dessertes en banlieue s'articule autour de trois axes :

- bâtir un réseau de points, c'est-à-dire un réseau organisé autour de pôles de transport qui soient aussi, de préférence, des pôles d'aménagement choisis parmi les principaux centres d'habitat ou d'emplois ; ils se situeraient à l'intersection d'axes lourds radiaux ou de rocades, et autour de noeuds d'échange bus-bus aménagés pour être perçus comme de véritables stations de correspondance entre lignes d'autobus ;
- structurer l'offre par niveaux de desserte :
  - la desserte interopolaire à caractère régional, reliant entre eux les principaux pôles et véritable ossature de la région,
  - la desserte sectorielle, assurant la desserte interne d'un vaste secteur et le rabattement sur la desserte régionale,
  - la desserte locale et spécifique, pour les liaisons internes aux communes ou l'accès à des équipements certains jours, à certaines heures ;
- coordonner les niveaux de desserte entre eux : cette coordination se réalise aux différents pôles constitutifs du réseau et implique une meilleure intégration des différents modes et des transports à la ville.

— la desserte sectorielle, assurant la desserte interne d'un vaste secteur et le rabattement sur la desserte régionale,

— la desserte locale et spécifique, pour les liaisons internes aux communes ou l'accès à des équipements certains jours, à certaines heures ;

● coordonner les niveaux de desserte entre eux : cette coordination se réalise aux différents pôles constitutifs du réseau et implique une meilleure intégration des différents modes et des transports à la ville.

Cette recherche, menée conjointement avec une autre recherche sur le développement de l'activité commerciale locale du réseau d'autobus, a abouti à un projet d'application appelé « secteur pi-

ploitations sans conducteur, aussi bien en France (Lille depuis 1983, Lyon pour 1990), qu'à l'étranger (Vancouver, Japon...). Toutefois, contrairement à la plupart des applications actuellement réalisées, le passage à l'AIMT s'appliquerait, à Paris, à un réseau existant important, ce qui supposerait, outre une réorganisation de l'exploitation et de la maintenance, l'organisation d'une transition sur des lignes en exploitation. Cette mutation nécessairement liée à la politique de renouvellement des matériels roulants s'effectuerait donc sur plusieurs décennies.

## *Nouveaux systèmes de transport*

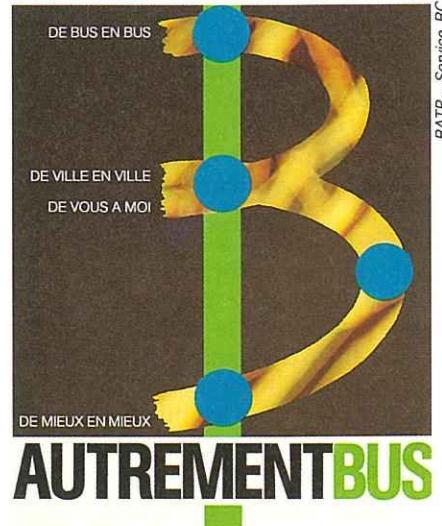
### **Les systèmes de capacité intermédiaire.**

#### **ARAMIS**

ARAMIS est un système de transport en site propre, entièrement automatisé avec des véhicules composés de deux voitures de faible gabarit, sur pneumatiques, accouplées mécaniquement pour former un doublet. Ces doublets sont autonomes du point de vue de la traction et leur capacité est de deux fois dix places assises.

La circulation des doublets s'effectue en rames, les doublets d'une rame se suivant à 30 cm environ sans attelage mécanique (attelage immatériel ou accouplement électronique) ; la desserte est omnibus, la mission des doublets est préaffectée par le système : les rames sont déformables et permettent de réaliser un réseau à branches (extraction et regroupement des doublets aux aiguillages).

La mise en œuvre du Centre d'Expérimentation Technique (CET) du système de transport ARAMIS, décidée en juillet 1984, s'est effectuée dans le cadre d'un protocole liant le Ministère des transports (Direction des Transports Terrestres), la Région Ile-de-France, la société Matra — concepteur de système et maître d'œuvre — et la RATP — maître d'ouvrage délégué —.



lote » ou « Autrement bus » en banlieue sud, projet dont le contenu a été mis au point au cours de l'année 1987 et dont la réalisation est entreprise en 1988.

### **L'AIMT (Automatisation Intégrale du Mouvement des Trains) : vers une nouvelle organisation de l'exploitation des lignes du métro.**

Dans une perspective à long terme, l'automatisation des lignes de métro nouvelles et existantes est un thème de recherche émergent, compte tenu de l'évolution actuelle des métros vers des ex-

L'objectif initial du CET<sup>(8)</sup> était de vérifier la faisabilité du système, de définir ses performances, les modes d'exploitation et d'entretien, ainsi que les coûts de réalisation des équipements et de qualifier le système de transport en version prototype et industrialisable.

Les infrastructures du Centre d'Expérimentation Technique ont été opérationnelles au printemps 1986, les véhicules et les systèmes de commande de leur mouvement ont été progressivement mis en place, intégrés (c'est-à-dire munis de l'ensemble de leurs équipements) et essayés. Les cinq doublets ont été livrés, mais seuls les trois premiers ont été complètement intégrés pour circuler en mode automatique.

L'examen de la situation du projet au milieu de l'année 1987 a montré que les développements techniques se poursuivaient sans écueil majeur mais qu'un glissement de délais, générateur de surcoûts pour le maître d'œuvre, se manifestait (7 mois en juin 1987). Par ailleurs, les perspectives d'application à moyen terme s'amenuisaient, aucun financement n'étant dégagé pour les deux projets de lignes les plus porteurs, petite ceinture sud de Paris, desserte de Montpellier. Dans ces conditions, à la demande de Matra-Transport, un compromis a été trouvé pour limiter les dépenses supplémentaires. Le programme a été arrêté au 30 novembre 1987 après démonstration de la marche en rame de trois doublets, et des rendez-vous des doublets.

Une estimation des prix de série, compte tenu de cette phase prototype, confirme à peu de choses près les coûts affichés initialement. La documentation a été mise à jour pour bien répertorier le niveau technique atteint.

Il manque donc à cette expérimentation les mises au point finales, les tests de fiabilité et d'endurance nécessaires avant de passer à l'industrialisation, mais inutiles dans une perspective d'exploitation lointaine, où de nouvelles technologies seront dis-

ponibles. Cependant, un certain nombre d'avancées techniques ont été acquises, notamment :

- les moteurs à réductance variable — moteur-roues à faible constante de temps, grâce à la commutation électronique — dont c'est une première démonstration d'utilisation réelle ;
- les liaisons hyperfréquences et ultrasons entre doublets, qui pourront trouver des applications dans la réduction des liaisons filaires entre voitures de trains ou métro ;
- l'aiguillage embarqué ;
- le système d'espacement à canton mobile déformable qui sera appliquée sur la ligne D de Lyon ;
- la structure informatique à plusieurs processeurs ;
- et, enfin, la marche en rame de petits véhicules avec accouplement immatériel, innovation fondamentale qui, si elle était appliquée à des matériels plus lourds, pourrait apporter un changement important à l'exploitation des lignes de métros (formation des rames, manœuvres en terminus...) : mais il s'agit là d'une perspective encore lointaine.

### Système de transport suburbain à moteur linéaire

Dans le cadre d'un accord signé en 1986, un groupement d'industriels allemands et français, dont Thyssen-Henschel et Matra sont respectivement chefs de file, s'est fixé un programme de recherche auquel sont associés l'INRETS (Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité) et la RATP, et qui à terme pourrait aboutir à l'élaboration d'un cahier des charges pour un pro-

gramme unique de développement d'un système de transport suburbain à moteur linéaire.

Dans une première étape de 18 mois, il s'agit d'évaluer le système le mieux adapté à un transport suburbain rapide (de l'ordre de 150 km/h) avec un matériel pouvant s'insérer dans un environnement sinueux (rayon de 30 m), de capacité réduite (2 véhicules d'environ 12 m, couplés), mais avec une fréquence de desserte élevée. Pour cela, a été entreprise une comparaison technico-économique entre un système à sustentation magnétique proposé par les partenaires allemands et un système à roues orientées magnétiquement proposé par l'INRETS, avec le même moteur linéaire en U développé par la société française Celduc<sup>(9)</sup>. Dans ce cadre, l'INRETS et la RATP ont réalisé des essais de faisabilité d'un essieu orienté magnétiquement sur la grande roue d'essais de Grenoble.

### Les systèmes hectométriques.

#### Le TRAX

Le TRAX (invention RATP-P. Patin) est un transport hectométrique continu qui, par déformation des mailles entraînant les plaques du plancher, permet de réaliser un trottoir roulant rapide dont la vitesse maximale est de 10 à 12 km/h avec une vitesse réduite à l'entrée et à la sortie. Il a fait l'objet de perfectionnements techniques qui ont permis d'aboutir à son homologation en usine<sup>(10)</sup>.

L'installation d'essai de 120 m, située à Nantes aux établissements d'Alsthom (ACB), avait fait l'objet, dans le cadre d'un programme franco-américain financé par l'UMTA, d'essais avec passagers en 1983 qui ont validé l'aptitude au transport de personnes en toute sécurité de ce système. Ensuite, après des essais d'endurance jugés insuffisants en 1984, des études complémentaires menées en 1985, et la mise en œuvre en 1986 des solutions trouvées, de nouveaux essais d'endurance ont eu lieu fin 1986. Ils ont donné satisfaction puisqu'un taux moyen de disponibilité de près de 98 % a

(8) Communications au colloque AFCET-PRDTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Le système Aramis » - A. Sniter (RATP) et M. Saloin (Matra). « Le moteur à réductance variable ARAMIS » - J.-L. Cibot (RATP) et D. Minesi (Matra).

(9) Communication au colloque AFCET-PRDTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Moteur linéaire et sustentation magnétique » - P. Griffé (RATP), J.-P. Pascal (INRETS) et B. Jamet (Matra).

(10) Communication au colloque AFCET-PRDTT « Transports guidés » (Paris - Février 1987) : « Le trottoir roulant accéléré TRAX » - J. Plagne (RATP), P. Patin, J.-F. Rogel et J.-E. le Soudeur (Alsthom-ACB).

été obtenu sur un fonctionnement continu de 1 300 heures (déduction faite des incidents ayant pour cause une partie du système non mise à niveau).

Cependant, en raison du fort coût d'investissement que représenterait l'équipement d'une liaison avec un TRAX, et de son coût élevé d'exploitation et de maintenance, il a été décidé d'abandonner le projet d'équipement du couloir de correspondance métro-RER ligne C à Invalides. Il n'est donc pas prévu aujourd'hui d'application opérationnelle du TRAX, malgré l'intérêt porté par les USA et le Japon à cette invention originale.

#### *Le système SK*



Deux systèmes SK ont été mis en service, l'un en avril 1986 au Parc des Expositions de Paris-Nord à Villepinte, l'autre en mai 1986 à Vancouver (Canada) pour la desserte du pavillon de la France à EXPO 86. Cette dernière installation a transporté en six mois 3 millions de voyageurs avec une disponibilité de 98 %.

Le comité de développement a procédé à un premier bilan fonctionnel et technique de l'expérience de Villepinte : la disponibilité du système est de 99,5 %. Par ailleurs, il a engagé des enquêtes auprès des utilisateurs qui ont montré leur satisfaction tant pour sa conception que pour le service rendu.

Ce système, avec une capacité actuelle de l'ordre de 3 000 à 4 000 voyageurs par heure et par sens, paraît être l'un des plus compétitifs sur le marché pour des distances de 500 à 2 000 mètres. Aussi, plusieurs sites ont été retenus pour une étude de coûts d'investissement et de fonctionnement : entre la gare de Lyon et la gare d'Austerlitz — dans le cadre de la réalisation du pont Genty —, à Noisy-le-Grand — pour la desserte d'un nouvel ensemble de bureaux en liaison avec le RER —, à Créteil — alternative au prolongement de métro — et sur le site de Montparnasse.

#### *Autres systèmes*

Par ailleurs, la RATP a continué à suivre l'évolution du système Delta V, développé par Brissonneau et Lotz Marine à Nantes, ainsi que celle de POMA 2000 développé par Pomagalski, dont l'installation est en cours à Laon.

## **Réalisation de l'offre de transport**

### *L'exploitation*

**SACEM (Système d'Aide à la Conduite, à l'Exploitation et à la Maintenance).<sup>(12)</sup>**

L'accroissement de trafic sur la

ligne A, suite au développement des villes nouvelles et à l'interconnexion de la ligne B avec les lignes SNCF, a amené la RATP à rechercher les moyens d'augmenter sa capacité de transport. Le dispositif SACEM a été choisi afin de permettre, en sécurité, une réduction de l'intervalle des trains de 2 minutes 30 secondes à 2 minutes, et donc une augmentation de la capacité de transport de 20 à 25 % en passant de 24 trains à 28 trains, puis à 30 trains à l'heure de pointe.

#### *Le prototype SACEM*

L'étude, la réalisation et les essais du prototype ont été lancés conjointement par la RATP et la SNCF au printemps 1982 à l'issue d'un certain nombre d'études préliminaires. Une base d'essai aménagée à l'extrémité est de la ligne A, au voisinage de Torcy, a été utilisée entre 1985 et 1986 ; les essais se sont ensuite poursuivis en utilisant en partie des matériels et installations de présérie puis de série destinés à équiper le tronçon central de la ligne A.

Après les premières expérimentations, un choix motivé a fait opter pour une solution technique à un seul microprocesseur travaillant sur des variables et informations codées (monoprocesseur codé) présentant, par rapport à une solution à deux microprocesseurs se contrôlant mutuellement en permanence, l'avantage d'être relativement indépendante du support informatique utilisé.

Le système proprement dit est modulaire, en particulier sur le plan fonctionnel. En ce qui concerne la ligne A, il s'agit d'un contrôle continu de la vitesse, assorti d'une signalisation en cabine et d'une annulation des signaux latéraux à l'approche lorsque le système est en bon état de fonctionnement.

La base d'essai a permis de montrer que le SACEM pouvait être mis en place sur différents types de matériel roulant et que l'intervalle entre trains pouvait effectivement être réduit (utilisation d'un train cible simulé).

Le système SK<sup>(11)</sup> est un transport hectométrique automatique à voie active, de caractère semi-continu. Il comprend des cabines, non motorisées, roulant sur deux rails. Ces cabines sont entraînées en station par des bandes transporteuses et, en interstation, à l'aide d'une pince, par un câble sans fin. Ce système est développé par l'inventeur, M. de Kermadec, et par la société Soulé. La RATP a été associée à ce développement auquel elle a fourni un concours technique, et elle a été chargée d'animer le comité de développement institué par les pouvoirs publics.

Des essais d'asservissement destinés à préparer d'autres applications de type pilotage automatique ont également été effectués.

## L'atelier de qualification de logiciels

Amorcée en 1984, la recherche de méthodes et d'outils de validation des logiciels qui assurent des fonctions de sécurité s'est poursuivie en 1985 car il est très vite apparu que, dans ce domaine de la sécurité des logiciels, si grands soient les efforts faits par les constructeurs, la sûreté en exploitation du SACEM ne serait acquise qu'à la condition de recourir à un double contrôle comme il était de règle en sécurité intrinsèque.

La RATP a donc décidé de construire son propre atelier de qualification de logiciels avec comme objectifs :

- le contrôle de la qualité du logiciel ;
- la validation des spécifications fonctionnelles ;
- la vérification du respect de celles-ci par le logiciel proposé dans des configurations normales et anormales, réalistes ou irréalistes.

Sur ces bases, avec le concours d'entreprises spécialisées, a débuté en 1986 l'édition de l'atelier de qualification de logiciels autour d'un calculateur VAX ; six outils essentiels le constituent :

- les outils de métrique logicielle ;
- le poste de modélisation ;
- le poste de génération ;
- le poste de transformation ;
- le simulateur d'environnement ;
- l'outil d'Informatisation de la Détection d'Anomalies (IDA).

Sa réalisation a été soutenue par le Ministère de la recherche dans le cadre du thème « Transports guidés » du PRDTTT. Limité actuellement aux applications utilisant un microprocesseur 16 bits (68000 Motorola), il recevra dans un avenir proche les adaptations nécessaires pour traiter les applications similaires au SACEM qui feront appel à un microprocesseur 32 bits (68020 Motorola).

## Etat de l'application à la fin de 1987 et perspectives

A la fin de l'année 1987, la majeure partie des installations définitives de la ligne A sont en place ; toutefois, la mise en service est prévue au second semestre 1988 car la mise au point du système et la validation des logiciels se sont avérées plus délicates que prévu.

## Les systèmes d'aide à l'exploitation au réseau d'autobus.

Contrairement à l'approche engagée par de nombreux réseaux de province conduisant à des systèmes complexes à objectifs multiples, la RATP a d'abord orienté son effort vers la mise en œuvre de dispositifs ponctuels visant à résoudre chacun un problème particulier. Ainsi, l'important effort de recherche qui avait été développé au cours des précédentes années pour améliorer la préparation des tableaux de marche des lignes d'autobus s'est poursuivi : le système SEHPIA, qui permet une meilleure connaissance des temps de parcours, est devenu opérationnel ; des systèmes pour mieux évaluer « le serpent de charge » ont été testés ; l'effort pour définir sur des bases rationnelles les principaux paramètres de l'horaire s'est traduit notamment dans une recherche sur le nombre optimal de tableaux de marche sur une ligne d'autobus ; des outils informatiques d'aide à la conception des horaires (Chic Graphic) et à l'habillage des horaires (Chic Service) ont été améliorés ou développés. Enfin, plus ambitieux dans ses objectifs, le projet d'un nouveau Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information Voyageurs (SAEIV)

a été défini et un système expérimental est en cours de réalisation sur les lignes 26 et 29.

### Le serpent de charge

Un système autonome à microprocesseur a été étudié et réalisé sur deux autobus SC 10 U, pour la saisie, le stockage et la restitution de données d'exploitation. La charge en voyageurs de l'autobus était estimée à partir d'une mesure de contrainte d'éléments de la suspension du véhicule. Les indications des marches sensibles et de barrières lumineuses, jointes à la charge et à un dispositif odométrique avec recalage assurant la localisation du véhicule, permettaient, en fin de chaîne, de connaître la charge et les mouvements de voyageurs le long du trajet. Les expérimentations ont eu lieu sur la ligne 47.

Deux systèmes de comptage de voyageurs par pesée ont été testés, basés : l'un, sur la mesure en continu lors du roulage, à l'aide de capteurs à jauge de contrainte à résistance ; l'autre, sur la mesure ponctuelle à la fermeture des portes à l'aide de capteurs à lame vibrante. Il en ressort que le premier évalue correctement la charge à + 4 voyageurs dans 95 % des cas, le second à + 9 voyageurs dans 95 % des cas. Néanmoins, le premier système est deux fois plus coûteux que le second.

Si la précision de la mesure est un élément déterminant pour l'établissement du serpent de charge, les recherches s'orientent désormais vers des systèmes moins précis (mesure de la pression dans les coussins de suspension pneumatique des véhicules) suffisant dans le cadre d'une utilisation en temps réel pour les besoins d'exploitation.

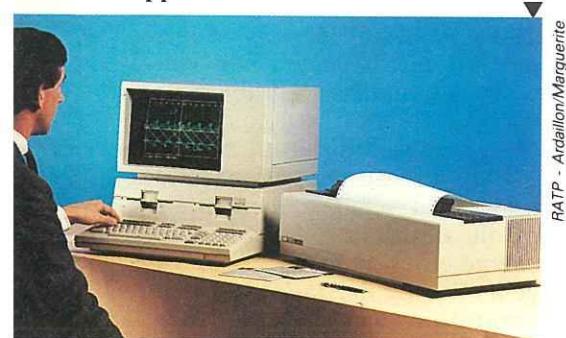
### Chic Graphic et Chic Service

Après avoir développé, mis en expérimentation et validé un logiciel d'aide à la conception des horaires de lignes d'autobus — Chic Graphic — réalisé sur micro-ordinateur, la RATP a implanté, fin 1986, ce système interactif dans quinze de ses dépôts d'autobus et assuré la formation des concep-

(11) Communication au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Le système SK de transport à courte distance » - Ph. Bibal (RATP), Y. de Kermadec et G. Thomas (Soulé).

(12) Communications au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Le Sacem » - C. Galivel (RATP) et B. Rambaud (Jeumont-Schneider) + « Atelier de qualification de logiciels » - C. Hennebert (RATP) et R. Troy (Verilog).

teurs d'horaires concernés. L'ensemble des dépôts sera équipé début 1988. Les réseaux de Marseille, Strasbourg et Metz ont acheté le droit d'utilisation de ce logiciel. Pour le réseau de Grenoble, déjà utilisateur de Chic Graphic, un logiciel d'interface entre Chic Graphic et son système d'aide à l'exploitation a été développé.



Une maquette de logiciel d'aide à l'habillage des horaires — Chic Service — a été réalisée en 1986, avant d'être expérimentée auprès des « habilleurs » du réseau d'autobus. L'expérimentation ayant donné de très bons résultats, l'extension de ce produit a été décidée ; elle se termine fin 1988.

#### *Le SAEIV*

Dans le cadre des études menées sur les outils d'aide à l'exploitation, la RATP a développé sur la ligne 76, un prototype de SAE « léger » qui intègre un dispositif de localisation ponctuelle des autobus<sup>(13)</sup>.

Outre les objectifs de visualisation spatiale et temporelle des autobus pour le régulateur en certains points de la ligne, ce prototype a un objectif de régulation « par anticipation ». Il s'agit de prendre en compte par anticipation les retards prévisibles en terminus, de manière à agir au plus tôt sur le risque de perturbation.

Si les premiers éléments d'évaluation du système montrent ses limites d'application en des périodes où l'exploitation est très perturbée et très irrégulière, un gain de régularité est cependant effectif lors de périodes moyennement perturbées.

A partir de cette expérience, a

été entreprise la conception d'une expérimentation de SAEIV qui devrait être mise en place sur deux lignes d'autobus (26 et 29) à partir de 1988. Les fonctions retenues pour le système sont :

- pour l'aide à l'exploitation (SAE) : recueillir et traiter des données sur les temps de parcours, adapter le tableau de marche prévu en temps différé et en temps réel, commander le mouvement des autobus selon les tableaux de marche prévus ou adaptés par la régulation au terminus et en ligne ;
- pour l'information des voyageurs (SIV) : informer les voyageurs aux points d'arrêt sur le prochain autobus et sur le temps d'attente.

Ces fonctions seront réalisées par l'intégration d'un ensemble de systèmes installés sur le matériel roulant, aux points d'arrêt, aux PCL (Postes de Commandement Locaux) et aux terminus selon une architecture décentralisée et présentant un maximum de modularité.

## *Les matériaux*

### **Conception et organisation des éléments constitutifs des matériaux du métro.**

Devant l'échéance du renouvellement d'une partie du matériel roulant métro vers les années 1990-2000, la RATP a lancé une série de recherches visant à redéfinir ce que devrait être le train futur qui équiperait le réseau. À partir de réflexions et recherches exploratoires conduites de 1979 à 1984, trois thèmes nouveaux ont été dégagés :

- l'architecture mécanique des trains ;
- l'architecture informatique des trains ;
- l'adaptation à la commande automatique du mouvement des trains.

En outre, l'effort de recherche dans le domaine des transmissions et de la motorisation a été poursuivi.

Les résultats de ces travaux sont

à la base de la définition des futurs prototypes MF 88 (matériel fer) et MP 89 (matériel pneu) et des réflexions sur le projet d'AIMT sur une petite ligne du réseau.

#### **L'architecture mécanique des trains<sup>(14)</sup>**

Les recherches entreprises depuis 1980 ont montré la faisabilité de trains constitués de caisses à essieux orientables à roues indépendantes, reliées par une intercirculation complète : les essieux orientables permettent d'améliorer le contact rail-roue par une meilleure inscription dans les courbes, les roues indépendantes suppriment les glissements, enfin l'intercirculation constitue une amélioration par l'agrandissement de l'espace disponible et diminue le sentiment d'insécurité grâce à la continuité spatiale du train.



Un prototype à trois caisses — appelé « Métro BOA » — a été conçu par les services d'études de la RATP et fabriqué en 1984 par les ateliers de Vaugirard. Au cours des deux premières années, le prototype a été largement testé et a donné un éclairage pour la définition des matériaux futurs.

En complément de cette étude, une recherche relative à l'allégement des structures de caisses et des bogies par l'utilisation de matériaux composites et d'alliages légers est en cours<sup>(15)</sup>.

L'ensemble de ces études a bénéficié du soutien du Ministère des transports dans le cadre du PRDTTT.

Enfin, restant encore dans le domaine de l'expérimentation, de nouveaux systèmes de portes à

commande électrique et de freins indépendants de l'énergie pneumatique, ont été testés.

## Architecture informatique des trains<sup>(16)</sup>

Un programme de recherche a pour but de mieux organiser l'architecture informatique des trains en ce qui concerne le matériel, les logiciels et le réseau d'échange des données à bord du train. Le programme d'expérimentation de l'organisation du train, ainsi que le maquettage pour une simulation en laboratoire, sont en cours d'élaboration sur la base du recensement des informations fonctionnelles échangées entre les différents équipements du train et d'une proposition d'architecture d'un réseau de données qui permet une première orientation. Le choix définitif du réseau interviendra au cours de l'année 1988.

Des essais de validation d'un système à fibres optiques pour transmettre des informations sur le matériel roulant se déroulent actuellement.

Pour la mesure de vitesse à bord des trains, des études de conception de sécurité d'un cinémomètre à effet Doppler sont développées en liaison avec la SNCF et le CRESTA, département de l'INRETS situé à Lille.

## L'adaptation à la commande automatique du mouvement des trains

La commande automatique intégrale du train ne peut se faire sans modifications importantes de la conception du matériel roulant. A côté des réflexions systémiques qui devront être menées dans le cadre de l'automatisation intégrale, un effort de réflexion amont vise à redéfinir les fonctions du train, adapter l'architecture informatique, définir des spécifications techniques pour les composants spécifiques à l'automatisation, redéfinir les circuits de commande et de contrôle. Cette recherche a débuté en 1986 et se prolongera jusqu'en 1988.

## Transmission et motorisation

● **Traction asynchrone** : les essais de trois motrices prototypes à tra-

ction asynchrone se sont poursuivis en exploitation. Ils ont permis d'acquérir une bonne expérience de ce mode de propulsion et, entre autres, de définir les protections contre les fréquences parasites.

● **Nouveaux types de motorisations électriques** : le projet ARAMIS a permis de faire une évaluation de ce que l'on peut attendre d'un moteur à réluctance variable et du comportement d'un système à moteur-roue.

● **Transmission hydrostatique** : un programme de recherche coordonné entre le réseau routier et le réseau ferré a permis le développement en liaison avec la société CCM-Sulzer d'un moteur-roue hydrostatique à cylindrée variable. Après une phase d'essai, ce moteur a été installé fin 1987 sur un train du réseau ferré et sera expérimenté en vraie grandeur en 1988.<sup>(17)</sup>

## Conception et organisation des matériels du réseau routier.

### La gamme d'autobus R 312

Au cours de ces trois dernières années, la RATP a continué à apporter une forte participation au développement de l'autobus standard R 312 par Renault-Véhicules Industriels, particulièrement dans les domaines de l'exploitation et de la maintenance.

Les véhicules probatoires, au nombre de 9, destinés à la RATP et à différentes villes de province (Toulouse, Lyon, Strasbourg, An-

goulême, Le Havre, Marseille) ont été assemblés à l'atelier central de la RATP. Deux ont été en exploitation à Paris, respectivement depuis mars 1985 et février 1986, sur les lignes 21 et PC.

La commercialisation du premier élément de cette nouvelle gamme d'autobus est intervenue fin 1987, après la réalisation des opérations d'industrialisation et de fabrication d'une avant-série de quelques véhicules.



RATP - Minoli



RATP - Minoli

Dans le cadre de l'effort entrepris pour élargir la gamme R 312 à d'autres produits, la RATP apporte son concours à divers programmes tels que :

— le véhicule articulé à plancher bas (550 mm) R 318 Heuliez par la réalisation et le suivi en essai d'une articulation ainsi que de sa gestion,

— le véhicule à 3 caisses dit « Megabus » de RVI, dont le prototype a été expérimenté dans diverses villes et notamment à la RATP du 26 mars au 10 avril 1987,

— la transmission continue à dérivation de puissance (voir ci-après) et la transmission intégrale hydraulique (programme Sulzer).

(13) Communication au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Localisation discrète et régulation par anticipation » - J. Detroye (RATP).

(14) Communication au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Nouvelles architectures mécaniques : espace orientables » - D. Langrand (RATP).

(15) Communication au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Des matériaux de pointe au service du métro » - Y. Noël (RATP).

(16) Communication au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Architecture informatique des matériels roulants futurs » - J. Bancelin (RATP).

(17) Communication au colloque AFCET-PRDTTT « Transports guidés » (Paris - février 1987) : « Moteur-roue (transmission hydrostatique) : applications aux métros » - J.-P. Ragueau (RATP).

Outre ces opérations, la RATP et RVI poursuivent un certain nombre d'études et travaux concernant : la gamme R 332 (gamme intermédiaire à vocation interurbaine entre les gammes R 312 et FR 1 grand tourisme) et la réalisation d'une adaptation au gaz de pétrole liquéfié d'un véhicule S 105 destiné à l'Algérie.

#### **Transmission de puissance à variation continue sur les autobus<sup>(18)</sup>.**

Les progrès enregistrés dans le domaine des machines hydrostatiques, ainsi que des possibilités de régulation fine offertes par les microprocesseurs, ont favorisé la reprise des recherches en matière de transmission hydraulique de la puissance mécanique aux roues. En effet, l'autobus urbain, plus que tout autre véhicule, appelle une amélioration sensible du groupe motopropulseur tant pour le confort que pour réduire la consommation de carburant et aléger la charge des conducteurs.

Cinq projets ont été étudiés dans ce domaine, en liaison étroite avec RVI ou en appui à son action. Deux portent sur la dérivation hydrostatique de puissance et trois sur l'hydrostatique intégrale.

La dérivation de puissance a fait l'objet de deux projets :

— Auroch, développé par RVI avec une aide de l'AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie) ; un prototype (sans récupération d'énergie) a été monté sur un autobus RVI de type PR 100 ;

— Phebus, développé par Sedems (filiale RVI), Le Moteur Moderne et la RATP : l'objectif était l'optimisation du fonctionnement sur le R 312, dans le cas de fonctionnement avec récupération.

Ces deux projets ont définitivement été arrêtés par RVI en 1986 tant pour des contraintes économiques que pour la prise en compte de l'infléchissement de la politique industrielle des grands constructeurs automobiles européens qui se recentrent sur leur rôle d'assemblleur.

La transmission hydrostatique intégrale concerne trois projets :

- L'adaptation d'une transmission existante de marque Rexroth à un autobus standard SC 10. Le véhicule équipé a parcouru plus de 80 000 km en exploitation. Cette première réalisation a prouvé que l'hydrostatique procurait un confort longitudinal inégalé pour les voyageurs et une facilité de conduite exemplaire pour le conducteur. En revanche, la consommation de ce prototype s'est avérée supérieure de 20 à 25 % à celle des autobus à transmission classique de la même ligne. Le maintien en fonctionnement de cette transmission permet d'évaluer la longévité des organes hydrostatiques dans les conditions de fonctionnement d'un autobus.

- L'étude et l'expérimentation d'une régulation spécifique à l'autobus urbain pour une transmission hydrostatique intégrale. Cette régulation vise à maintenir le point de fonctionnement de l'ensemble du groupe motopropulseur (du moteur diesel aux roues) dans les conditions de consommation minimale de carburant, quelles que soient les conditions de circulation et la demande de traction du machiniste. L'étude d'optimisation est achevée, un équipement de régulation pour une transmission Abex Denison a été réalisé et essayé sur piste. L'objectif fixé d'obtenir une consommation de gazole au plus équivalente à celle d'un autobus SC 10 équipé d'une transmission mécanique n'a pu être atteint du fait :

- des faibles rendements hydrauliques pour certaines gammes de puissance (faible puissance et vitesse élevée) ;

- d'un rendement dégradé de la transmission hydraulique dû à une température d'huile trop importante.

Après modification du système de refroidissement, la mise en exploitation fin 1987 devrait permettre d'affiner les résultats en 1988.

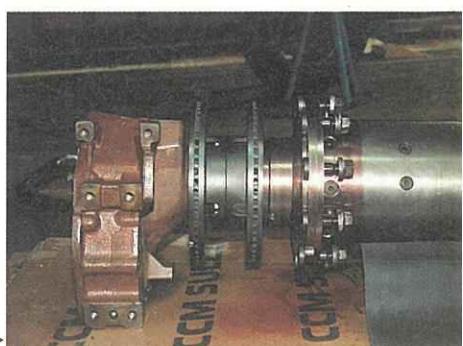
- Le troisième projet résulte de la demande commune du réseau routier et du réseau ferré pour le développement du moteur-roue Sulzer. Ce moteur hydrostatique original est très compact, ainsi la

roue d'un autobus peut être entraînée directement par ce moteur logé en son centre. L'étude d'optimisation citée ci-dessus a été adaptée à une transmission comportant un moteur Sulzer montée sur un autobus R 312. Les études ont été menées en 1986, l'assemblage et la mise au point du prototype se sont déroulés en 1987 et se poursuivront au premier trimestre 1988. Une mise en exploitation expérimentale est prévue au cours du premier semestre 1988.

#### **Récupération et restitution de l'énergie de ralentissement**

La société Volvo ayant réalisé un système de récupération et de restitution d'énergie appelé « Cumulo », qui paraît très prometteur, un contrat a été passé avec cette société, en liaison avec RVI, afin de l'expérimenter sur un autobus.

Un autobus articulé PR 180-2 a été choisi pour cette étude. L'encombrement important du matériel Volvo Cumulo a nécessité un remaniement complet de la chaîne de transmission : le moteur diesel et la boîte de vitesses entraînent l'essieu moteur le plus en arrière, tandis que l'essieu médian est motorisé par le Cumulo. Cette réalisation n'est envisagée qu'à titre expérimental, pour permettre de mesurer les possibilités de réduction de consommation de carburant par cette technique. Un certain nombre de difficultés inhérentes à la différence de réglementation entre la Suède et la France sur les réservoirs de fluide sous pression ont retardé la mise en service commercial : les accumulateurs Volvo ont dû être remplacés par des appareils de fabrication



Olaer, conformes au règlement du service des Mines français.

Des premières mesures réalisées au cours des essais de mise au point, il résulte qu'une réduction de la consommation, d'environ 20 %, semble réaliste dans des conditions de fonctionnement bien précises (réglage optimal, charge élevée, conduite adaptée). Toutefois, dans les conditions habituelles du service, l'économie pourrait être légèrement inférieure. Par ailleurs, une étude économique indique que la rentabilité de l'opération serait acceptable si le coût d'installation était inférieur à 70 000 francs en version de série.

## Commercialisation de l'offre

Ces trois dernières années ont été marquées par l'attention toute particulière que la RATP a portée à l'amélioration de l'information destinée aux voyageurs ainsi qu'au développement de la monétique dans le système tarifaire des transports en commun.

### L'information destinée aux voyageurs

Un schéma directeur de l'information voyageurs doit constituer le cadre structurant du développement de cet axe de recherche. Il s'agit en effet de poursuivre à la fois les réflexions générales sur les nouvelles technologies de communication et le développement des projets, de façon cohérente et organisée. Ce schéma est en préparation et doit être mis au point courant 1988, après une phase de recherche foisonnante dont nous ne détaillerons que les principaux systèmes.

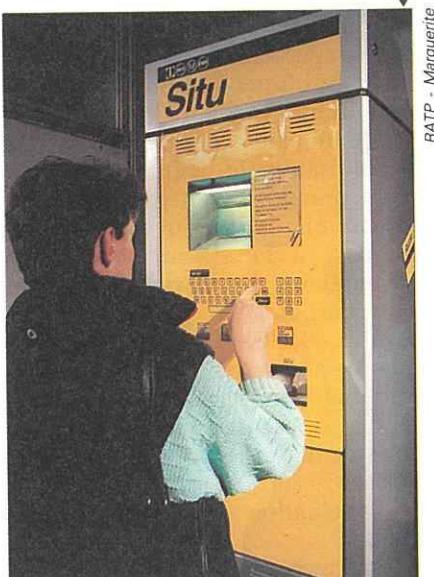
#### Situ et ses extensions

Situ a été conçu par la société Seitu en 1979-1980 et développé avec l'aide de la RATP sur la base d'un logiciel de recherches d'itinéraires intégrant toutes les adresses de la ville, tous les moyens de transport, et prenant en compte toutes les variations programmées

du service. A ce logiciel de calcul se rajoute un logiciel d'analyse lexicographique très performant, capable de corriger la quasi-totalité des fautes d'orthographe, de frappe, et d'interpréter les adresses floues indiquées par les utilisateurs.

La construction et l'essai d'un prototype ont été suivis, en septembre 1984, de l'installation de 10 unités Situ de présérie dans les rues de Paris et dans les stations du métro et du RER.

Depuis bientôt trois ans, cette expérimentation « *in situ* », dans les conditions normales d'utilisation d'un tel système d'information, en voirie et dans les stations,



RATP - Marguerite

a permis d'obtenir des résultats techniques et commerciaux très positifs :

- le taux d'utilisation est élevé (chaque borne accueille en moyenne 300 consultations quotidiennes) ;
- Situ fait gagner des voyages à la RATP (environ 2,5 % des utilisateurs du système optent pour un déplacement en transports collectifs après avoir consulté Situ) ;
- le taux de satisfaction est remarquable (9 personnes sur 10

(18) Communication au colloque AFCET-PRDTT « Transports guidés » (Paris - février 1987 : « Nouvelles perspectives en matière de transmission de puissance pour autobus urbain » - G. Canal (RATP).

trouvent Situ utile et efficace et attendent son développement rapide).

Les développements récents ont porté sur :

- une première tranche de 60 unités Situ qui vont être implantées dans le courant du second trimestre 1988 à Paris et en proche banlieue ;
- dès le mois de mai 1988, le service RATP sur télétel (36-15 RATP) intégrera la possibilité de trouver un itinéraire entre deux points quelconques de Paris et de ses communes limitrophes ; ainsi, Situ sera accessible depuis 3 millions de minitels couvrant déjà le territoire français et, à terme, le 36-15 devrait offrir un service multifonctionnel intégrant notamment la recherche d'itinéraire (Situ), le calcul d'horaires RER, une messagerie remontante, des modules événementiels, la description de l'offre de transport et quelques jeux, avec passerelle entre les divers sous-services ;

- la couverture géographique, actuellement limitée à Paris et à la proche couronne, s'étendra progressivement d'ici 1992 afin d'atteindre l'ensemble de la zone de desserte de la RATP en région Ile-de-France.

#### Tube

Le système de vidéocommunications fondé sur un réseau en fibres optiques équipe actuellement une trentaine de stations du réseau ferré. La montée en charge du réseau s'est déroulée en 1986 après une préfiguration du réseau mise en place dans trois stations en 1985.

La vidéodiffusion Tube est le premier des services prenant place sur le réseau de vidéocommunications de la RATP, dont le schéma de principe, édité en 1985, prévoyait à terme le câblage de l'ensemble des stations du réseau ferré et de tous les terminaux d'autobus importants.

Outre la vidéodiffusion, le réseau câblé pourrait accueillir des services interactifs utilisant la vidéo, la visiophonie interne des stations (communications bilatérales

son + image), la télésurveillance vidéo des installations.

Cette programmation a été confiée à une filiale de la RATP, Transcommunications, créée en 1986, qui gère l'exploitation du système. Les ressources attendues de la publicité s'étant révélées inférieures aux prévisions, la poursuite de cette activité est actuellement incertaine.

### Métronic

Le système Vidéotex développé pour le métro sous le nom de « Métronic », apporte par interrogation d'une ou plusieurs banques de données une aide aux agents d'accueil et d'information pour leur permettre de répondre aux diverses questions des voyageurs.

### PCS (Poste Central des Stations)

Sous le nom de PCS, a été développé un système de diffusion en temps réel de messages à l'ensemble du personnel des stations du métro.

### Métrovidéo

Métrovidéo est le nom donné aux expérimentations de vidéo embarquée dans les voitures du métro.

Une première expérimentation a été menée en 1984-1985 : le « laboratoire roulant » que constituait pendant huit mois une voiture de la ligne 1 du métro équipée de deux moniteurs vidéo a permis d'étudier les réactions du public et d'établir les caractéristiques d'une intégration dans le futur matériel roulant.

Une expérimentation complémentaire est prévue en 1988 : elle devrait mettre en œuvre deux rames, dont l'une, équipée de trois voitures vidéo sur six, permettra de tester le taux de « saturation » des voyageurs, qu'il est indispensable de connaître avant la décision finale de l'équipement des matériels futurs.

### Vidéoplan<sup>(19)</sup>

Vidéoplan est un système de simulation de cheminement dans un quartier et de description de ses activités. Cet outil interactif utilise un vidéodisque Laservision piloté par ordinateur.



La simulation des trajets terminaux permet de répondre aux fonctions de guidage et d'orientation dans le quartier, à partir de la station de métro, dans une zone de couverture équivalente à un plan de quartier classique : à une demande d'information concernant un lieu précis, Vidéoplan restitue la visualisation du cheminement sous forme d'une succession d'images réelles, aboutissant à une vue interne du lieu demandé lorsqu'il s'agit d'une activité commerciale publique (magasin, hôtel, restaurant...). Un ticket résumant le cheminement peut être imprimé si l'utilisateur le demande.

Le premier prototype a été implanté en 1986, en trois exemplaires, à la station de métro « Madeleine » ; l'expérimentation s'est déroulée de juillet à mi-novembre 1986. Cette période de quatre mois a fait l'objet d'un suivi détaillé concernant :

- la population utilisatrice (163 consultations quotidiennes par borne) ;
- l'évaluation du fonctionnement logique ;
- la perception et l'évaluation globale du service offert.

Suite à une étude diagnostic, un projet de marché-test de bornes interactives d'information locale (la notion de localité s'entend ici par quartier desservi par le métro) est aujourd'hui à l'étude dans le cadre général du développement des systèmes d'information voyageurs.

### Infostop

Infostop est un système d'information en temps réel situé aux arrêts des autobus. Il comprend, d'une part, un guide interactif sur l'environnement urbain desservi par la ligne, et d'autre part, un système d'affichage du temps d'attente des véhicules.

Des études successives menées

en 1986 ont abouti à l'expérimentation d'un prototype à partir d'avril 1987 sur la ligne 58, avec deux bornes à Montparnasse. Les valeurs affichées du temps d'attente sont calculées par l'ordinateur situé au poste de commande de la ligne, à Porte de Vanves, lui-même relié par lignes téléphoniques spécialisées aux balises situées en ligne, qui captent le passage des véhicules équipés d'émetteurs spécifiques.

Le guide interactif contient, pour sa part, l'ensemble des plans des quartiers desservis par la ligne à partir de l'arrêt. L'évaluation du système s'est déroulée durant les derniers mois de l'année 1987 et l'expérimentation doit s'achever au début de 1988.

Cette évaluation permettra la définition des spécifications de l'information voyageurs issue d'un système d'aide à l'exploitation. Ces spécifications seront mises en œuvre et testées sur le SAEIV expérimental prévu sur les lignes 26 et 29.

### Infobus

Infobus est un système embarqué qui indique le prochain arrêt desservi, en complément du même guide sur l'environnement de la ligne que celui d'Infostop.

L'expérimentation du système, prévue sur la ligne 38 se déroulera à partir de 1988.

Dans ce système prototype, la commande d'affichage de l'avance-



RATP - Ardailon

ment du véhicule est effectuée par le conducteur, mais à l'avenir, cette commande pourrait être automatique.

## La monétique : l'expérimentation du Ticket Puce à Blois

Dans le cadre de ses recherches sur l'évolution des systèmes tarifaires, la RATP a conçu et suivi l'expérimentation menée à Blois, avec un certain nombre d'objectifs :

- Pour le voyageur :
  - réunir sur un même support les fonctions de titre de transport et de moyen de paiement ;
  - mettre à la disposition de tous les clients habituels ou occasionnels des transports urbains un titre de transport valable à tous moments et pour toutes destinations.
- Pour le transporteur :
  - délivrer des titres de transport aux clients habituels en moyenne une fois par an seulement et limités à quelques types ;
  - améliorer la productivité de la fonction vente ;
  - modifier les principes de la tarification et la rendre d'une très grande souplesse ;
  - permettre une véritable commercialisation du transport urbain en faisant vivre la tarification (par exemple, tarifs heures creuses/heures de pointe, réductions pour clients fidèles, etc.) ;
  - permettre une meilleure connaissance de la clientèle ;
  - clarifier les relations entre les organismes sociaux distribuant des réductions tarifaires et les autorités organisatrices des transports recherchant une optimisation des recettes.

Pour cette expérimentation, une convention a été signée entre douze partenaires : de l'administration (l'Agence De l'Informatique - ADI -, la DIELI, la Direction Générale des Postes, la Direction Générale des Télécommunications), des transporteurs locaux, STD-TUB, des industriels (BULL, CP8, CAMP, SLIGOS, LOGISTA), la RATP (maître d'ouvrage



délégué). La ville de Blois est maître d'ouvrage, le SIVOM associé.

Cette convention définissait deux étapes successives dans l'expérience : de septembre 1985 à septembre 1986, élaboration et réalisation des différents matériels et logiciels nécessaires ; de septembre 1986 à septembre 1987, mise en exploitation afin de mesurer la fiabilité des équipements et l'accessibilité commerciale du réseau.

En 1986, les spécifications détaillées ont été élaborées, les premiers prototypes construits, les logiciels développés, les premiers essais effectués.

Dès octobre 1986, l'ensemble des matériels et des logiciels était transféré à Blois afin d'être mis progressivement en exploitation. Après un mois de mise au point et de marche à blanc avec une trentaine de clients volontaires, l'expérimentation était officiellement lancée à la fin du mois. Celle-ci a déjà permis de dégager quelques enseignements :

- le système Ticket Puce a reçu de la part des clients du service urbain un écho commercial très favorable ; le prestige psychologique de l'instrument mis à la disposition a été très fort, et le système de tarification à la consommation réelle bien compris et accepté ;
- la fiabilité de la technologie « carte » n'est cependant pas encore totale, les cartes étant soumises à des traitements physiques relativement durs ;

— les lecteurs embarqués à bord des bus donnent entièrement satisfaction, en vitesse de lecture/écriture, en fiabilité, en résistance au chaud, à l'humidité, à l'exception des froids élevés de l'hiver ;

— les bornes de télépaiement ont été longues à mettre au point, surtout en ce qui concerne le lecteur qui demeure fragile ; le système on-line des bornes ne donne pas satisfaction, complique la gestion, est source de nombreuses pannes.

Après une période de mise au point difficile, le système fonctionne actuellement sans problème mais devrait être redimensionné si le succès commercial persiste.

Au-delà de cette première approche et de façon à affiner sa stratégie, la RATP a décidé de participer à l'expérimentation qui va être entreprise sur une plus grande échelle à Valenciennes, en liaison avec URBA 2000. Par ailleurs elle participe aux réflexions entreprises par le STP sur les besoins et perspectives en la matière en région Ile-de-France, ainsi qu'aux réflexions menées par la DTT à l'échelle nationale, sur l'évolution de la tarification et des outils associés.

## Maintenance

Afin d'améliorer l'entretien de son patrimoine en qualité et en productivité, la RATP a mené une série de recherches visant, d'une part, à mieux comprendre l'évolution des infrastructures et des matériels, d'autre part, par une connaissance de leur état réel, à alléger les programmes d'entretien préventif au profit d'un entretien prédictif.

## Les infrastructures

### Métrosat : méthode d'auscultation et de surveillance des tunnels

La RATP gère plus de 354 km

(19) Communication au colloque AFCET-PRDTT « Transports guidés » (Paris - février 1987 : « Vidéoplan, aide au trajet terminal » - D. Silhol (RATP).

d'ouvrages souterrains (environ 262 km de tunnels ferroviaires et 92 km de couloirs d'accès).

Assurer le maintien de ce patrimoine passe par l'acquisition de trois paramètres de diagnostic pour l'ensemble du réseau :

- le relevé de l'état de surface de l'intrados ;
- l'état des maçonneries et du contact au terrain ;
- le contrôle des variations géométriques de la section transversale.

A l'exception des données qualitatives du relevé de l'intrados dont le cycle d'acquisition est annuel, la pratique actuelle permet de mettre en œuvre des moyens importants seulement :

- sur les zones hydrogéologiques classées *a priori* comme zones à risque ;
- sur les zones où ont été constatés des désordres sérieux.

Le premier point présente une lacune évidente. Pour le deuxième, il est très pénalisant pour l'évaluation des risques d'apprehender tardivement un désordre sans connaître son histoire antérieure et sa vitesse d'évolution.

La veille technologique et les investigations de recherche exploratoire conduites depuis plus de dix ans par les services responsables, mènent au double constat :

- de l'inexistence sur le marché de matériels appropriés malgré l'importance de plus en plus grande accordée à ces problèmes dans le monde ;
- du progrès rapide des méthodes physiques et du traitement du signal.

Sur cette base a été lancée fin 1984, sous le nom de Métrosat, la recherche d'un système essentiellement composé de trois modules indépendants correspondant aux trois paramètres de diagnostic cités :

- un module géométrie de l'intrados par triangulation laser ;
- un module auscultation par utilisation d'ondes électromagnétiques (radar) ;
- un module image (photographie du tunnel).

Les études de faisabilité ont

abouti fin 1987 à ne retenir pour le moment que le module géométrie de l'intrados par triangulation laser, projet très novateur qui présente néanmoins les meilleures chances de succès et un coût d'exploitation acceptable. Il devrait permettre de passer à l'entretien prédictif selon l'état du tunnel, grâce à l'exploitation d'un paramètre « indicateur de géométrie » qui caractériserait l'évolution de l'ouvrage, de manière systématique, et avec un temps de cycle compatible avec la vitesse d'évolution.

### L'usure ondulatoire des rails

Le roulement fer sur fer conduit à une usure ondulatoire, c'est-à-dire une déformation des profils, apparaissant de manière plus ou moins aléatoire en fonction des conditions d'exploitation et qui, suivant la forme qu'elle revêt, peut augmenter considérablement les bruits aériens et les vibrations transmises<sup>(20)</sup>. Ce phénomène, particulièrement sensible sur la ligne 8, semble s'étendre à d'autres lignes et est bien connu des principaux réseaux étrangers. Il s'est accentué avec l'introduction des matériels modernes et l'exploitation d'un seul type de matériel sur une même ligne.

Plusieurs actions de recherche concourent à la connaissance et à

l'amélioration de la situation actuelle :

- connaissance théorique du contact rail-roue ;
- étude des interactions mécaniques bogie-voie ;
- études des causes de l'usure ondulatoire ;
- amélioration des performances antivibratiles des différentes poses de voie ;
- transformation de voies ballastées en voies sur béton, sans interruption de service ;
- étude des améliorations apportées par les essieux orientables indépendants ;
- mise au point d'un détecteur de défauts de roue sur le matériel roulant ferroviaire.

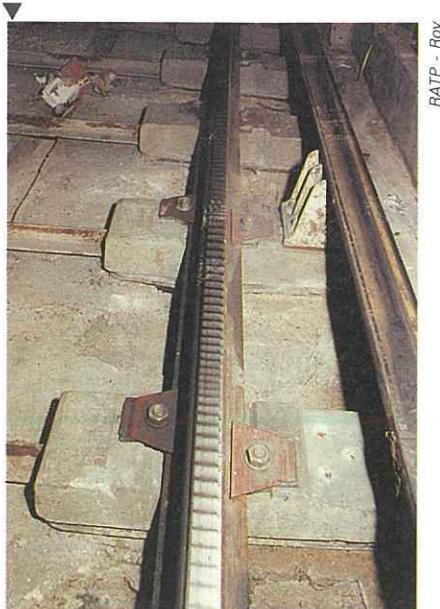
Après l'approche expérimentale entreprise dès 1982, une étude approfondie du phénomène d'usure ondulatoire des rails a été conduite en 1985-1986, à l'appui d'expérimentations faites dans une courbe du RER. Les essais réalisés ont permis de caractériser le régime vibratoire qui s'établit entre le bogie et la voie et de le comparer aux caractéristiques vibratoires propres de chacun d'eux. Cette étude a mis en évidence le rôle prépondérant de la raideur dynamique de la semelle placée entre le rail et la traverse et une expérimentation sur le site en a confirmé la validité.

L'étude s'est poursuivie en 1987 par des expérimentations similaires sur le métro où les caractéristiques de voie et de bogie sont différentes, en vue d'une part de proposer des solutions tendant à diminuer l'usure ondulatoire, et d'autre part d'apporter des éléments de validation et d'enrichissement pour le modèle théorique élaboré dans le même temps.

### MARS : Moyens d'Aide à la Résolution des Signalements

Le projet MARS concerne la télétransmission écrite des « dépêches » (signalements d'anomalies de fonctionnement des installations techniques) et la télégestion des alarmes techniques.

Une meilleure gestion de ces in-



RATP - Roy

formations, l'amélioration de leur contenu, permettront d'optimiser les actions de maintenance et de contribuer à diminuer l'indisponibilité des installations fixes.

La période 1985-1987 est caractérisée par une phase d'expérimentation et de développement de prototypes.

En 1987, une évaluation de la phase expérimentale portant sur les aspects fonctionnels, techniques et économiques a montré que les objectifs initialement fixés avaient été atteints.

Il est envisagé d'étendre le système de transmission des dépêches, expérimenté aux services de la voie et des installations fixes électriques des bâtiments, dès 1988, à deux autres services : service des aménagements et service de la télématique.

Des études sont engagées en vue de simplifier les procédures lorsque cela est possible (utilisation du minitel comme moyen de transmission des dépêches). Ainsi



MARSTEL<sup>(21)</sup>, mis au point par la RATP, commercialisé par Spie-Batignolles, permet par acquisition automatique, pour tout équipement électromécanique, le transport d'informations par le réseau téléphonique commuté.

## Le matériel roulant ferroviaire

Les développements actuels de la micro-électronique et l'utilisation des techniques informatiques sur les matériels roulants permettent une intégration plus poussée de la maintenance et l'améliora-

tion de la performance des systèmes de test.

Les axes de recherche visent à améliorer la sécurité et la qualité de service :

- conception de contrôles de sécurité faisant appel à des tests automatiques avec enregistrements ;
- recherche d'une adaptation plus précise de la maintenance à la qualité de service ;
- amélioration des interventions de dépannage par une meilleure saisie et une meilleure transmission de l'information ;
- conception de moyens techniques et d'outils de dépannage adaptés aux technologies nouvelles (commandes à microprocesseur, cuve fréon...).

Dans ces domaines, plusieurs actions sont engagées :

- conception de logiciels permettant le test des circuits de puissance train à l'arrêt (essai à blanc par séquences) ;
- développement de SIAD (Système Intégré d'Acquisition de Données) permettant la surveillance permanente des circuits du train afin d'enregistrer les défaillances en temps réel ;
- simplification de la mise en œuvre des bancs d'essais de 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> niveaux par l'utilisation de processeurs de commande et généralisation du dialogue par écran-clavier ;
- conception de dispositifs d'auto-test adaptés aux circuits de commande à microprocesseurs.

Par ailleurs, sont menées d'autres actions plus générales concernant la transmission des informations nécessaires à la maintenance, les études de maintenabilité, les modèles mathématiques de disponibilité, la simulation numérique, la maintenance des logiciels.

Détaillons quelques-unes des actions engagées :

(20) Lutte contre l'usure ondulatoire des rails : proposition d'une approche globale liant la voie et le matériel roulant - G. Cervoni et N. Vincent - Revue Générale des Chemins de Fer, octobre 1986.

(21) Le système Marstel - A. Cote - RATP Etudes/Projets - avril-mai-juin 1986.

## SIAD : Système Intégré d'Acquisition de Données destiné à la maintenance pour le MI 84

Le développement du SIAD s'inscrit dans le cadre de l'étude d'une nouvelle génération de systèmes de tests embarqués applicables aux trains équipés d'une commande à microprocesseur. Il est fondé sur la surveillance permanente des circuits du train afin d'enregistrer les défaillances en temps réel et ainsi de permettre une analyse beaucoup plus rapide et précise des incidents.

Entreprise depuis 1983, l'étude qui concerne le matériel MI 84 a donné lieu à la définition d'un prototype et à la réalisation d'une maquette opérationnelle.

En 1985-1987, les travaux ont porté sur la qualification du système et des logiciels d'acquisition en temps réel, sur la mise au point des diagnostics concernant les pannes de commande et sur le développement d'un système expert pour les pannes de puissance (voir ci-après).

Toutes les voitures MI 84 sont câblées et des tiroirs électroniques sont montés à la demande.

## Matériel de test de 2<sup>e</sup> génération

Les études commencées en 1984 ont abouti à la création :

- d'un dispositif de test intégré comprenant un enregistreur de défaut, un auto-test de l'électronique de puissance et un essai à blanc du circuit de puissance, qui a été mis en service sur les rames MF 77 de la ligne 13 en 1985 ;
- d'un testeur d'équipement pour les ateliers de maintenance installé à l'atelier de Saint-Ouen.

La poursuite de l'opération s'oriente vers l'expérimentation d'un DAM (Dispositif d'Aide à la Maintenance) généralisé qui comprendra la réalisation d'un réseau embarqué destiné au recueil des informations issues des différents sous-systèmes du train.

## Modélisation des activités de maintenance de 1<sup>er</sup> niveau

Lancée en 1985, cette recherche

avait pour objectif d'établir, à l'aide de modèles mathématiques, les relations qui existent entre la qualité de service et les cinq paramètres suivants : le parc disponible, la fiabilité intrinsèque du matériel, la maintenabilité intrinsèque du matériel, l'organisation de la maintenance corrective de 1<sup>er</sup> niveau et les conditions d'exploitation, afin d'en mieux connaître les interactions.

Le modèle a été réalisé et expérimenté pour la ligne 13. Les simulations ont montré que cette méthodologie rend bien compte de la sensibilité d'une ligne aux modifications des paramètres retenus. Les relations entre les différents facteurs ont été quantifiées et des évaluations d'organisations possibles effectuées.

#### Maintenance prédictive : application aux systèmes de portes

L'objectif général de la recherche est la mise au point d'une méthode de contrôle de l'état de certains organes mécaniques embarqués sur le matériel roulant, afin de disposer d'informations permettant d'évaluer leur potentiel, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance de ces organes (maintenance prédictive).

Une première expérimentation a été lancée en 1985 sur le système de commande des portes d'accès voyageurs. Deux études de faisabilité ont été réalisées en 1986.

La première démontre la faisabilité de cette méthode, dans le contexte opérationnel existant, pour les systèmes de commande pneumatique des portes. Un capteur, utilisable pendant les essais en atelier d'entretien, a été réalisé ; une architecture de type micro-ordinateur est proposée pour le diagnostic.

La deuxième étude prouve la faisabilité du diagnostic prédictif de l'ensemble de commande des portes. Ce diagnostic est obtenu à travers l'analyse des réactions de l'ensemble « moteur électrique et son asservissement » qui sert pratiquement de capteur. La dispersion des caractéristiques du moteur, qui

n'a pu être évaluée au cours de l'étude sur maquette, devra être prise en compte pour la conception d'un futur système de maintenance prédictive adapté aux portes électriques.

#### Le matériel roulant autobus

Les nouvelles générations d'autobus font de plus en plus appel à des équipements électriques, électroniques et hydro-pneumatiques, qui augmentent les performances des véhicules mais tendent aussi à augmenter la fréquence des anomalies. Des systèmes d'aide à la maintenance deviennent dès lors nécessaires pour maîtriser ces anomalies et atteindre des coûts optimaux d'entretien.

#### Le SAM (Système d'Aide à la Maintenance)

Les objectifs de l'action de recherche en cours sont les suivants :

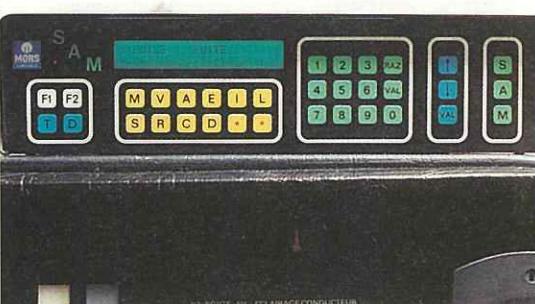
— réduire très sensiblement le nombre de visites de contrôle, notamment par l'utilisation de capteurs embarqués : niveau et température d'eau, d'huile... ; ►

- optimiser la répartition du travail de l'atelier ;
- connaître la tenue dans le temps des divers matériels et sous-ensembles.

Le système comprendra :

- au niveau de l'atelier : un réseau de micro-ordinateurs implantés chez le chef d'entretien, le responsable d'atelier et le contremaître de garage, recevant, lors du passage des autobus au poste de charge en carburant, les informations stockées au cours de la journée, grâce à un dispositif de transmission à infrarouge ;
- à bord de l'autobus : un interface homme/machine interactif permettant de composer les signalements de type manuel et un réseau de capteurs permettant de compléter les informations manuelles par des informations techniques saisies automatiquement ;
- au niveau logiciel : plusieurs logiciels de traitement qui habilleront progressivement au cours du temps la structure physique précédente de façon à réaliser les objectifs listés ci-dessus.

Dans la conduite de ce projet, un soin tout particulier permet de



separer les problèmes liés à la structure physique et à la structure logiciel, de façon à mettre en œuvre une structure suffisamment robuste pour permettre les évolutions rendues nécessaires après la phase d'apprentissage opérationnelle.

A la mi-1986, un cahier des charges fonctionnelles a été défini et un appel d'offres lancé. Fin 1986, un groupement d'entreprises a été retenu pour le développement de la partie embarquée du système. La ligne 60 (dix-huit vé-

- effectuer une maintenance préventive des voitures en tenant compte de leur utilisation : kilomètres parcourus, vitesse moyenne, relief, nombre de voyageurs ;
- alléger le travail administratif du personnel d'entretien ;

hicules) a été désignée pour la réalisation de la première phase du projet qui comporte, également, une démonstration sur maquette du fonctionnement des logiciels de gestion de l'entretien au dépôt. La phase d'expérimentation a débuté en octobre 1987.

Cette phase d'expérimentation a été précédée d'une série d'essais de sous-systèmes tels que la liaison bus-sol par infrarouge, l'interface machiniste...

Les dix-huit voitures sont en cours d'équipement afin de réaliser le montage prototype des capteurs et des boîtiers retenus pour l'expérimentation.

Enfin, une recherche a été engagée pour concevoir une interface commune aux différents systèmes (SAM, SAE...) à la disposition du machiniste.

## Gestion des ressources

L'effort de recherche portant sur les composantes du cycle de production du dispositif transport a fait l'objet des chapitres précédents.

Mais sa mise en œuvre suppose que soient gérées de nombreuses ressources : des ressources techniques, informationnelles, économiques, humaines.

Bien que dans ces domaines de nombreuses évolutions ne soient pas propres au transport ou à la RATP, un effort de recherche est nécessaire pour les adapter et profiter au mieux des possibilités qu'elles offrent.

## Gestion des ressources techniques

Sans vouloir, dans ce paragraphe, décrire tous les aspects de l'effort que mène la RATP dans ce domaine, on se bornera à examiner quelques faits marquants.

### La robotique et ses applications

#### La robotisation du nettoyage

Dans le cadre du programme RAM (Robots Autonomes Multi-

RATP - Chabrol



RATP - Chabrol



services), décidé lors des sommets de Versailles et de Williamsburg, l'étude et le développement d'un « robot autonome de nettoyage » ont été confiés en octobre 1984 à la société Midi-Robots avec, pour objectif, dans une première phase, de vérifier la faisabilité d'un tel robot pour le nettoyage d'un local géométriquement structuré de 8 m × 4 m. L'opération a été cofinancée par la RATP, Midi-Robots et l'Agence De l'Informatique.

Les deux prototypes prévus ont été livrés l'un en août 1986, l'autre en avril 1987. De nombreux essais, effectués par les services de la RATP depuis septembre 1986, ont permis de vérifier que le robot répondait aux spécifications fixées au cahier des charges : autonomie énergétique, navigation après apprentissage incluant l'arrêt devant l'obstacle et/ou le contournement de l'obstacle. Les prototypes ont permis de progresser dans la résolution des problèmes d'exploitation de ce type de machines mobiles grâce à un contrôle-commande composé d'électronique, de logiciels, de capteurs (ultrasons et infrarouges) qui sont le « cerveau » et les « sens » de la machine.

Début 1986, la RATP et la société COMATEC se sont associées, à parts égales, dans le GIE d'études et de recherches « PRO-

TEE » qui a pour mission la recherche et le développement de tous équipements, robots, matériels et produits destinés au nettoyement. Un programme de recherches a été défini, dont la réalisation est confiée au département robotique du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA). Il comporte l'étude et le développement de quatre types de machines :

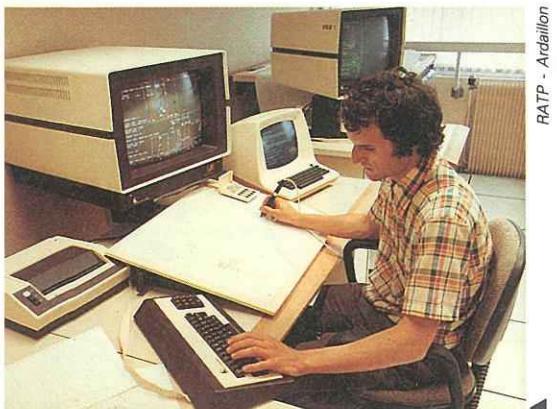
- robot de nettoyage des stations (CAB) ;
- robot de nettoyage des rames ;
- robot de nettoyage des voûtes ;
- robot de nettoyage des voies.

L'avancement du projet a été conforme aux prévisions en ce qui concerne le robot de nettoyage des stations, et le premier prototype de robot est sorti d'usine au second semestre 1987.

#### La robotisation de la charge en carburant des autobus

A la suite d'une étude de faisabilité commencée en 1983, un prototype de robot de charge a été réalisé. Sa réception provisoire a été effectuée en décembre 1985, au dépôt de Flandre, et il a été mis en exploitation de juin 1986 à mars 1987.

Le robot mis en place est un robot portique, capable de retourner, à quatre degrés de liberté. Il accepte les différents types d'autobus de la RATP (SC 10, PR 100, PR 180), après mise en place d'un bouchon de réservoir spécial (présence d'un logo sur le dessus du couvercle, reconnaissable en vision artificielle) et



RATP - Ardillion

reprise de l'environnement immédiat du bouchon sur l'autobus (implantation, en particulier, de nouvelles bavettes permettant de dégager l'espace nécessaire aux évolutions de l'outil terminal du robot).

La période de fonctionnement (juin 1986 - mars 1987) a montré que, dans l'ensemble, le produit était accepté par les machinistes. Sur le plan technique, des améliorations sont nécessaires ; ainsi : — le développement d'une nouvelle structure mécanique moins coûteuse ; — la validation d'un nouveau système de détection des bouchons, plus performant, plus compact mais aussi plus fiable et plus économique.

### **La Conception Assistée par Ordinateur<sup>(22)</sup>**

L'introduction des méthodes de CAO-DAO n'est pas nouvelle à la RATP : dès 1976, le service des études de l'ex-Direction des travaux neufs (devenue depuis la Direction des projets et des infrastructures) a commencé à développer, d'abord sur l'ordinateur du site central puis, à compter de 1983, sur un mini-ordinateur HP 1000, plusieurs logiciels spécifiques afin de traiter intégralement certains éléments des projets : tracés en plan et profils en long ; tracé de voie ; calcul de gabarit et coupes transversales d'ouvrages ; dessins de fonds de plans topographiques...

Les trois dernières années sont cependant marquées par le déve-

loppement de ces systèmes dans deux domaines :

- au Service du matériel roulant du réseau ferré, le département « Etudes » s'est doté, fin 1984, d'un site central CAO pour le traitement des modifications électriques sur les trains et pour l'échange de données avec les industriels dotés de ce moyen ; après une phase d'entrée de tous les plans dans le système, il est prévu de mettre ces références à la disposition des ateliers de maintenance qui pourront consulter à distance la base de données graphiques et la tenir à jour ;
- à la Direction des projets et des infrastructures, il a été décidé, en mars 1985, d'établir un projet global d'équipement en CAO de l'ensemble de la direction ; en juin 1986, un appel d'offres a été lancé et une première tranche du système est actuellement mise en œuvre.

### **La modélisation**

La RATP a développé et développe encore des modèles de prévision de trafic (voir le chapitre « connaissance de l'environnement ») qui font appel à des graphes pour représenter, sous forme informatisée, l'offre de transport. La tâche qui consiste à construire ou le plus souvent à modifier ces graphes en fonction de l'étude effectuée est lourde et coûteuse. Les progrès de l'informatique, aussi bien au niveau matériel qu'au niveau des logiciels, ont permis d'envisager l'automatisation de cette tâche effectuée actuellement manuellement. Ce travail a débuté en 1987 et, à la fin de l'année, le diagnostic sur l'état actuel est terminé. La réalisation à venir conduira à des procédures interactives graphiques de construction et de modification des graphes.

### **Les radio-télécommunications**

Une action de recherche a été lancée au début de 1984 afin de simuler les aspects techniques et fonctionnels de réseaux radio à allocation dynamique de fréquence.

C'est, en effet, vers de tels réseaux que se dirige la RATP pour le renouvellement du réseau de radio-communication des autobus. Ces réseaux permettront l'intégration de fonctions de type SAE (Systèmes d'Aide à l'Exploitation) en optimisant l'utilisation des canaux radio alloués.

Dans ce cadre, un simulateur a permis durant les années 1986-1987 :

- de simuler le fonctionnement du réseau radiotéléphonique avec des postes d'autobus et des Postes de Commandement Local (PCL) afin d'optimiser leur ergonomie pour le personnel d'exploitation ;
- de simuler la charge du trafic radio entre les 4 000 bus et les PCL en fonction de différents paramètres tels que le nombre des canaux alloués, le temps moyen de conversation, etc., afin d'optimiser le nombre de ces canaux.

### **Les matériaux et leur résistance au feu**

L'utilisation de plus en plus importante de matières plastiques pour améliorer le confort ainsi que la décoration, et le développement des réseaux de câbles à isolants synthétiques, ont entraîné une accumulation importante de matières inflammables dans le métro et, en cas d'incendie, des risques sensibles pour les voyageurs. L'étude systématique de tous les matériaux utilisés dans les tunnels et le matériel roulant, entreprise depuis plusieurs années, a été poursuivie afin d'en mesurer l'inflammabilité, le dégagement de gaz toxiques et de fumées en cas d'incendie. Une méthode de mesure de la toxicité des gaz a été mise au point qui est maintenant normalisée. En collaboration avec le laboratoire de la SNCF, une spécification a été établie définissant les différents critères auxquels doivent répondre les matériaux utilisés dans le matériel roulant.

Les câbles électriques, s'ils en sont rarement à l'origine, sont de dangereux propagateurs de l'incendie. Des études communes ont été poursuivies avec les industriels du câble électrique pour mettre au

point des produits ne propageant pas l'incendie et n'émettant que peu de gaz toxiques et peu de fumées. Ces câbles, dits sans halogènes, ont été utilisés par la RATP et par d'autres organismes (sidérurgie, SNCF, Marine nationale, EDF). Etablie pour une large part à partir des travaux menés par la RATP, une spécification technique relative aux « câbles électriques des réseaux de transport souterrains » a été adoptée par les principaux réseaux mondiaux réunis au sein de l'UITP et de l'APTA.

Par ailleurs, l'arrivée sur le marché d'un grand nombre de matériaux nouveaux pose le problème de leur tenue dans le temps. La RATP participe à une commission « Comportement et durabilité des matériaux » patronnée par l'ANRT (Association Nationale de la Recherche Technique) ; de même, elle suit les travaux menés par l'Université de Clermont-Ferrand sur l'étude du vieillissement des polymères. Pour les produits qui lui sont propres, en particulier les gaines de câbles sans halogènes, le laboratoire de la RATP mène, en liaison avec les fabricants, une étude pour mesurer et en améliorer la durabilité.

## Gestion des ressources informationnelles

### Le développement des systèmes d'information

Les expériences en matière de génie logiciel engagées les années précédentes se sont poursuivies. Si les progrès dans le domaine des outils et des langages ont été limités, l'effort principal a porté sur les méthodes de conception des systèmes d'information avec la généralisation progressive de l'utilisation des techniques de modélisation — MERISE —.

En 1986, le projet Alcide de réalisation d'un atelier d'ingénierie des systèmes d'information a été lancé.

Cet atelier intègre Ida, outil de conception et de description des organisations, et Delta, générateur

de code. Les premières expérimentations ont été lancées en 1987.

Par ailleurs, trois nouveaux axes de développement des systèmes d'information dans l'entreprise sont apparus :

- le scénario « énergie informatique » ;
- la mise en œuvre d'une politique de diversification des matériels et des sites avec le recours de plus en plus fréquent à des solutions départementales jusque là peu utilisées, avec répartition des compétences vers les utilisateurs ;
- une réflexion sur les « infoservices » et une première mise en œuvre à travers la mise à disposition des utilisateurs d'un langage d'interrogation et d'un outil de transfert et de connexion des micro-ordinateurs pour lequel un brevet a été déposé.

### Les évolutions techniques des systèmes d'information

Quatre domaines de recherche ou de développement marquent les évolutions récentes :

- L'automatisation des applications informatiques.

Après une période de définition des techniques et de choix des outils, les premières réalisations significatives sont opérationnelles. L'automatisation assurera la fiabilité de l'exploitation des systèmes informatisés et apportera les gains de productivité indispensables au développement des applications et à la mise en œuvre d'un nouveau site de production en 1988.

- La métrologie des ordinateurs.

Il s'agit de la mise en œuvre d'un système automatique de suivi des performances techniques composé d'outils diversifiés : statistiques globales *a posteriori*, analyses fines, suivi en temps réel des paramètres machine pour améliorer la conduite des ordinateurs.

Une convention a été passée par la RATP et la SNCF avec une société d'études pour la mise en

œuvre de l'outil de métrologie temps réel qui est opérationnel depuis le début de l'année 1987.

- L'utilisation des cartes à mémoire.

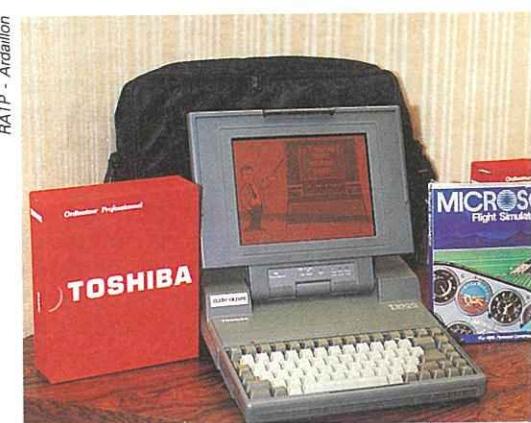
Il s'agit des premières expérimentations de cartes à mémoire comme systèmes de contrôle des accès aux ordinateurs centraux : leur mise en œuvre a eu lieu en 1987 et des expérimentations sur de nouvelles bases auront lieu en 1988.

- La connectique des micro-ordinateurs.

Face à la multiplication des systèmes informatiques et à la mise en œuvre d'architectures complexes intégrant des ordinateurs de types différents, la recherche d'un poste de travail unique a été menée. Les développements effectués dans ce domaine ont permis de mettre au point les connexions dans l'environnement Bull ; les produits nécessaires aux connexions en milieu hétérogène sont disponibles.

### Le développement de la micro-informatique

Avec en 1987 un parc de l'ordre de 1 000 micro-ordinateurs et plus de 400 applications micro-informatiques, le développement important de la micro-informatique à la RATP de ces dernières années se confirme.



(22) La CAO : un exemple à la RATP - M. Barbier, G. Chalmoreille, J.-P. Godard et M. Mathieu - RATP Études/Projets - juillet-août-septembre 1986.

La stratégie adoptée à la RATP vise à promouvoir l'utilisation décentralisée de cet outil en confiant sa gestion et son emploi aux utilisateurs. Pour ce faire, elle a aug-

menté sa capacité de formation et d'information internes.

Dans ce contexte, une opération originale a été lancée en 1986 : fondé sur le volontariat, OEDIPE est un projet mobilisateur pour le personnel, qui a offert la possibilité à trente agents d'acquérir à titre personnel, avec une participation financière de la RATP, un équipement micro-informatique qui peut être conjointement utilisé sur le lieu professionnel et dans le cadre familial. L'opération a été ouverte à tous les « informationnels », c'est-à-dire à l'ensemble des personnels administratifs et opérationnels, tous niveaux hiérarchiques confondus, qui ont en commun, au plan professionnel de saisir, traiter, distribuer des informations. Ces trente agents ont été choisis sur concours : ce sont ceux qui ont proposé la meilleure innovation pour perfectionner leur outil de travail.

Par ailleurs, a été initialisée, en décembre 1985, une recherche sur la diffusion des compétences micro-informatiques, en collaboration avec le LAMSADE de l'Université Paris-Dauphine, dans le cadre d'une thèse de doctorat.

### Les systèmes experts

De manière à situer les champs d'application des systèmes experts et évaluer leurs conséquences à moyen et long terme sur les divers acteurs concernés, un groupe de travail a suivi le développement de plusieurs actions menées dans différents secteurs de l'entreprise.

Ainsi, une étude a été effectuée en 1985-1986, décrivant l'état de l'art et les applications françaises opérationnelles dans le domaine des systèmes experts, et déterminant les secteurs techniques où une implantation de tels systèmes serait envisageable et profitable à l'entreprise : aide à l'exploitation ferroviaire, maintenance d'équipements techniques, utilisation des méthodes de génie logiciel dans la conception des systèmes. Seuls les deux premiers domaines font actuellement l'objet d'expérimentations :

- dans le cadre du projet SACEM, le système expert DAM (Dispositif d'Aide à la Maintenance) ;
- dans le cadre de l'entretien des hacheurs de courant, le système expert du projet SIAD (Système Intégré d'Acquisition de Données) ;
- dans le cadre du Poste de Manœuvre à Commande Informatique (PMCI) qui gère la partie « commande » (non sécuritaire) d'un poste d'aiguillage au terminus de Villejuif, le système expert interface entre l'équipement technique et l'exploitant chargé de définir le fonctionnement dégradé en cas d'incident ;
- dans le cadre de l'activité des contremaîtres visiteurs dans les ateliers, le système expert Rufus.

Dans les domaines non techniques, deux expérimentations pilotes ont été menées : le système expert développé à la Caisse de Coordination aux Assurances Sociales (CCAS), à partir du logiciel Nexpert, sur les dossiers difficiles, et le système expert développé à la Direction du personnel sur la réglementation, à partir du logiciel Darwin.

Actuellement les premiers enseignements sont les suivants :

- les systèmes experts du type DAM de SACEM et SIAD se sont heurtés aux problèmes de temps réels et aux difficultés de réaliser des systèmes embarqués avec les ressources technologiques actuelles ; des expérimentations ont continué en 1987 de façon à trouver les meilleurs compromis entre ce qui peut être du ressort d'un équipement intégré à un dispositif technique et d'une unité de traitement déporté alimentée par le système précédent, via un réseau d'échange de données ;
- les gros systèmes experts doivent être réservés à des projets importants à forte productivité, où l'expertise est complexe, leur coût de réalisation étant élevé (plusieurs millions de francs) ;
- les petits systèmes experts, tel Nexpert, semblent être une approche intéressante, lorsqu'une structure en îlots de connaissance

est possible (quelques centaines de règles), car leur appropriation par l'utilisateur ne pose pas de problème et leur coût de réalisation est faible.

### Les systèmes documentaires : La BDOT (Base de Données Offre de Transport)

Les informations concernant l'offre de transport de la RATP — descriptif des lignes et des points d'arrêt ou de correspondance, fréquence, amplitude — sont dispersées à l'intérieur de l'entreprise. Afin de pouvoir disposer de ces informations dans des délais rapides pour les mettre, par des systèmes appropriés, au service des voyageurs d'une part, des chargés d'études d'autre part, une recherche a été entreprise pour la constitution d'une Base de Données Offre de Transport. Ce travail a donné lieu à l'établissement en 1987 d'une maquette sur une partie du secteur pilote choisi dans le cadre de l'étude sur une nouvelle organisation de l'offre de transport ; en juillet 1987, a été prise la décision de créer cette base en s'appuyant sur les enseignements tirés de la réalisation de cette maquette.

### Gestion des ressources économiques

#### Effets macroéconomiques du programme d'investissements de la RATP

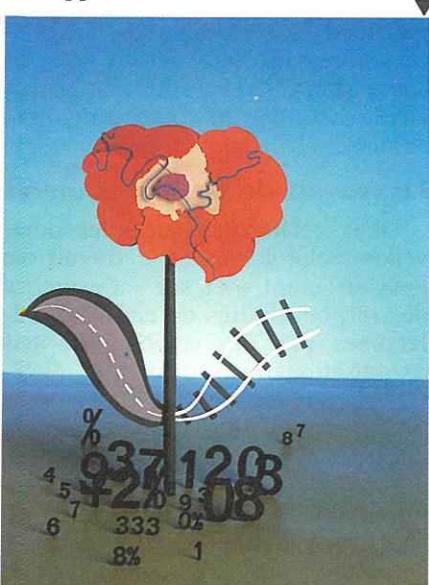
Cette recherche, entamée en janvier 1983 en collaboration avec l'INSEE — département Entreprises —, a donné lieu en 1985 à la publication d'un article dans la revue « Economie et statistiques »<sup>(23)</sup>. Effectuée à l'aide du modèle Propage<sup>(24)</sup>, elle a permis de construire un programme de simulation — maquette d'impact — des effets des programmes d'investissements de la RATP sur les principaux agrégats macroéconomiques. Début 1987, les résultats ont été utilisés pour une comparaison d'impact du programme d'investissements de la RATP et des investissements routiers en ré-

gion Ile-de-France. En parallèle, depuis 1985, la RATP collabore avec l'Observatoire Economie et Statistiques des Transports du MELATT (Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports) pour la réalisation de tests des conséquences de diverses mesures de politique de transport par utilisation du modèle mini-DMS transports.

Enfin, une étude particulière menée en commun par le laboratoire d'économie du Professeur Bonnafous à Lyon — le Scaure — et la RATP a abouti à la rédaction d'un rapport sur les procédures de décision et les méthodes d'évaluation des projets RATP<sup>(25)</sup>.

## Compte régional transport

Sous l'égide du Syndicat des Transports Parisiens et en relation avec la SNCF, l'IAURIF, la DRE, le Ministère de l'urbanisme, du logement et du transport, le Ministère des finances, de l'économie et de la privatisation et la Direction générale des collectivités locales, a été établi un compte régional transport pour l'Ile-de-France. Celui-ci a donné lieu à un rapport de synthèse et à divers articles ou communications orales<sup>(26)</sup>. Des compléments, notamment sur les aspects « stationnement », « effets externes... », sont en cours de développement.



## Modèle Grosquinquin

Depuis 1985, en collaboration avec le laboratoire d'économie des transports de l'Université de Lyon II, est élaboré un modèle dont l'objectif est la mesure des conséquences d'options de politique des transports sur les montants et la structure du financement des transports collectifs<sup>(27)</sup>.

Ce modèle, application à l'agglomération parisienne d'un modèle élaboré antérieurement pour des agglomérations moyennes, a été appelé Grosquinquin<sup>(28)</sup>; il a été implanté sur un micro-ordinateur et les premières simulations ont débuté fin 1986 aboutissant au dernier trimestre 1987 à un rapport du laboratoire d'économie des transports. Il est prévu pour 1988 de mettre ce modèle à la disposition des utilisateurs potentiels, en leur offrant notamment un guide qui leur permette de choisir un nombre réduit d'hypothèses d'entrée du modèle compte tenu du contexte de l'étude envisagée.

## Gestion des ressources humaines

En 1982-1983, une large enquête sociologique sur la promotion sociale avait révélé un certain nombre de problèmes liés au fonctionnement de l'appareil interne de promotion sociale, mais aussi au vécu des métiers et des organisations.

Ces constats ont permis de dégager des thèmes de recherches importants qui ont été développés au cours des années 1985-1987 :

- Mieux connaître l'entreprise comme corps social.

Un certain nombre de recherches sur l'évolution des métiers dans les secteurs d'exploitation, de maintenance et dans le tertiaire ont été engagées afin de dégager les grandes lignes d'évolution de l'entreprise à partir d'une meilleure connaissance de sa réalité actuelle. En 1985, ces recherches ont porté sur les agents d'exécution. En 1986-1987, elles ont été développées auprès des agents de maîtrise et des cadres.

- Favoriser une meilleure intégration des problèmes organisationnels et sociaux dans les opérations de changements liés ou non aux nouvelles technologies (redéfinition des métiers, des organisations, etc., en fonction des évolutions possibles).

Ces recherches se sont développées principalement sur les métiers du tertiaire, de la maintenance, du dessin et des études. Elles visent, à terme, à obtenir une meilleure efficacité de l'entreprise en intégrant mieux les aspects qualitatifs du rapport des agents au travail et à l'organisation (gestion préventive qualitative de l'emploi).

Les recherches qui ont abouti au cours des années 1985-1987, et qui ont — pour la plupart — été menées en relation étroite avec des laboratoires du CNRS spécialisés en sciences sociales et humaines (Centre de sociologie urbaine, GIP Mutations industrielles, Centre de sociologie des organisations, laboratoires de psychologie de

(23) L'incidence macroéconomique des dépenses d'investissement : l'exemple de la RATP - B. Durand et H. Pesseron - n° 181 - octobre 1985.

(24) Propage (PROjections Plurisectorielles Annuelles GlissantEs) : modèle dynamique de prévision à moyen terme permettant l'étude des conséquences sectorielles et macroéconomiques d'une mesure de politique économique ou la définition d'une stratégie industrielle.

(25) Procédures de décision et méthodes d'évaluation de projets RATP - Rapport SCAURE/RATP - mai 1985.

(26) Compte transport de voyageurs en région Ile-de-France - GERENCE - mai 1985.

Compte transport de voyageurs en région Ile-de-France. - Y. Amsler et P. Auzanneau - Les cahiers scientifiques de la revue Transport - novembre 1985. RATP Études/Projets avril-mai-juin 1987. Publication du CETUR (octobre 1986) : Les plans de déplacements urbains. Compte rendu des journées thématiques « Evaluation de l'efficacité économique des politiques de déplacement » (17 décembre 1985 et 22 avril 1986).

(27) Communication de D. Bouf (LET LYON II) et L. Gargallo (RATP) aux journées thématiques « Evaluation de l'efficacité économique des politiques de déplacement » du CETUR et dans le cadre des journées de formation continue de l'ENPC - décembre 1985.

(28) Grosquinquin : Gestion des Ressources Offertes par la Société : Quel INvestissement et QUelle INdemnité ?

l'Université d'Aix-en-Provence, etc.), font l'objet des paragraphes suivants.

### **Les effets de l'introduction de l'expression directe des salariés sur le fonctionnement des unités de travail**

En 1985, une étude a analysé d'une part, le fonctionnement des conseils sur l'ensemble de l'entreprise et, d'autre part, les groupes spécifiques d'encadrement à la Direction des équipements électriques. Cette seconde partie, effectuée à la demande du Ministère du travail, a été réalisée par des chercheurs extérieurs. Cette recherche a permis de mieux définir les effets de ces formes d'expression ainsi que les actions nécessaires à leur pérennité.

Des formes nouvelles de participation ont alors été développées dans l'entreprise : Equipes de Recherche d'Innovations Locales (ERIL), suggestions du personnel...

### **L'expression du personnel au quotidien**

En 1987, il est apparu intéressant d'élargir la perspective et de recenser les différentes formes d'expression du personnel dans le travail, afin de nourrir la réflexion sur une plus grande participation des agents au quotidien.

Cette recherche exploratoire a permis d'élaborer un questionnaire qui sera traité en 1988.

### **Les logiciels de traitement de textes : interface homme/machine**

Menée en 1985, cette étude des différents logiciels de traitement de texte sur systèmes dédiés ou sur micro-ordinateurs avait un double objectif : disposer de grilles d'analyse permettant de choisir des logiciels mieux adaptés aux besoins des utilisateurs ; cerner les problèmes d'adaptation des utilisateurs selon les catégories de logiciels. Le rapport, publié en 1986, analyse les logiques mises en œuvre dans la conception des logiciels, d'une part, et par les utilisateurs, d'autre part ; il souligne

l'écart entre ces logiques et met en évidence l'importance des problèmes de formation.

### **L'incidence de la bureautique sur les qualifications et les classifications dans les emplois tertiaires**

L'étude a été développée en 1985. Des expérimentations ont été réalisées et ont donné lieu à un premier bilan. Elles se sont poursuivies et étendues en 1986. En 1987, cette étude a donné lieu à la mise en place de la sous-filière administrative et bureautique AX<sup>(29)</sup>.

Par ailleurs, une autre recherche sur les « savoir-faire dans le tertiaire » a été lancée fin 1986 pour mieux apprécier les compétences réelles mises en œuvre dans ce secteur, et mieux cibler les formations complémentaires qui devront être offertes dans le cadre de la redéfinition des filières « emplois administratifs » et « emplois de sténodactylographie ».

### **Une branche professionnelle : les dessinateurs**

Une étude, menée avec un chercheur du CNRS (laboratoire de psychologie d'Aix-en-Provence) spécialisé dans les problèmes d'implantation de CAO/DAO, a été développée en 1986 au travers d'enquêtes sur le terrain. Le rapport sera remis prochainement.

Parallèlement, un groupe de travail interdirections a esquisonné en 1987 un scénario prévisionnel de l'évolution dans ce secteur où l'introduction de nouvelles technologies (CAO-DAO) interfère sur les métiers traditionnels.

### **Le travail et ses représentations : la filière entretien**

Cette enquête, effectuée par deux équipes de chercheurs spécialisés de Paris VII et du CNRS, a permis d'analyser l'évolution du contenu du travail, de l'organisation du travail et des qualifications, dans les quatre grands secteurs d'entretien de l'entreprise. Elle a, par ailleurs, permis de dégager des pistes de réflexion pour



l'avenir. Quatre rapports de recherche ont été élaborés en 1986<sup>(30)</sup>. En 1987, une synthèse et une mise en perspective de tous ces travaux a été réalisée. Dans ce même secteur de l'entretien, deux études organisationnelles sont en cours depuis 1986 au réseau routier, avec le concours de conseils externes, afin de rendre plus autonomes les équipes d'entretien des dépôts et de l'atelier central.

### **L'évolution des systèmes socio-techniques d'exploitation : le réseau ferré**

L'étude, menée avec le GIP Mutations industrielles, à partir d'analyses concrètes sur les réseaux automatisés ou en voie d'automatisation de Lille et de Lyon, devrait déboucher en 1988 et permettre de mieux discerner l'évolution nécessaire des métiers dans le cadre de l'AIMT (Automatisation Intégrale du Mouvement des Trains).

### **Le travail de l'encadrement**

Deux recherches sur « les nouvelles technologies et le travail de l'encadrement » et sur « l'exercice des responsabilités de cadres », effectuées par des sociologues des organisations et du travail (CNRS, Cnam), réalisées en 1987, ont permis une analyse précise et concrète des grands problèmes liés à l'évolution des territoires de responsabilité de l'encadrement.

## Prospective

La rapide évolution des technologies et de la société remet en cause nos compétences et nos référentiels. Les entreprises se doivent de faire de constants efforts d'adaptation, tant à propos de leurs produits, que de la façon dont elles les présentent sur le marché.

La RATP s'est engagée depuis 1983 dans une vaste réflexion prospective basée sur une approche systémique et pluridisciplinaire autour de deux axes principaux, le premier tourné vers l'environnement : Crise de l'Urbain, Futur de la Ville, le second tourné vers l'entreprise : Réseau 2000.

### Séminaire « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville »

Lancé à l'automne 1983, à l'initiative de la RATP et pour l'aider à élargir sa réflexion aux questions sociales, économiques et culturelles et l'inscrire dans une perspective à long terme, le séminaire « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » s'est poursuivi en 1984 et 1985, réunissant une fois par mois des responsables de l'aménagement et des transports, des universitaires et des chercheurs en sciences de l'homme et de la société, autour des thèmes : crise économique et crise urbaine ; ville et jardins ; le sale et le propre ; imaginaire de l'insécurité et idéologie sécuritaire ; ville et transport ; ville et médias ; mythologie urbaine ; fiction urbaine ; la ville, art et esthétique ; la maîtrise du temps ; marginalité et innovation sociale ; planification urbaine et projets. Ces travaux ont été publiés dans la revue « Temps Libre »<sup>(31)</sup>.

Au cours des années 1984-1987, trois colloques ont été organisés ; ils ont constitué des « temps forts » dans le processus de recherche et de collaboration, permettant de croiser diverses dé-

marches et de faire se rencontrer leurs acteurs.

Le premier de ces colloques s'est tenu en novembre 1984 à Royaumont<sup>(32)</sup>, autour de trois thèmes :

- la ville comme espace-temps de stratégies ;
- l'imaginaire de la ville ;
- le projet « Réseau 2000 » de la RATP.

Il a permis, via notamment le projet « Réseau 2000 », l'établissement de liens de travail plus étroits entre responsables et chercheurs de la RATP et universitaires.

En juin 1985, un second colloque — dont les actes ont été publiés sous le titre « Métamorphose de la ville »<sup>(33)</sup> — a été organisé au Centre culturel international de Cerisy, autour de six ateliers :

- les thèmes émergents en urbanisme ;
- la ville et les mémoires de demain ;
- l'enjeu des réseaux ;
- les acteurs du réseau ;
- l'évolution de la notion de service public ;
- les nouvelles technologies de la communication.

Il a permis tout à la fois une synthèse après deux années de travail du séminaire et une ouverture vers de nouveaux thèmes de recherches et de nouvelles formes de coopération. Quatre axes de recherches et d'expérimentations ont

(29) Impact des technologies nouvelles sur les emplois du secteur tertiaire à la RATP - E. Leloup - RATP Études/Projets - octobre-novembre-décembre 1985.

(30) Le travail et ses représentations à la RATP : les secteurs d'entretien de la Direction du génie civil - G. Santilli.

Le travail et ses représentations à la RATP : les secteurs d'entretien de la Direction des équipements électriques - D. Chave et G. Santilli.

L'évolution des représentations du travail d'entretien (matériel roulant du réseau ferré de la RATP) - E. Charron, M. Freyssonnet et F. Imbert.

L'évolution des représentations du travail d'entretien (matériel roulant du réseau routier de la RATP) - E. Charron et F. Imbert.

(31) Temps Libre n° 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14.

(32) Crise de l'Urbain, Futur de la Ville - Édition Economica - 1985.

(33) Métamorphose de la ville - Édition Economica - 1987.

(34) Actes du séminaire « Services publics et espaces collectifs : modèles de gestion et cultures d'entreprise ».

été retenus à l'issue de ce colloque et selon ses recommandations :

- modes de vie et mutations urbaines,
- réseaux, acteurs et territoires du transport et de la communication,
- services publics et espaces publics : modèles de gestion et culture de l'entreprise,
- le réseau de vidéocommunications, lieu d'expérimentation sociale.

Le premier a donné lieu à l'élaboration d'un « état de la question », sous forme d'enquêtes auprès d'universitaires et de responsables d'entreprise. Il se prolonge, à partir de l'automne 1987, par un séminaire « Modes de vie, Mutations urbaines, Anticipation stratégique » organisé conjointement par la RATP, la SNCF et le MELATT.

Le deuxième axe de recherches a été mis en œuvre par les groupes « Conception de réseaux » et « Acteurs du réseau » qui ont réuni chercheurs de la RATP et chercheurs extérieurs dans le cadre du projet « Réseau 2000 » (voir ci-après).

Sur le troisième axe, un séminaire se réunit chaque mois, depuis novembre 1986, à l'Université Paris-Dauphine, associant plusieurs entreprises de service public et des universitaires (RATP, DGT, SNCF, EDF, Caisse des Dépôts, IRIS, INRETS). Les premières séances ont été consacrées à : les usagers du service public : différenciation et égalité de traitement ; service public et monopole ; les services collectifs urbains entre privatisation et décentralisation ; le service public et la gestion de l'innovation ; culture d'entreprise et syndicalisme — le syndicalisme entre le corporatisme et le changement ; culture professionnelle et culture technique ; culture d'entreprise et gestion du personnel<sup>(34)</sup>.

Le thème général de ce séminaire pour 1987-1988 est : « Innovier et entreprendre dans les services publics ».

Enfin, en septembre 1987, a eu lieu à Cerisy le troisième colloque

du séminaire. Ses thèmes principaux étaient :

- nouvelles technologies de communication et vie urbaine ;
- modes de vie et mutations urbaines ;
- la ville enjeu de pouvoir.

Il a permis également de procéder à un premier bilan des axes de recherches lancées après 1985 (réseaux, services publics). A l'issue de ce troisième colloque, il a été décidé de reprendre pour l'année 1988 la formule du séminaire mensuel.

Les apports du séminaire « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » pour l'entreprise sont de divers ordres :

- il s'agit d'abord d'une ouverture intellectuelle, culturelle et prospective aux problèmes de l'urbain, profitable notamment dans le cadre des relations nouvelles que la RATP souhaite entretenir avec sa clientèle, et plus largement avec les citadins ;
- ces réflexions permettent de mieux approcher le nouveau contexte gestionnaire auquel la RATP doit faire face ;
- elles sont également un apport à des démarches de recherche plus spécifiques sur l'enjeu des réseaux dans la cité de demain (notamment en banlieue), l'évolution vers la communication, le rôle des acteurs (relation agents/voyageurs), et la culture d'entreprise (rôle et place du service public).

Il faut enfin souligner le fait que le séminaire Crise de l'urbain, futur de la ville est un lieu de mise en place de nouvelles méthodologies de travail par l'instauration d'un dialogue entre responsables d'entreprises et universitaires et entre sciences de l'ingénieur et sciences de l'homme et de la société.

## Réseau 2000

Initialisé fin 1982, le projet de recherche global et prospectif Réseau 2000 vise à préparer le futur de l'entreprise RATP, confrontée à un environnement en profonde évolution, en explorant de manière élargie ses rapports au

monde, aux institutions, aux voyageurs, à son personnel.

Ce projet transversal conduit par des équipes pluridisciplinaires, géré et animé par un groupe pilote et un comité directeur où sont représentées toutes les directions de l'entreprise a, après une première phase (1983-84) d'exploration très ouverte qui avait permis de définir un champ de travail et de problèmes et de poser un certain nombre de « jalons »<sup>(35)</sup>, lancé la seconde phase (1985-86) avec un objectif de « consolidation » : approfondir de manière sélective la recherche ; mais aussi mettre à l'épreuve les acquis de la première phase, en démontrant l'utilité pour l'entreprise, en travaillant avec les services opérationnels sur des problèmes choisis avec eux.

C'est en ce sens qu'ont été conduites des « recherches-action », qui constituent la dimension propre de cette seconde phase, dont l'activité comprend trois domaines :

- des recherches-action, menées en collaboration étroite avec les directions et services concernés : « Station 2000 » ; « Fonction commerciale locale au réseau routier » ; « Profils de cadres et gestion des carrières » ;
- des recherches spécifiques, réalisées avec l'aide de chercheurs et universitaires en prolongement des

recherches de la première phase sur des thèmes précis : « Conception de réseaux » ; « Les acteurs du réseau » ; « L'analyse socio-historique de la RATP » ;

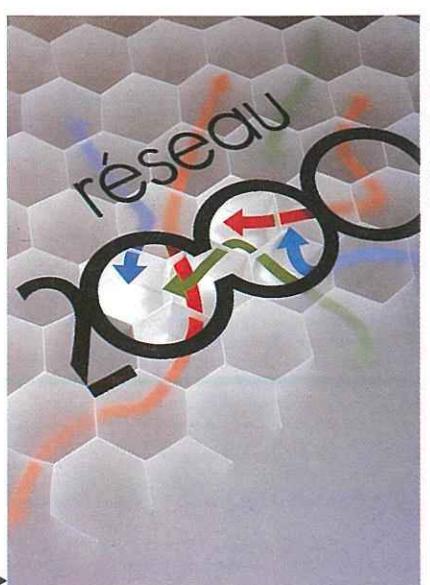
— une activité d'apprentissage et communication, qui a pris des formes diverses : publications (internes et externes) et présentations-débats en divers lieux, quelques productions vidéo, une formule expérimentale de formation avec un service d'études de la RATP et également la mise au point et l'animation d'une nouvelle formule du « stage d'accueil » des cadres nouvellement embauchés ou promus, dont l'objectif est de leur montrer et de leur faire « vivre » l'entreprise dans toutes ses dimensions, transversale, rétrospective et prospective.

Un premier bilan des travaux de la seconde phase ayant été publié<sup>(36)</sup>, seuls sont rappelés ici les enjeux des recherches-action et énumérées les études ayant contribué aux recherches spécifiques.

## Les recherches-action

Réalisée avec l'aide du Centre de Gestion Scientifique de l'École des Mines, la recherche « Station 2000 » s'est constituée autour de la question : « Quelle stratégie de développement peut-on concevoir pour les stations de métro ? », en partant d'un constat : les évolutions sociologiques et technologiques récentes ont transformé la mission du réseau de transport collectif qui est passé du « transport pur » à la « prise en charge du déplacement », donnant une place plus importante au « non-mouvement » (information, accueil, animation, sécurité, commerces...). La station de métro se trouve dès lors au carrefour de mutations technologiques (robotique, monétique, câble...), commerciales (nouveaux services, vidéo...) et organisationnelles (modalités d'intervention des différentes équipes qui y opèrent), qui en font l'enjeu de multiples logiques d'acteurs, internes et externes.

Un réexamen de « l'objet station » envisagé comme un tout — un système socio-technique,



plongé dans un environnement transport (le réseau) et un environnement urbain (le quartier), et chargé de certaines missions — a mis en évidence une différenciation croissante des stations (variété des équipements techniques, des clientèles, des rôles au sein du réseau, des implantations de commerces, etc.) qui heurte dans une certaine mesure le « modèle traditionnel », fondé sur l'homogénéité, qui conduisait à une gestion simple, fiable et égalitaire des stations et de leur personnel.

A partir de cette analyse, des outils de gestion et de modifications organisationnelles ont été proposés, dont certains ont été intégrés dans les expérimentations en cours sur le « nouveau service en station ». Enfin, après l'examen des réflexions prospectives qui se sont succédées sur le thème depuis une quinzaine d'années, a été construit un « crible d'acceptabilité » pour tout scénario d'évolution de cet objet multifacettes qu'est la station. C'est sur cette base qu'a été en dernier lieu élaboré un « scénario-cible » qui offre une perspective à long terme intégrant les différentes contraintes et pouvant servir de base de discussion féconde entre les divers acteurs.

La recherche sur « La fonction commerciale locale au réseau routier » s'appuie elle aussi sur l'évolution du contexte, en termes géodémographiques (importance croissante d'une banlieue « éclatée »), sociologiques (revendication de services plus différenciés) et économiques (développement plus intensif qu'extensif). Cela se traduit par la nécessité pour l'entreprise de renouer un contact plus étroit avec ses publics, contact que la conception traditionnelle du service public a eu tendance à distendre au cours des années passées. Sur cette base, la démarche s'est articulée autour d'un certain nombre d'hypothèses (qu'elle s'est attachée à valider et à exploiter) :

- travailler au niveau du « local », pour en accroître la capacité

d'action et l'articuler finement au niveau global et central ;

— prendre la notion « fonction commerciale » dans un sens *a priori* très ouvert ;

— ne pas créer, ou entretenir, au niveau local, de clivage entre la fonction commerciale et les autres fonctions, notamment de production du transport.

Cette recherche-action portait essentiellement sur les modalités d'une évolution « en profondeur », puisque celle-ci touche aux structures mais aussi et surtout à la « culture traditionnelle de l'entreprise », pour laquelle la dimension commerciale ne va pas nécessairement de soi, et doit en tout cas être définie d'une manière spécifique, appropriée au contexte. C'est pourquoi le dispositif et le processus de travail d'une telle recherche comptent autant sinon plus que son contenu propre.

La première étape a consisté ainsi en une analyse des « représentations » de la fonction commerciale que peuvent se faire les divers acteurs concernés, locaux et centraux, internes et externes. Des « études de cas » permirent ensuite d'appréhender l'articulation entre les diverses « logiques d'acteurs » et les conflits qui peuvent apparaître. Après une large discussion de ces analyses, des « scénarios contrastés » furent élaborés et discutés. Finalement, cette démarche a contribué fortement à la décision de lancement d'une expérimentation d'action commerciale locale dans un « secteur pilote » de la banlieue sud, et à l'élaboration d'un protocole d'expérimentation.

Réalisée avec l'aide du CRG (Centre de Recherche en Gestion) de l'École Polytechnique, la recherche sur « Profils de cadres, va-

leurs collectives et gestion des carrières » part d'une hypothèse de base : la gestion des carrières est au moins potentiellement un « levier stratégique » important au service de l'évolution de l'entreprise.

Par ailleurs, elle évitait de se limiter aux aspects « instrumentaux » de la gestion des carrières (systèmes d'évaluation), pour s'intéresser aussi aux valeurs portées, implicitement ou explicitement, par tout système de gestion. Dans un premier temps, il s'est agi d'appréhender la manière dont les cadres de l'entreprise se représentent les carrières et leur gestion, et donc les valeurs sous-jacentes (l'image du « bon cadre »). Il est dès lors très vite apparu que les actions de changement ne devaient pas seulement porter sur les outils de gestion, mais aussi sur leur « visibilité » et, plus généralement, sur l'usage de tels outils aux divers niveaux de l'entreprise.

Dans le cours de l'année 1987, ces recherches-action se sont prolongées, et un certain nombre d'autres thèmes ont été abordés :

— la station et la « gestion des accès », sous ses multiples aspects techniques, tarifaires, organisationnels et socio-professionnels ;

— analyse exploratoire de l'« automatisation intégrale du mouvement des trains », ses répercussions potentielles sur le « système métro » dans ses divers aspects ;

— préparation d'une exposition au dépôt d'autobus « Floréal » sur le métier du routier et son histoire, dans un contexte local ;

— développement d'outils de description et d'évaluation des performances « connectives » des réseaux de transport en commun (adaptés au cas du projet « secteur pilote ») ;

— étude exploratoire sur le « métro aérien » comme cas d'interface physique entre le métro et la ville, et élargissement aux questions d'architecture et d'esthétique ;

— étude des « commerçants du métro », en tant que « milieu » spécifique, et leur rôle dans la vie des stations.

(35) *Parcours des recherches - G. Vignaux - Revue RATP Études/Projets - janvier-février-mars 1985.*

*Jalons pour une prospective - G. Amar - Revue RATP Études/Projets - avril-mai-juin 1986.*

(36) *L'action prospective : premier bilan des travaux de la seconde phase du projet Réseau 2000 - Dossier dirigé par G. Amar - revue RATP Études/Projets - juillet-août-septembre 1987.*

## Les recherches spécifiques

L'analyse socio-historique de la RATP, qui a bénéficié d'une aide du Ministère chargé de la recherche, a été développée selon cinq thèmes :

- « *La RATP, l'État et les collectivités locales (1945-1985) : trois âges et quatre contraintes* » par Michel Margairaz ;
- « *Trajectoires sociales et culture d'entreprise à la RATP* » par Christine Tillie ;
- « *L'analyse anthropologique d'un dépôt d'autobus* » par Agnès Guiche et Noëlle Gérôme ;
- « *Féminin/Masculin à la RATP* » par Martine Martin ;
- « *Innovations technologiques à la RATP* » (titre provisoire) par Georges Ribeill.

Les groupes de travail pluridisciplinaires qui se sont réunis sur « la conception du réseau » et sur les « acteurs du réseau » ont débouché sur de nombreuses études :

- en ce qui concerne le groupe « Conception de réseau » :
  - « *L'évolution de la conception de réseau* » par Georges Amar ;
  - « *Réseaux et Modèles* » par Éric Tardivel ;
  - « *Bus, Réseaux, Territoires* » par Isaac Joseph ;
  - « *Usagers et conception de réseau* » par Monique Fichelet ;
  - « *Contribution à une économie de réseau* » par Christian Chapirot et Pascal Auzannet ;
  - « *Vers un renouveau des stratégies de réseaux* » par Franck Scherrer ;
  - « *Réseaux à organisation polaire : évaluation des performances topologiques* » par Nicolas Stathopoulos ;
  - « *Villejuif - Louis Aragon : un complexe d'échanges ?* » par André Peny, Bruno Le Corre, Gilles Barouch et Christian Chapirot.

- en ce qui concerne le groupe « Les acteurs du réseau » :
  - « *Métro-mémoires* » par Henri-Pierre Jeudy, Anne Cauquelin et Luiz Felipe Baeta Neves Flores ;
  - « *L'enjeu station ou la station de métro comme espace public* » par Isaac Joseph ;

- « *Normes de travail, pratiques de production et de consommation* » par Florence de Peslouan ;
- « *Le droit dans l'espace métropolitain* » par Yves Lemoine ;
- « *Le réseau des transports parisiens : territoires et cartographies mentales* » par Georges Vignaux ;
- « *Anthropologie des lieux - Contribution à l'étude des pôles banlieue* » par Philippe Jarreau ;
- « *Métro Bazar : les commerçants du métro parisien* » par Laurence Costes ;
- « *Le métro, empire des signes* » par Eliséo Véron.

Toutes ces études ont donné lieu à des rapports internes.

Parmi toutes les activités qui concourent à la dynamique d'évolution de l'entreprise, la prospective s'en différencie par sa spécificité : enrichir et renouveler les « manières de percevoir » des divers acteurs afin de rendre possible, de préparer à l'avance des évolutions en profondeur selon trois modalités : la fonction exploratoire, la fonction communication, l'intervention catalytique au moyen des recherches-action.

## Démarche-Organisation-Moyens

L'organisation de la recherche à la RATP est décentralisée : chaque direction possède une ou plusieurs unités d'études spécialisées et mène ses propres actions de recherche dans le cadre de contrats de programme signés avec la Direction générale. À la Direction générale, une mission « Recherche et management des ressources technologiques », appuyée par un réseau transversal à l'entreprise, le GARE (Groupe des Animateurs de la REcherche), anime l'ensemble et prépare les orientations soumises à la Commission de la recherche présidée par le Directeur général adjoint.

Les dépenses totales de recherche et développement se sont élevées à 110 millions de francs en 1985 et à 106 millions de francs en

1986, soit environ 0,8 % du chiffre d'affaires de la RATP. Elles comprennent les dépenses de personnel (= 35 millions de francs par an) et les dépenses externes (matières et prestations) imputées soit sur le budget d'investissement pour les actions de développement, soit sur le budget d'exploitation. Une partie de ces dépenses a été couverte par des aides ou des subventions : 3,2 millions de francs en 1985 et 4,1 millions de francs en 1986. L'effort 1987 a été dans la continuité de 1985 et 1986.

Au plan de la démarche, un effort particulier au cours des trois dernières années a été fait en matière de communication — interne et externe — et d'ouverture vers les partenaires extérieurs.

Les articles publiés et les communications effectuées sont répertoriés en annexe. On se bornera ici à donner un aperçu de la politique d'ouverture vers l'extérieur et de décloisonnement interne à travers quelques exemples : forums et réunions d'information internes, collaboration avec la recherche publique et participation aux programmes nationaux de recherche.

## Les forums et les journées d'information

Conçus pour réunir, indépendamment de tout contexte décisionnel et de manière informelle, des chercheurs, des exploitants et des responsables des divers secteurs de l'entreprise, afin de partager savoirs, savoir-faire et expériences et de réfléchir sur des sujets d'intérêt commun, quatre « forums » ont été organisés autour des thèmes :

— « *L'état de la technique* », avec la participation de Thierry Gaudin du Centre de Prospective et d'Évaluation du Ministère de la recherche, le 30 octobre 1985 ;

— « *Quels métiers en 2005 ?* », avec la participation de Yves Lasfargue, chargé du thème « Transformation des modes de production, du travail et de l'emploi » dans la réflexion Prospective 2005 du Commissariat au Plan et du CNRS, le 7 février 1986<sup>(37)</sup> ;

— « Prospective sur l'utilisation de la carte à mémoire », avec la participation de H. Nora (Bull/CP8), M. Bauvin (Sligos) et A. Turbat (DGT), le 7 mars 1986 ;

— « La RATP face à la propriété intellectuelle : propriété industrielle et droit d'auteur », avec la participation de A. Bertrand (NCR), le 25 juin 1987.

D'autre part, des journées d'information ont eu lieu autour des thèmes plus spécialisés comme l'analyse de la valeur, l'utilisation des fibres optiques en milieu ferroviaire, la recherche aux services du matériel roulant du réseau routier et du réseau ferré, l'introduction de la micro-informatique dans les postes de signalisation de manœuvre...

## Les collaborations avec la recherche publique

Dans ce domaine, les contacts traditionnels avec les organismes de recherche spécialisés et avec l'Université se sont étendus et leurs modalités se sont diversifiées. Rappelons, à titre d'exemples :

— la participation d'universitaires ou de chercheurs du CNRS ou de grandes écoles à de nombreuses recherches économiques et sociales (Réseau 2000, les modèles, les études sur l'évolution des métiers...) mais aussi techniques (transmissions continues en hyperfréquence et transmissions par fibres optiques étudiées avec la collaboration de l'ESE) ;

— la signature, en janvier 1987, d'un accord-cadre de collaboration scientifique avec l'INRETS ;

— la participation du CEA au programme de recherche sur la robotisation du nettoyage.

Une mention particulière doit être faite au séminaire « Crise de l'Urbain/Futur de la Ville » qui a constitué un lieu d'échanges privilégié avec l'Université, ainsi qu'avec d'autres entreprises publiques et des institutions comme le Plan urbain (MELATT), l'INRETS, le Cetur... C'est également dans ce cadre qu'a été créé un prix RATP destiné à récom-

penser une thèse de doctorat, un ouvrage publié ou un rapport rendant compte d'une recherche originale sur les problèmes illustrant l'importance des transports dans la société urbaine. Le lauréat 1986 a été Pierre Bouvier pour son ouvrage « Technologie, Travail, Transports : les transports parisiens de masse 1900-1985 » (librairie des Méridiens, Klincksieck). Le prix 1987 n'a pas été décerné.

## La participation à « Tunnel 85-90 »

Ce projet national de recherche et développement dans le secteur du génie civil a été lancé en janvier 1985 sous l'égide du MELATT. Il a pour ambition de permettre en France une mise à niveau des connaissances relatives à la technique du bouclier pour le creusement des tunnels en terrain meuble et aquifère.

La RATP et sa filiale Sofretu, membres du comité scientifique de « Tunnel 85-90 », participent à ce projet national, notamment grâce aux expériences réalisées sur les chantiers de la ligne 1 bis du métro de Lille, dont elles assurent la maîtrise d'œuvre.

## La participation au PRDTTT (Programme de Recherche et de Développement Technologique des Transports Terrestres)

La RATP participe activement à ce programme de recherche, qui favorise les effets de synergie entre l'ensemble des partenaires intéressés, et elle est représentée dans ses différentes instances : comité d'évaluation et de prospective, équipe de liaison, comités de thèmes 3, 4 et 10<sup>(38)</sup>, ainsi que dans les groupes de travail et comités de développement qui leur sont liés.

Dans le cadre du thème 3, devenu ensuite le thème A : « Transports guidés », animé par Louis Guieysse, après les « propositions pour un programme de recherche et de développement en matière d'automatisation des transports guidés » établies fin 1984 dans le rapport de Y. David (CRESTA) et J-P. Perrin (RATP), deux autres rapports ont été élaborés, concernant :

- des « propositions pour un programme de recherche et développement sur la conception des matériels roulants guidés pour transport urbain et suburbain », par J-P. Pascal (INRETS), X. Pielhoff (Alsthom), D. Méaut (Jeumont-Schneider) et D. Langrand (RATP) ;
- « l'orientation des recherches dans le domaine des transports guidés légers pour la desserte des pôles d'activités de petite et moyenne dimension », par A. Bieber (INRETS) et P. Griffé (RATP).

En liaison avec le thème 4, un colloque PRDTTT-AFCET a été organisé à Paris, les 3, 4 et 5 février 1987, sur les « Transports guidés : systèmes, automatismes et communications ».

La forte participation au colloque — plus de 250 personnes — a permis, d'une part, de mesurer l'intérêt que la profession porte à ce programme de recherche national et, d'autre part, d'évaluer la qualité des recherches menées, auxquelles la RATP a fortement contribué. ■

(37) Revue RATP « Études/Projets » - octobre-novembre-décembre 1986.

(38) Thème 3 - Transports guidés : amélioration de l'existant, systèmes nouveaux.

Thème 4 - Transports urbains et régionaux : progrès et décentralisation.

Thème 10 - Sciences sociales appliquées aux transports : organisation d'un système d'observation des transports.

En 1987, les thèmes du programme ont été regroupés ; ainsi le thème 3 fait désormais partie du thème A : « Transports guidés ».

# Annexes

## Publications

### Ouvrages collectifs

- « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » : *Colloque de Royaumont - 1984 - Édition Economica - 1985.*  
« Métamorphose de la Ville - Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » : *Colloque de Cerisy - 1985 - Édition Economica - 1987.*

### Revue RATP Études-Projets

- D. Robillard : « Les systèmes experts » - avril-mai-juin 1985.  
S. Guibereau : « Expérimentation d'un dispositif de synthèse vocale sur un élément MS 61 de la ligne A du RER » - avril-mai-juin 1985.  
J. Bancelin : « TRUC : Transmission de Renseignements Utiles au Conducteur » - octobre-novembre-décembre 1985.  
E. Leloup : « Impact des technologies nouvelles sur les emplois du secteur tertiaire à la RATP » - octobre-novembre-décembre 1985.  
B. Girard, A. Laugier, G. Sitruk : « La micro-informatique à la RATP » - janvier-février-mars 1986.  
A. Cote : « Le système Marstel » - avril-mai-juin 1986.  
G. Amar : « Jalons pour une prospective » - avril-mai-juin 1986.  
M. Barbier, G. Chaldoreille, J.-P. Godard, M. Mathieu : « La CAO : un exemple à la RATP » - juillet-août-septembre 1986.  
P. Auzannet : « Le compte transport de voyageurs : un outil de comptabilité régionale » - avril-mai-juin 1987.  
J. Dekindt : « Remarques sur les usages et l'appropriation du réseau » - juillet-août-septembre 1987  
(extrait du dossier « L'action prospective 1 : premier bilan des travaux de la seconde phase du projet réseau 2000 » paru dans le même numéro).

### Revue Temps Libre (\*)

- J. Tissier : « L'agent de station, le métro et la ville » (n° 10).  
M. Gérard : « Transports et urbanisme » (n° 10).  
M. Barjansky : « Histoire, mission et transports » (n° 10).  
J. Banaszuk : « L'art de la rue » (n° 12).  
J.-P. Mercier : « Gestion du temps et irrégularités » (n° 13).  
Y. Kaminagai : « Médias et perception du temps » (n° 13).

J. Vivier : « Transports urbains et planification nationale » (n° 14).

M. Barbier : « Vingt ans de planification des transports collectifs en région parisienne » (n° 14).

J. Dekindt : « Marginalité et métro » (n° 14).

### Autres revues

D. Gabay : « Récupération de chaleur sur l'air extrait du métro » - *Revue Générale du Froid - avril 1985.*

J. Flahaut, D. Gabay : « Récupération d'énergie dissipée en tunnel pour le chauffage des bâtiments riverains » - *Revue Générale des Chemins de Fer - octobre 1985.*

Y. Amsler, P. Auzannet : « Compte transport de voyageurs en région Ile-de-France » - *Les cahiers scientifiques de la revue Transport - novembre 1985.*

G. Amar : « Essai de modélisation conceptuelle d'un réseau de circulation » - *Cahier Réseaux n° 3 - novembre 1985.*

G. Canal : « Le confort des sièges d'autobus » - *Revue Soframetra - janvier 1986.*

A. Sniter : « Description du système ARAMIS, réalisation du CET » - *Revue annuelle Avenir 1986 publiée par l'INRETS.*

J. Flahaut, C. Parfait : « Surveillance sanitaire du métro » - *Revue Générale des Chemins de Fer - janvier 1986.*

M. Rizzi, A. Saporito : « Variation des temps de parcours et changement de tableaux de marche » - *Revue TEC n° 75 - mars/avril 1986.*

J. Dekindt : « Quelle morphologie urbaine pour quels transports collectifs ? » - *Revue L'usine et la ville - juin 1986.*

J. Dekindt : « Vidéo cannibale » - *Revue d'Esthétique n° 10 - juillet 1986.*

A. Chesnoy, P. Forin (Matra), A. Gazet (SNCF) : « Prototype de pilotage automatique des trains : du contrôle de vitesse à la conduite intégrale » - *Revue Générale Électrique - juillet/août 1986.*

M. Rizzi, A. Saporito : « Bus, mieux progresser en milieu perturbé » - *Revue Transport public n° 841 - septembre 1986.*

G. Cervoni, N. Vincent : « Lutte contre l'usure ondulatoire des rails : proposition d'une approche globale liant la voie et le matériel roulant » - *Revue Générale des Chemins de Fer - octobre 1986.*

A. Ugolini : « Application des fibres optiques à la RATP dans le domaine des télécommunications » - *Revue Générale des Chemins de Fer - novembre 1986.*

D. Gabay, G. Larminay (EDF) : « Opération de récupération de chaleur à Pantin-Courtois » - *Revue Applications électriques dans le résidentiel et le tertiaire - décembre 1986.*

J. Dekindt : « Remarques sur la notion de réseau » - *Revue Action et recherche en sciences sociales - décembre 1986.*

E. Heurgon, G. Amar : « Réseau 2000 : une démarche systémique appliquée à la ville et au transport » - *Revue internationale de systémique n° 1 - janvier 1987.*

G. Amar, Ch. Chaumereuil : « Réseau 2000 : l'apprentissage du futur » - *Revue Le rail et le monde n° 45 - mai 1987.*

J. Dekindt : « Conflito simbolico e imaginario educacional : o caso do metrô de Rio de Janeiro » - *Forum educacional vol. 11, n° 2 - avril/juin 1987 - Rio de Janeiro fundação Getulio Vargas.*

### Publications universitaires

L. Denis : « Approche qualitative pour l'élaboration d'une stratégie de transports en commun - Application à la promotion de l'autobus en heures creuses » - *Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle de l'université Paris-Dauphine - 1985.*

E. Tardivel : « Polarisation de l'espace et transport public urbain en banlieue parisienne » - *Mémoire de DEA - École nationale des ponts et chaussées - juin 1985.*

J. Bouattour : « Étude de perturbations électromagnétiques externes et internes engendrées sur du matériel ferroviaire » - *Thèse de doctorat de l'université Paris VI - juillet 1986.*

A. Larrain : « Autobus et Territorialité : de la perception à l'aménagement du réseau de surface des transports parisiens » - *Rapport de DEA Géographie et Aménagement - université de Paris I - mai 1987.*

(\*) 30, rue de Condé, 75006 Paris.

## Communications

### Colloque de Royaumont - novembre 1981<sup>(1)</sup>

- L. Guieysse* : « Le projet Réseau 2000 ».  
*G. Amar* : « Formatages et singularités : concept et conception de réseaux ».  
*J. Dekindt* : « Rites et réseaux ».  
*J. Vivier* : « Aspects économiques et cultures de la crise du service public ».  
*M-H. Foucault* : « Trajets quotidiens aujourd'hui ».  
*M. Gérard* : « L'imaginaire dans les projets urbains ».  
*J. Banaszuk* : « Ville et science-fiction ».  
*C. Quin* : « D'une entreprise de transport à une entreprise de communication ».

### Colloque de Cerisy - juin 1985<sup>(2)</sup>

- P. Arnaud* : « Réseau et transports en commun dans la région parisienne ».  
*G. Amar* : « Concept de réseau - concept de système ».  
*C. Guibert, A. Roussel* : « Interface homme-machine dans la production du transport ».  
*L. Marchand, J. Vivier* : « Le service public des transports collectifs urbains ».

### Colloque AFCET/PRDTTT - « Transports guidés : systèmes, automatismes, communications » - février 1987

- (la plupart de ces communications ont été reproduites dans le précédent numéro de notre revue)*
- C. Galivel (RATP), B. Rambaud (Jeumont-Schneider)* : « Le SACEM : Système d'Aide à la Conduite à l'Exploitation et à la Maintenance ».  
*A. Sniter (RATP), M. Saloin (Matra)* : « Le système ARAMIS ».  
*C. Hennebert (RATP), R. Troy (Verilog)* : « De nouveaux outils : atelier de qualification de logiciels ».  
*J. Detroye* : « SAE et procédures de régulation : localisation discrète et régulation par anticipation ».  
*J. Bancelin* : « Architecture informatique des matériels roulants futurs ».  
*Ph. Bibal (RATP), Y. de Kermadec, G. Thomas (Soulé)* : « Le système SK de transport à courte distance ».

- J. Plagne (RATP), P. Patin, J-F. Rogel, J-E. Le Soudeur (Alsthom-ACB)* : « Le Trottoir Roulant Accéléré TRAX ».  
*D. Silhol* : « Vidéoplan, l'aide au trajet terminal ».  
*Y. Noël* : « Caisses allégées ».  
*D. Langrand* : « Nouvelles architectures mécaniques : essieux orientables ».  
*C. Canal* : « Nouvelles perspectives en matière de transmission de puissance pour autobus urbain ».  
*J-P. Ragueneau* : « Moteur-roue (transmission hydrostatique) - Applications aux métros ».  
*J-L. Cibot (RATP), D. Minesi (Matra)* : « Le moteur à réluctance variable ARAMIS ».  
*P. Griffe (RATP), J-P. Pascal (INRETS), B. Jamet (Matra)* : « Moteur linéaire et sustentation magnétique ».

### Colloque de Cerisy - septembre 1987

- J. Dekindt* : « Palimpseste du testament de la ville ».  
*J. Dekindt* : « Remarques sur les usages et l'appropriation du réseau métropolitain ».  
*G. Amar* : « Concept et conception de réseaux de transport : crise et mutation ».  
*J. Journet* : « Généalogie du financement local ».  
*I. Joseph* : « Réseaux ».  
*L. Marchand* : « L'évolution de la politique du déplacement en région parisienne ».

### Autres

- R. Châtenet* : « Transmission hydrostatique » - Congrès hydraulique automobile - Angers - 1985.  
*G. Canal* : « L'autobus de l'an 2000 » - 46<sup>e</sup> congrès de l'UITP - Bruxelles - mai 1985.  
*D. Bouf (LET Lyon II), L. Gargaillo (RATP)* : « Les modèles Quinquin » - Journées thématiques du CETUR : « Évaluation de l'efficacité économique des politiques de déplacement » - décembre 1985/avril 1986.  
*G. Canal* : « Système hydraulique d'accumulation d'énergie » - Séminaire « Chef d'ateliers » - Brest - juin 1986.

*G. Canal, R. Châtenet* : « Transmissions de puissance : historique et perspectives » - Société des ingénieurs de l'automobile - février 1987.

*E. Guillaume, A. Peny* : « Les recherches-action de Réseau 2000 » - Colloque de l'IRESKO (sur les sciences sociales dans l'entreprise) - avril 1987.

*G. Amar* : « L'évolution de la conception des transports urbains » - Congrès « Innovations technologiques et ville du futur » - Bologne - novembre 1987.

*G. Amar, A. Hatchuel* : « Le rôle de la prospective » - Cycle Information/Rencontre des cadres dirigeants - novembre 1987.

(1) Les actes de ce colloque ont été publiés sous le titre « Crise de l'Urbain, Futur de la Ville » - Édition Economica - 1985.

(2) Les actes de ce colloque ont été publiés sous le titre « Métamorphose de la Ville » - Édition Economica - 1987.

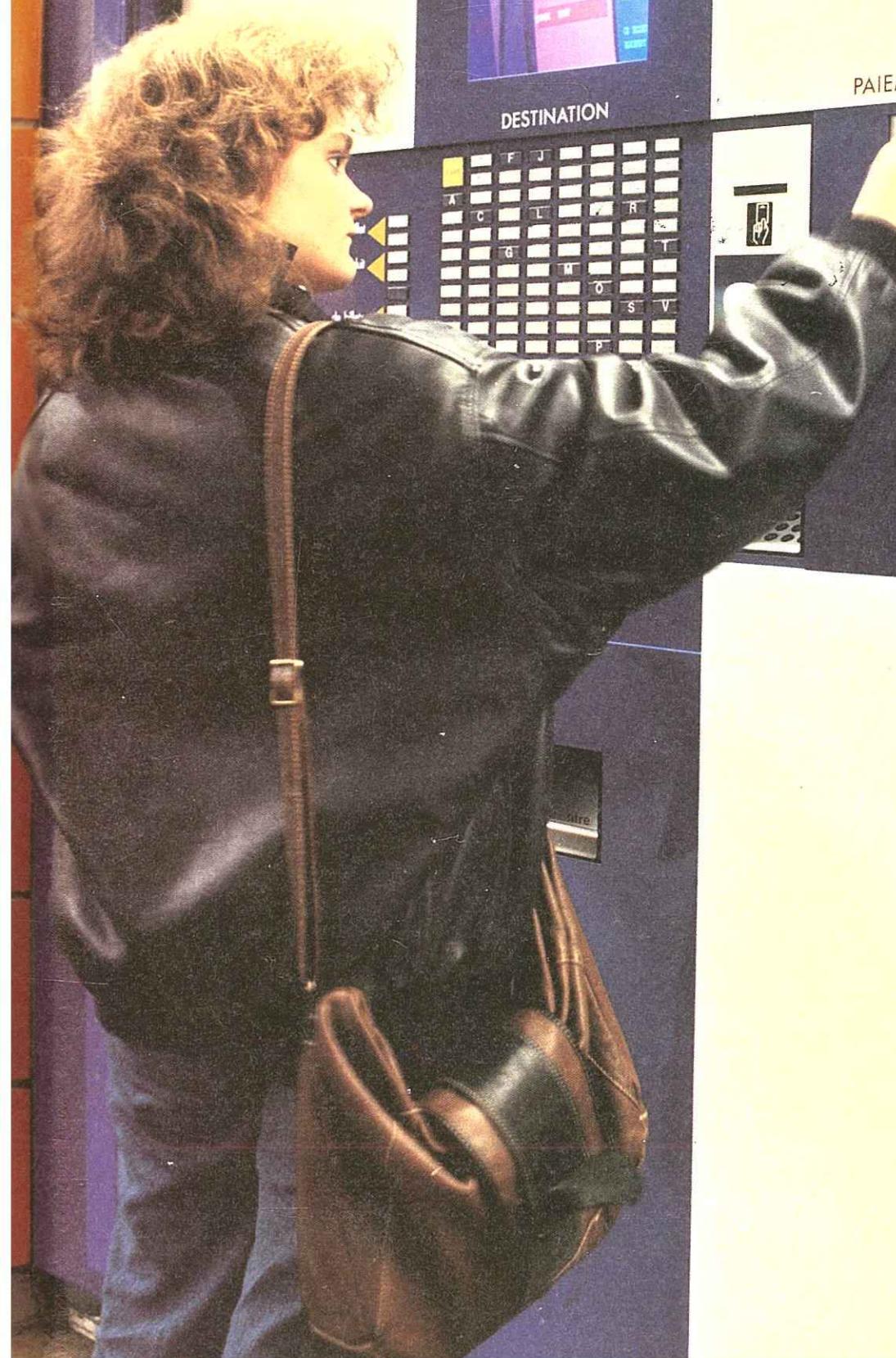
MIREIA A B C D



DESTINATION

	F	J
A	C	L
	E	R
G	H	T
	I	O
	S	V
P		

PAIEMENT



## NOUVELLES DE LA RATP

### MISE EN SERVICE D'UNE NOUVELLE GÉNÉRATION D'APPAREILS DISTRIBUTEURS DE TITRES DE TRANSPORT

**L**A RATP vient d'installer dans la gare de Rueil-Malmaison, sur la ligne A du RER, trois appareils distributeurs à l'usage du public ADUP d'un modèle nouveau, fabriqués par la Société « Électronique Serge Dassault ».

Deux innovations caractérisent ces trois appareils :

- ils délivrent, outre les billets à l'unité ou en carnets, les coupons de carte orange mensuels et hebdomadaires ;

- ils acceptent le paiement par carte bancaire.

Deux d'entre eux acceptent de plus le paiement en espèces.

Ces nouveaux distributeurs de titres de transport comportent, sur leur face avant, un écran couleur sur lequel s'affichent, d'une part, leur mode d'emploi, d'autre part, l'achat demandé. Chaque appareil est raccordé au centre de traitement de la comptabilité centrale et au calculateur qui traite les paiements par carte bancaire.

RATP - Dumax



Le paiement par carte bancaire est, à titre expérimental, accepté à partir d'une somme de 5 francs, alors que le montant minimal reste de 30 francs dans les bureaux de recettes.

Ces matériels de nouvelle génération préfigurent les 124 qui renouveleront progressivement, à partir du mois de septembre 1988, l'équipement de la ligne A du RER, parmi lesquels 70 accepteront les deux modes de paiement (carte bancaire ou espèces) et 54 uniquement la carte bancaire.

Par ailleurs, ils amorcent la modernisation du système de péage dans son ensemble, lequel permettra à terme de mieux répondre à la délivrance des quelque 500 millions de titres de transport vendus chaque année sur le réseau ferré. ■

# EXPLOITATION DU RÉSEAU FERRÉ

## *Construction d'accès supplémentaires sur le RER*

Deux gares du RER viennent d'être dotées récemment d'accès supplémentaires :

- la gare de « La Varenne-Chennevières », sur la ligne A ;
- la gare de « Gentilly », sur la ligne B.

\*\*

L'accès de « La Varenne-Chennevières » a été ouvert au public le 23 février 1988 après une mise en chantier le 14 septembre 1987. Il permet aux voyageurs utilisant le Parking d'Intérêt Régional à trois niveaux surplombant les voies, de se rendre directement sur les quais de la gare sans long cheminement.

Il comprend :

- un petit édicule, situé au troisième niveau du PIR, abritant les équipements de péage ;
- deux escaliers fixes, d'une dénivellation de 6,40 m, reliant l'édicule aux quais ;
- un ensemble de clôtures, réalisé à partir de treillis métalliques soudés.

L'installation a, au total, coûté 2,475 millions de francs hors taxes financés par la Région Ile-de-France (1 MF), le Syndicat des transports parisiens (1 MF) et la RATP (0,475 MF).



Photos RATP - Ardailon



A « Gentilly », les travaux avaient débuté le 2 février 1987. Le nouvel accès a été ouvert le 11 février 1988.

Il débouche à l'extrémité sud de la gare, au niveau du passage supérieur reliant la rue Romain Rolland à la rue Benoît Malon, et il diminue ainsi, pour

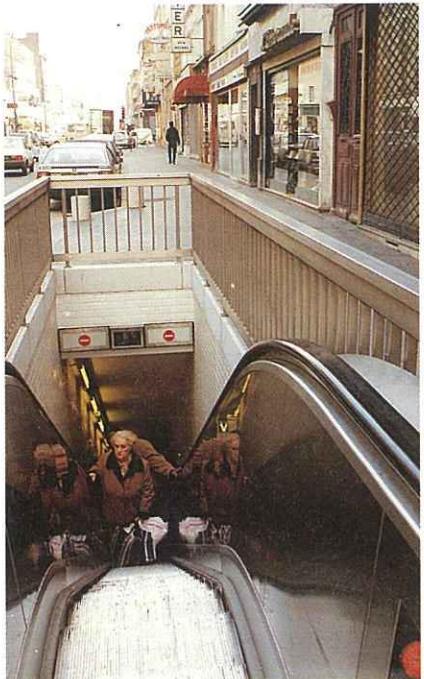
un grand nombre de voyageurs en provenance du centre de la commune, la longueur du trajet nécessaire pour atteindre les quais, le bâtiment principal étant implanté au nord, en bordure du boulevard périphérique.

L'accès est constitué pour l'essentiel d'un édicule à l'intérieur duquel sont installés les équipements de péage ; les liaisons avec les quais sont réalisées par des escaliers fixes.

Le coût total de cette réalisation s'est monté à 6,6 millions de francs hors taxes, le financement ayant été assuré à 50 % par la Région Ile-de-France et à 50 % par le Syndicat des transports parisiens.

### **Installation d'un escalier mécanique à Robespierre**

Un escalier mécanique reliant directement le quai direction « Mairie de Montreuil » à la voirie extérieure a été



mis en service le 29 janvier 1988 à la station « Robespierre », sur la ligne 9 du métro.

Cet escalier mécanique, de type compact, de 0,60 m de largeur de marche et d'une hauteur d'élévation de 8,22 m, améliore le confort des voyageurs sortant de la station, et notamment celui des 250 handicapés légers qui empruntent quotidiennement le métro pour se rendre aux ateliers protégés départementaux desservis par la ligne.

L'appareil, qui débouche face aux n°s 179-181 de la rue de Paris à Montrouil-sous-Bois, est télécommandé et télévisualisé depuis le bureau de la station.

L'opération a duré environ 23 mois (à partir du 24-02-86) et a coûté 7,87 millions de francs hors taxes. Elle a été prise en charge pour 3,4 MF par le Syndicat des transports parisiens, et pour les 4,47 MF restants par la RATP. ■

## **EXPLOITATION DU RÉSEAU D'AUTOBUS**

### **Créations - Prolongements - Suppressions**

Fin 1987, deux nouvelles lignes ont été créées dans le secteur de Saint-Quentin-en-Yvelines :

— la ligne 463, le 2 novembre, assurant la liaison entre la gare SNCF de Saint-Quentin-en-Yvelines à Montigny-le-Bretonneux et la zone d'activités de Pissaloup à Trappes ;

— la ligne 464, le 14 décembre, reliant la gare SNCF de Saint-Quentin-en-Yvelines également à celle du RER de Saint-Rémy-lès-Chevreuse (ligne B).

La ligne 463, longue de 7,6 km avec trois sections de tarification, fonctionne du lundi au vendredi.

La ligne 464, longue de 19,4 km avec neuf sections, fonctionne quant à elle du lundi au samedi.

Leurs itinéraires sont tous deux situés en totalité dans la zone 5 de la Carte orange.

\*\*



RATP • Chabrol



RATP - Chabrol

Toujours fin 1987, deux lignes de banlieue ont été prolongées : — le 30 novembre, la ligne 196 dans Verrières-le-Buisson, de « Croix Belle-Avoine » à « Ambainvilliers » ; — le 14 décembre, la ligne 410 dans Guyancourt, du rond-point des Saules à l'arrêt « Les Sangliers ».

Le prolongement de la ligne 196, assuré seulement aux heures de pointe, représente une section supplémentaire d'environ 1 km sur la ligne, comprise dans la zone 4 de la carte orange.

Celui de la ligne 410, assuré pendant toute la durée du service, représente lui aussi une section supplémentaire sur la ligne, longue de 1,3 km et incluse en zone 5.

Ce dernier prolongement a été assorti à la même date d'une modification d'itinéraire dans le quartier des Saules à Guyancourt, et d'un léger déplacement du terminus « Gare SNCF de Saint-Quentin » à Montigny-le-Bretonneux.

\*\*

Par ailleurs, il est à noter la cessation de l'exploitation :

— le 16 novembre 1987, de la ligne 641 : « Villepinte (Parc des expositions-RER)/ZAC de Paris-Nord II (Centre commercial) » ; — le 1<sup>er</sup> janvier 1988, des lignes du réseau d'Evry par la RATP (lignes 401, 402, 403, 404, 404 N, 405 et 406).

### *Aménagements réservés à la circulation des autobus*

Au cours de la période novembre 1987-février 1988, ont été mis en service :

- dans Paris, deux couloirs dans le sens de la circulation générale, respectivement rue de Tolbiac et à l'intersection du boulevard Vincent Auriol avec la rue Jeanne d'Arc (13<sup>e</sup> arrondissement), ainsi qu'un site propre latéral unidirectionnel (couloir dans le sens protégé par des bordurettes) sur le boulevard Brune (14<sup>e</sup> ar-

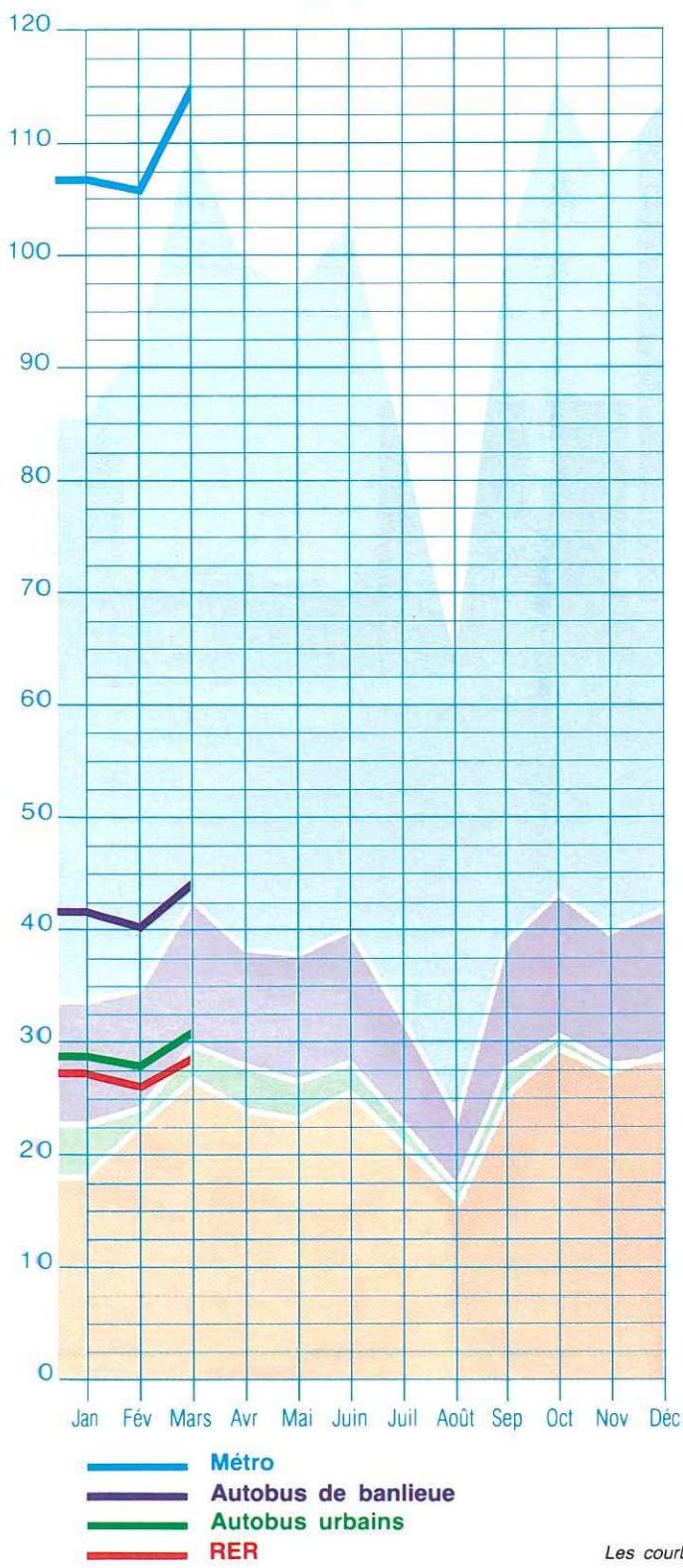
rondissement), représentant 340 m d'aménagements supplémentaires et intéressant les lignes 27, 62, 83 et PC extérieure ;

- en banlieue, cinq couloirs dans le sens de la circulation générale, l'un dans le Val-de-Marne (avenue Maurice Thorez à Champigny-sur-Marne), les quatre autres en Seine-Saint-Denis (deux à Noisy-le-Sec et un à Romainville sur la RN 3, un à Montreuil-sous-Bois sur la RN 302 en prolongement de celui déjà existant), totalisant une longueur de 2 040 m et concernant les lignes 129, 147, 148, 208 A et 247.

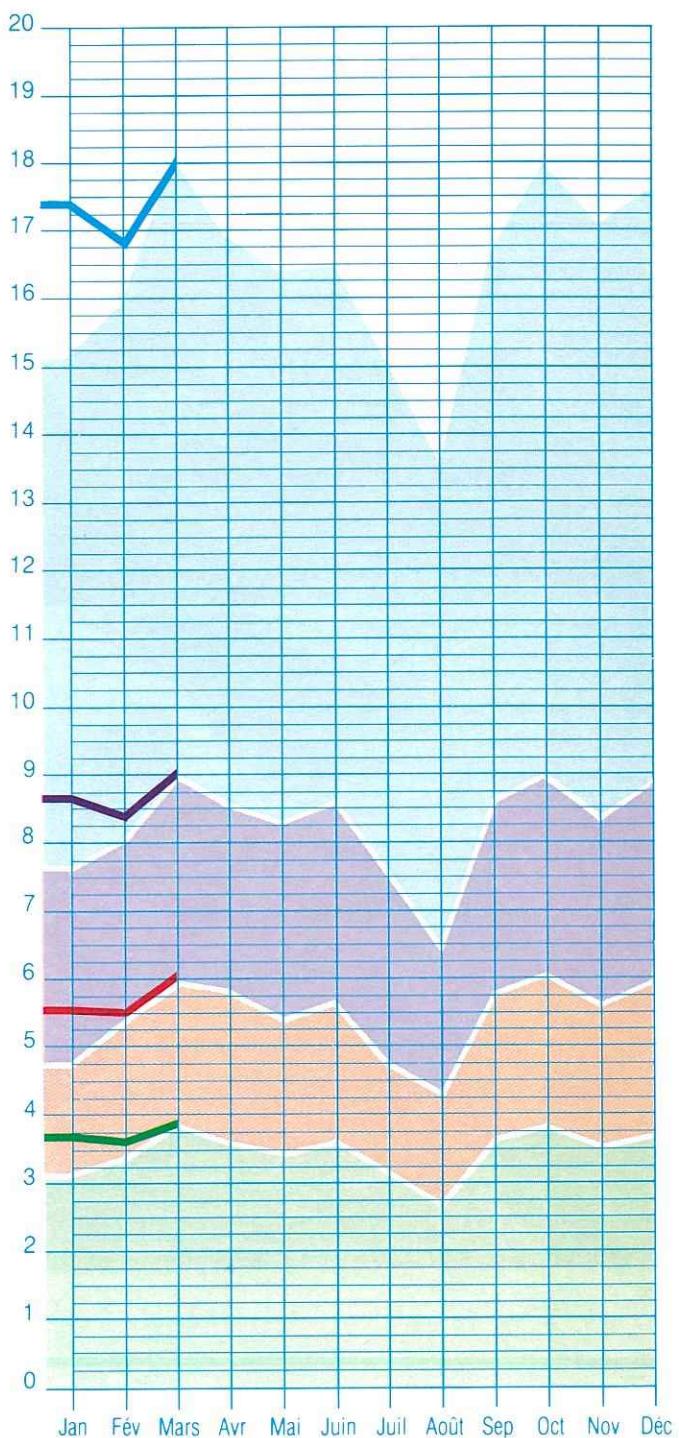
En outre, le couloir dans le sens de 180 m situé boulevard Davout (20<sup>e</sup> arrondissement), entre la rue de Lagny et la Porte de Vincennes, sur les itinéraires des lignes 351 et PC intérieure, a été en décembre 1987 transformé en site propre latéral unidirectionnel par pose de bordurettes. ■

## TRAFFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1988

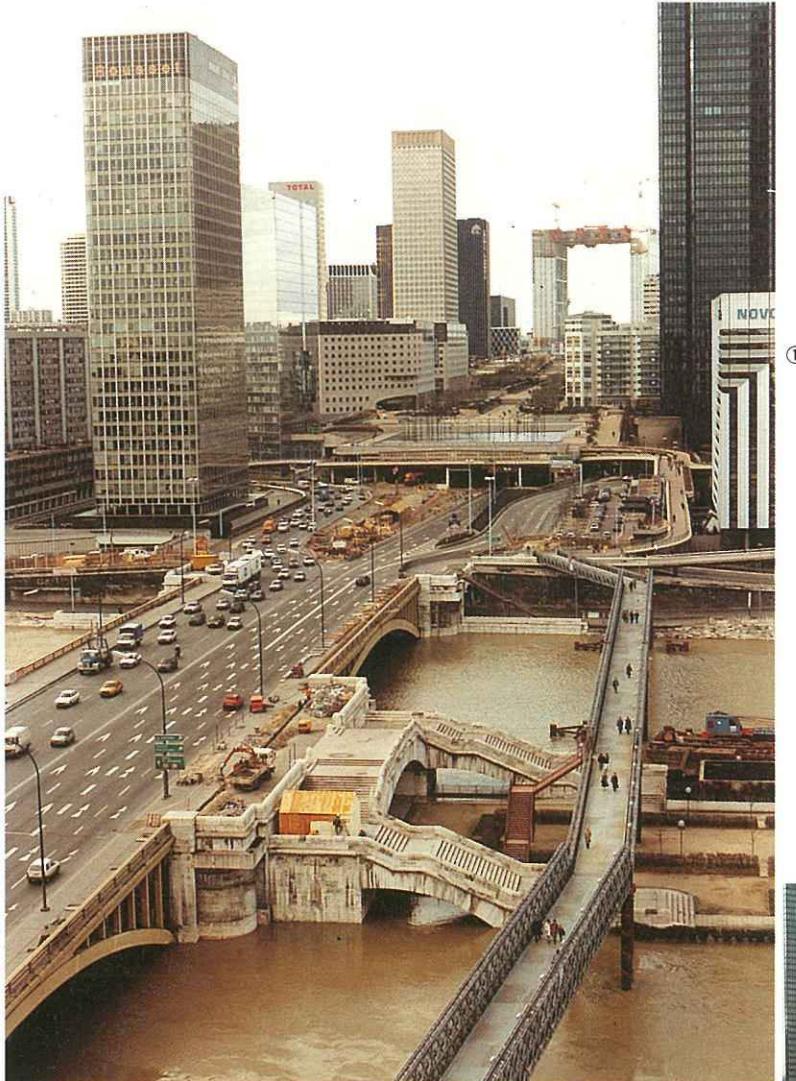
**Millions de voyages effectués**



**Millions de km-voitures**



Les courbes en demi-teintes indiquent les résultats des mêmes mois de l'année précédente.



①

## VUES DES TRAVAUX EN COURS

### *Prolongement de la ligne 1 à La Défense.*

- ① Le pont de Neuilly côté Défense avec passerelle piétons provisoire.
- ② Début d'élargissement de la voie routière sur le pont de Neuilly.

### *Réalisation de l'accès nord de la gare « Saint-Michel ».*

- ③ Travaux d'enduit dans la gaine d'escalier mécanique et de pose de carrelage sur le mur de protection.

②



④

### *Interconnexion avec la SNCF à Nanterre.*

- ④ La gare de Nanterre-Préfecture réaménagée.



⑤



⑥

#### **Construction du poste de redressement de Boissy-Saint-Léger.**

- ⑤ Vue d'ensemble du bâtiment...
- ⑥ ... et de sa façade.

#### **Modernisation de l'atelier central de Championnet**

- ⑦ Montage de la charpente métallique du bâtiment R en cours de reconstruction.

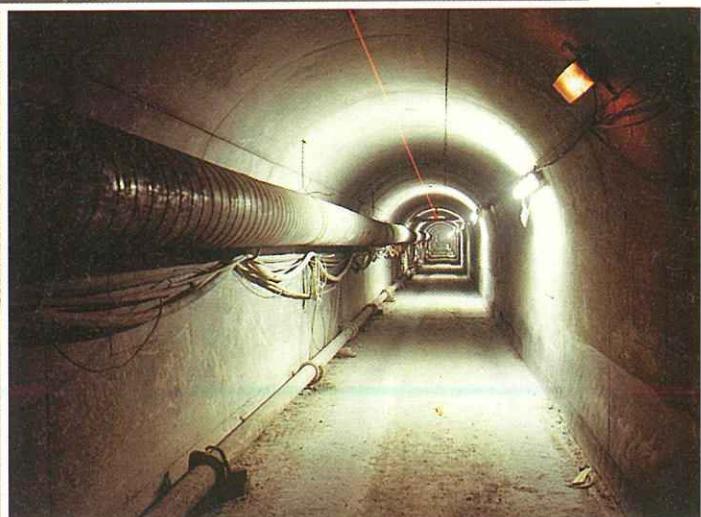
#### **Réalisation de la liaison nord-ouest de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain.**

- ⑧ Machine Alpine et convoyeur à déblais.
- ⑨ Galerie terminée en gros œuvre avec rayon laser de direction.



⑦

⑧



⑨

# NOUVELLES DE FRANCE

## ANGOULÈME

### Inauguration du système d'information des voyageurs « BUS INTEL »

Le 16 juin 1987, a eu lieu à Angoulême l'inauguration du système « BUS INTEL », destiné à informer l'usager par minitel sur le temps d'attente des prochains autobus, en temps réel, à l'arrêt de son choix.

BUS INTEL a plusieurs objectifs. Tout d'abord la production sur écran, instantanément, des temps d'attente réels des deux prochains véhicules à l'arrêt choisi, dans les deux sens, quelle que soit la ligne qui le dessert, et leur actualisation.

Pour cela, les usagers disposent de listes indiquant pour chaque arrêt un numéro de code à trois chiffres qu'il suffit de taper pour obtenir ces temps d'attente. La demande peut être affinée en indiquant le numéro de la ligne et BUS INTEL produit alors le temps d'attente des deux prochains bus dans chaque sens pour la ligne choisie, toujours au même arrêt. L'indication supplémentaire du terminus donne le sens et BUS INTEL va produire le temps d'attente à l'arrêt des quatre prochains bus dans le sens choisi et pour la ligne sélectionnée. Enfin l'indication de l'arrêt de montée et d'un arrêt de descente, sans préciser la ligne, permet d'obtenir le temps d'attente des quatre prochains bus dans le sens choisi, pour les lignes desservant à la fois les arrêts de montée et de descente.

Toutes ces demandes sont obtenues très rapidement, par un minimum de pages écran et de temps de recherche. L'usager potentiel est alors en mesure de mieux gérer son temps d'attente chez lui.

Une partie de la page temps réel permet de diffuser des messages informatifs ou publicitaires. De plus, un message indique si l'arrêt demandé

n'est pas desservi, et c'est le temps d'attente à l'arrêt de remplacement qui est alors affiché. Les modifications d'itinéraires sont également indiquées.

Un menu général permet de sélectionner d'autres demandes que les temps d'attente réels : ainsi, on peut obtenir, arrêt par arrêt, la fiche horaire théorique, s'informer sur le service (lignes, arrêts, tarifs, produits...) ou trouver, par lieu public, l'arrêt du bus le plus proche. Enfin un questionnaire permettra de connaître l'utilisation du système. Le système a été lancé dans le public au début du dernier trimestre 1987, l'été ayant été utilisé pour informer les futurs utilisateurs, puis distribuer et afficher les codes des arrêts.

Très prochainement, BUS INTEL va permettre l'optimisation des correspondances. En effet, par saisie du code de deux arrêts quelconques, le serveur recherchera tous les trajets possibles pour relier ces deux points. Le plus court sera sélectionné et la

description du trajet apparaîtra à l'écran, avec la ou les lignes à emprunter, avec les points de correspondance éventuels et un temps de parcours indicatif.

BUS INTEL s'inscrit dans la ligne des produits dérivés du SAE (Système d'Aide à l'Exploitation) pour l'information des usagers existant à Angoulême avec INFOPLUS, bonne information sur les temps d'attente réels, implantée aux arrêts, et CANALBUS, écran installé à titre expérimental dans l'autobus probatoire R 312 du réseau et destiné à indiquer le nom du prochain arrêt ainsi que des messages divers.

BUS INTEL est transportable, c'est-à-dire qu'il peut être implanté dans d'autres réseaux disposant d'un SAE.

Pour sa mise au point, le système a bénéficié d'une aide financière et du suivi d'un groupe de travail du PRDTTT (Programme de Recherche et de Développement Technologique dans les Transports Terrestres). ■

(Transport Public, septembre 1987)

## STRASBOURG

### Le VAL pour 1993

Après Toulouse, en 1985, et Bordeaux, en 1986, la décision officielle suivante a été prise le 26 juin 1987 par la communauté urbaine de Strasbourg : la capitale européenne aura son VAL à l'horizon 1993.

La réalisation de cette ligne, longue de 10 kilomètres et comportant 13 stations, est confiée à un groupement associant MATRA, pour le système, à METRAM et ses partenaires strasbourgeois, auxquels il faut ajouter la collaboration des services techniques de la Communauté urbaine de Lille.

Du tracé choisi, par les élus, pour cette ligne, on peut retenir qu'il suit, sur une partie, le canal Rhin-Rhône : sur ce tronçon, le VAL sera implanté en viaduc, d'où la construction d'une station aérienne. La station « Gare » sera implantée sous les quais de la SNCF, ce qui permettra une bonne complémentarité entre les deux modes de transport. A noter enfin qu'une des stations sud de la ligne, « Baggersee », sera située le long de la route de Strasbourg pour permettre la réalisation d'un centre d'échanges VAL-autobus-voitures particulières, en liaison avec la création d'un parc de stationnement de 200 places.

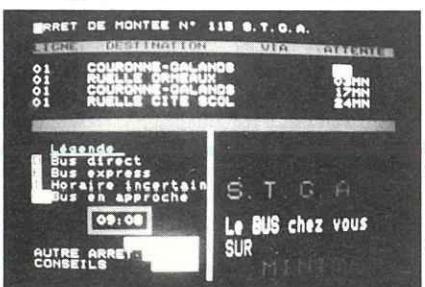
Pour les sections souterraines,

c'est la technique du tunnelier qui a été retenue et plus précisément la solution monotube (un tunnel groupant deux voies).

Le coût total de l'opération s'élève à 2 964 millions de francs (valeur juin 1986) répartis ainsi : 1 586 millions pour les infrastructures, 664 millions pour la voie et les équipements, 243 millions pour l'achat de 18 rames, 294 millions pour l'ingénierie et 177 millions pour les opérations annexes (construction de parcs d'échanges, travaux SNCF à la gare centrale, etc.). Pour financer la construction du VAL, le versement transport sera augmenté et passera de 1,2 à 1,5 % en 1988. Des subventions ont par ailleurs été demandées à l'État, au Conseil régional d'Alsace et au Conseil général du Bas-Rhin.

Pour les élus strasbourgeois, le VAL doit contribuer à l'amélioration de l'image de marque de Strasbourg et des déplacements dans la ville, ainsi que des résultats de la compagnie des transports strasbourgeois : l'étude de l'avant-projet sommaire prévoit ainsi un gain de productivité de 26 millions de francs dès la mise en service du VAL. ■

(Transport Public, septembre 1987)



BUS INTEL : écran temps réel annonçant les deux prochains bus passant à l'arrêt dans chaque sens.

## NOUVELLES DE L'ÉTRANGER

### ISTANBUL

#### *Un métro léger en construction*

Istanbul, ville en pleine expansion, est peuplée de cinq millions d'habitants et implantée sur les deux rives du Bosphore. Les deux parties de la ville — le côté européen, où sont regroupées les activités commerciales, et le côté asiatique — sont reliées entre elles par un pont et par de très nombreux bacs. Après la suppression des tramways, en 1966, et des trolleybus, en 1984, ce sont actuellement les autobus qui assurent la quasi-totalité du trafic des transports en commun : 1 500 voitures et environ 400 millions de voyageurs par an. En outre, il existe une courte ligne souterraine de funiculaire — dite « métro » — qui dessert la partie escarpée du centre-ville, et quelque 16 000 taxis collectifs, appelés « Dolmus », qui contribuent à accroître les encombrements de la circulation.

Depuis 1982, la municipalité étudie sérieusement la possibilité de construire un métro, mais la topographie et la configuration du centre-ville contraindraient à le construire en souterrain, ce qui causerait des pro-

blèmes autant financiers que techniques. Par ailleurs, les Chemins de fer turcs envisagent de relier par un tunnel, ou par un pont, les lignes de leur réseau situées de part et d'autre du Bosphore.

En attendant, les problèmes de transport dans la partie européenne de l'agglomération vont être résolus grâce au métro léger, dont un contrat « clés en main », signé en mars 1986, a confié la construction à la société suédoise ASEA, avec la participation des « Göteborgs Spårvägar », l'entreprise qui exploite les transports en commun de la seconde ville suédoise.

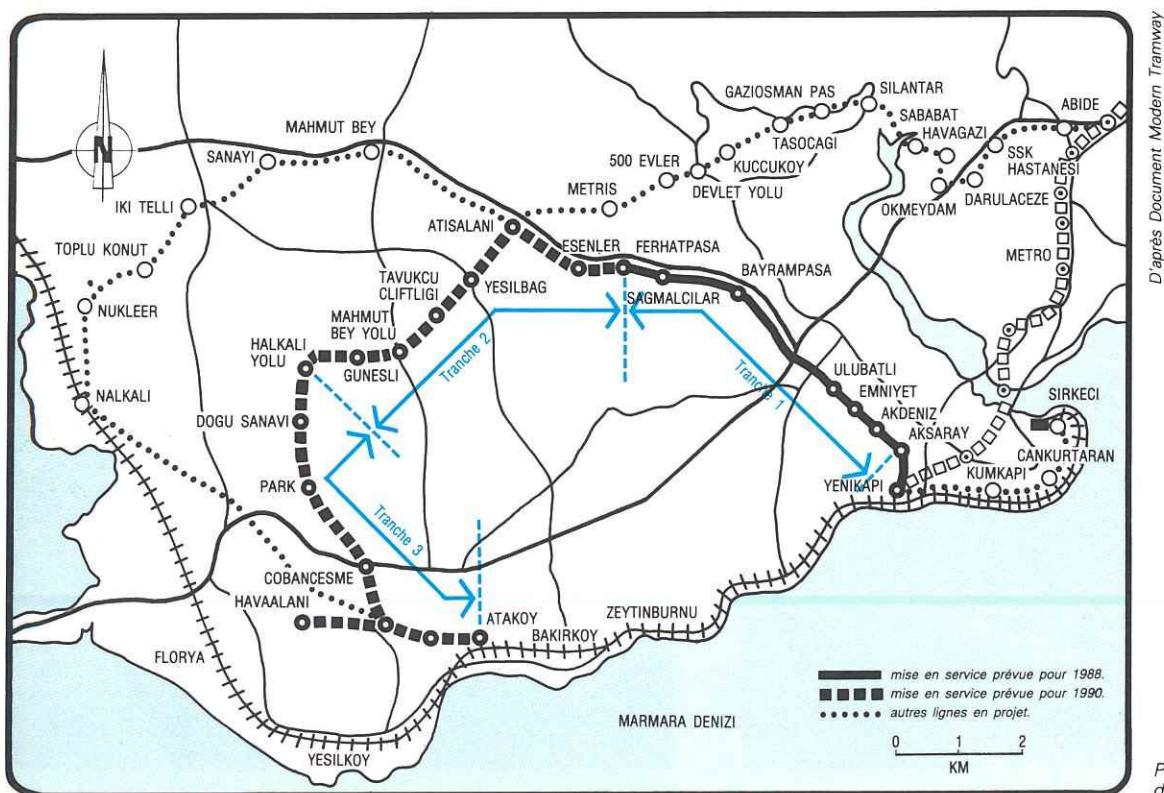
Le projet sera réalisé en quatre phases qui s'échelonneront sur une douzaine d'années. La première phase devrait être achevée à la fin de 1990 : elle consiste en la construction d'une ligne de 23 kilomètres, avec 21 stations, qui part de Yenikapi, passe par le centre commercial souterrain d'Aksaray et par Ferhatpasa, station près de laquelle sera implanté le garage-atelier, pour rejoindre Atısalanı, future station de correspondance avec une autre ligne de métro léger en projet. La ligne se dirige ensuite vers le sud jusqu'au terminus « Ataköy », situé à proximité d'une ligne des Chemins de fer turcs, avec une courte branche en direction de l'aéroport de Havaalanı.

La plus grande partie de cette première ligne sera en site propre, avec une signalisation permettant une vitesse de 80 km/h, dont un kilomètre en souterrain et deux kilomètres en viaduc. Des rames formées de trois voitures circuleront à la vitesse commerciale de 40 km/h, avec des intervalles de 2 minutes 30 secondes, ce qui permettra une capacité de 12 500 voyageurs par heure. Le parc de matériel roulant comprendra 105 voitures articulées à six essieux, dont la conception s'inspirera de celle des voitures construites pour le réseau de Göteborg : longues de 23,5 mètres, elles pourront transporter 46 voyageurs assis et 198 voyageurs debout.

Le contrat passé avec ASEA prévoit l'installation d'un poste de commande centralisée d'exploitation, d'un système de transmissions et d'un poste de commande de l'énergie électrique. La construction de la partie mécanique du matériel roulant sera réalisée, en sous-traitance, par la société autrichienne SGP.

La mise en service d'une première section de la ligne, du terminus « Yenikapi » à la station « Ferhatpasa », devrait avoir lieu dès 1988. ■

(Modern Tramway, novembre 1987)



Plan du futur réseau de métro léger d'Istanbul.



## LE CAIRE

### *Le métro en exploitation*

Après le premier métro léger d'Afrique (Tunis), le premier métro lourd : Le Caire ! En inaugurant sa première ligne — une réalisation à laquelle la France et son industrie auront contribué largement —, la capitale égyptienne montre clairement sa volonté de se doter dès aujourd'hui d'un réseau public de transport répondant aux nécessités de demain, et notamment à une croissance phénoménale de la population, passée de quatre millions d'habitants en 1947 à 12 millions actuellement ; et les experts prévoient 16 millions pour le Grand Caire de l'an 2000 !

La conception du métro, dont la section centrale a été inaugurée le 27 septembre 1987, est tout à fait comparable à celle de la ligne A du RER parisien : dans la banlieue de la capitale égyptienne, deux lignes avaient chacune leur terminus au centre de la ville : au nord la ligne d'El Marg, au sud celle d'Helouan. Elles viennent d'être réunies par un tronçon souterrain de 4,5 km sous le centre du Caire, ce qui, du même coup, donne naissance à une ligne express régionale « El Marg-Helouan », longue de 42 kilomètres, avec 33 stations. Tout comme l'ouverture de la section

« Auber-Nation » dans Paris avait donné naissance à la ligne A « Boissy-Saint-Léger/Marne-la-Vallée - Saint-Germain-en-Laye », il y a tout juste dix ans.

L'inauguration du métro du Caire concrétise l'action entreprise depuis 15 ans par la SOFRETU, filiale de la RATP, qui a participé à toutes les étapes de sa réalisation, depuis sa conception jusqu'à sa mise en service.

En effet, en 1973, à la demande du gouvernement du Président Sadate, la SOFRETU se vit confier une série d'études. Elles s'étalement sur quatre années et conclurent à la nécessité de réaliser en quinze ans un réseau comprenant trois lignes de métro totalisant 62 km dont 22 km en souterrain, sous le centre-ville. Mais le financement restait à trouver.

En 1976, soit trois ans après le commencement des études de la SOFRETU, une ligne de crédit « Métro du Caire » figure au budget égyptien, mais l'étape décisive se situe en 1980, lorsque le gouvernement français propose de financer la réalisation d'une première tranche du réseau, consistant à relier les deux tronçons nord et sud existants, cités plus haut, par un tunnel traversant le centre-ville. Notons que la ligne sud, dite d'Helouan, avait déjà été électrifiée en 1 500 V dans les années soixante et était exploitée avec des automotrices importées d'Allemagne de l'Est.

Tout avait commencé en 1979, après la signature d'un premier contrat avec Alsthom. Le constructeur français venait de recevoir la commande de 52 rames de trois voitures, du type RER, destinées à la ligne d'Helouan, en remplacement du matériel est-allemand. La livraison des

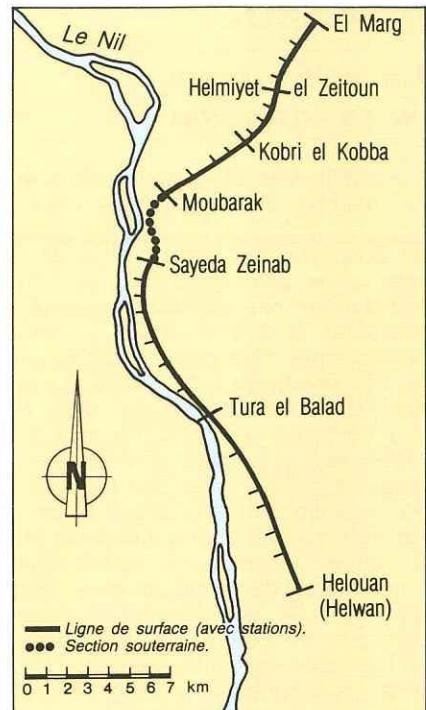


Schéma de la ligne de métro nord-sud du Caire.

rames intervient en 1981, année de signature du contrat de construction « clés en main » de la section souterraine par le consortium Interinfra-Arabcō, constitué de dix-sept entreprises françaises et de deux égyptiennes.

En outre, à la suite d'un appel d'offres international, Interinfra remporte, le 31 décembre 1985, le contrat d'équipement des deux tronçons nord et sud : électrification de la ligne d'El Marg et modernisation des installations de celle d'Helouan. Ce marché porte sur la fourniture de la caténaire, du matériel à haute tension, des équi-

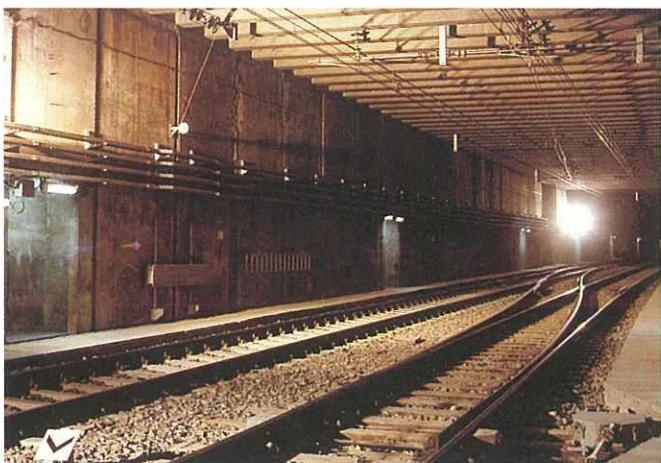


Photo SOFRETU



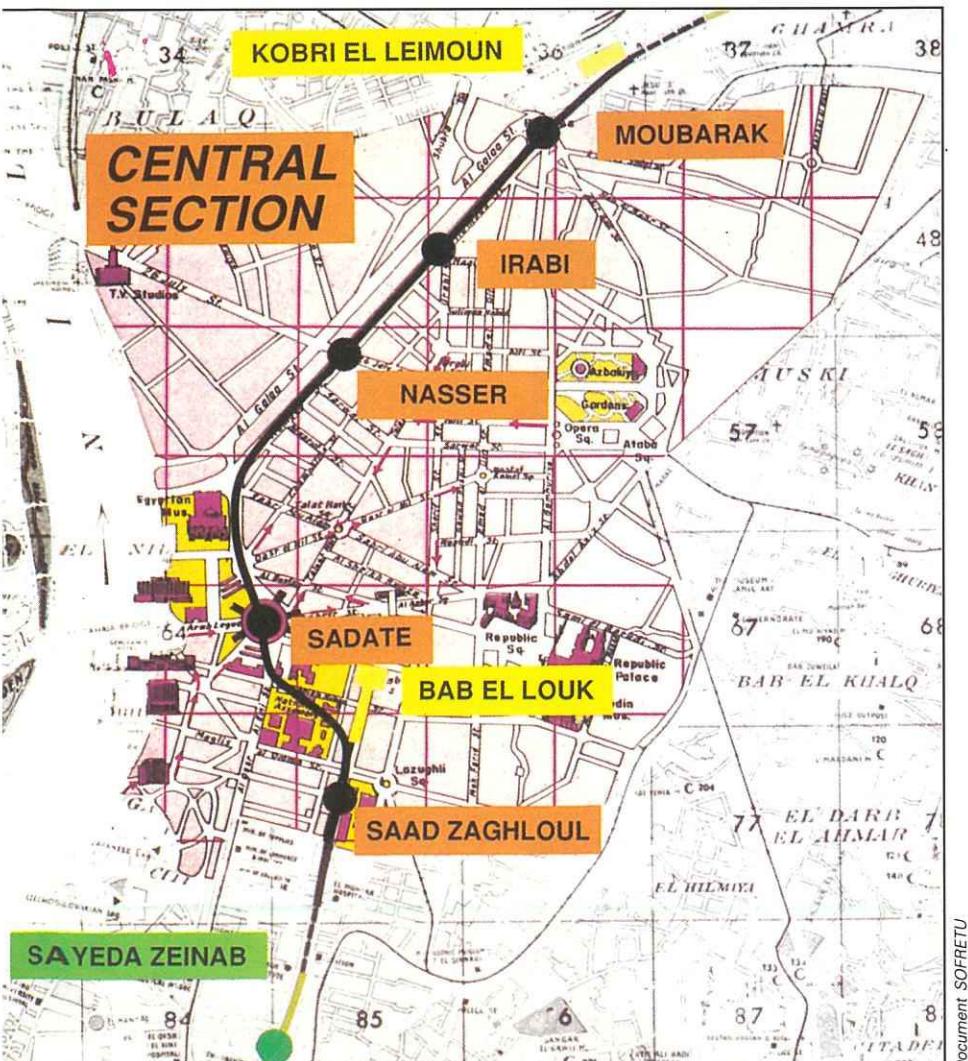
Station souterraine « Sadate ».



Rames de construction française (Alstom) aux ateliers de Tournai.



### *Architecture de la station « Sayeda Zeinab ».*



### *Section centrale souterraine.*

pements de signalisation et de télécommunications, etc.

En 1985 également, Alsthom obtient le contrat de fourniture de 48 rames triples supplémentaires, identiques aux précédentes, afin de compléter le parc de la ligne régionale. Le 1<sup>er</sup> juillet 1986, nouveau contrat pour Interinfra qui obtient la rénovation et l'extension des ateliers de réparation du matériel de Toura, situés à 10 km au sud du centre du Caire. Enfin, dans la foulée, Interinfra signe un contrat d'assistance à la maintenance avec les Chemins de fer égyptiens (Egyptian National Railways), futur exploitant du métro.

Les travaux de génie civil commencent en novembre 1981. Pas pour longtemps. Le tunnel sous la ville est réalisé en tranchée couverte, le haut de l'ouvrage étant proche de la surface du sol (situation semblable aux premières sections du métro de Lyon). La nature du sous-sol a été déterminante pour le choix de la méthode de construction du tunnel. En effet, la ville du Caire est bâtie à l'entrée du delta du Nil et la ligne de métro emprunte l'un des anciens lits du fleuve. Les couches rencontrées sont donc constituées de remblais, d'argiles et de sables sur une épaisseur d'au moins 35 m, ce qui ne permet pas un forage classique, d'autant que la nappe phréatique se trouve à 2 ou 3 m sous le niveau du sol. Le chantier piétine donc. A plusieurs reprises, la presse se fait l'écho de difficultés diverses. Celles-ci sont de trois ordres : importance considérable des réseaux souterrains à dévier, augmentation des travaux de génie civil à la

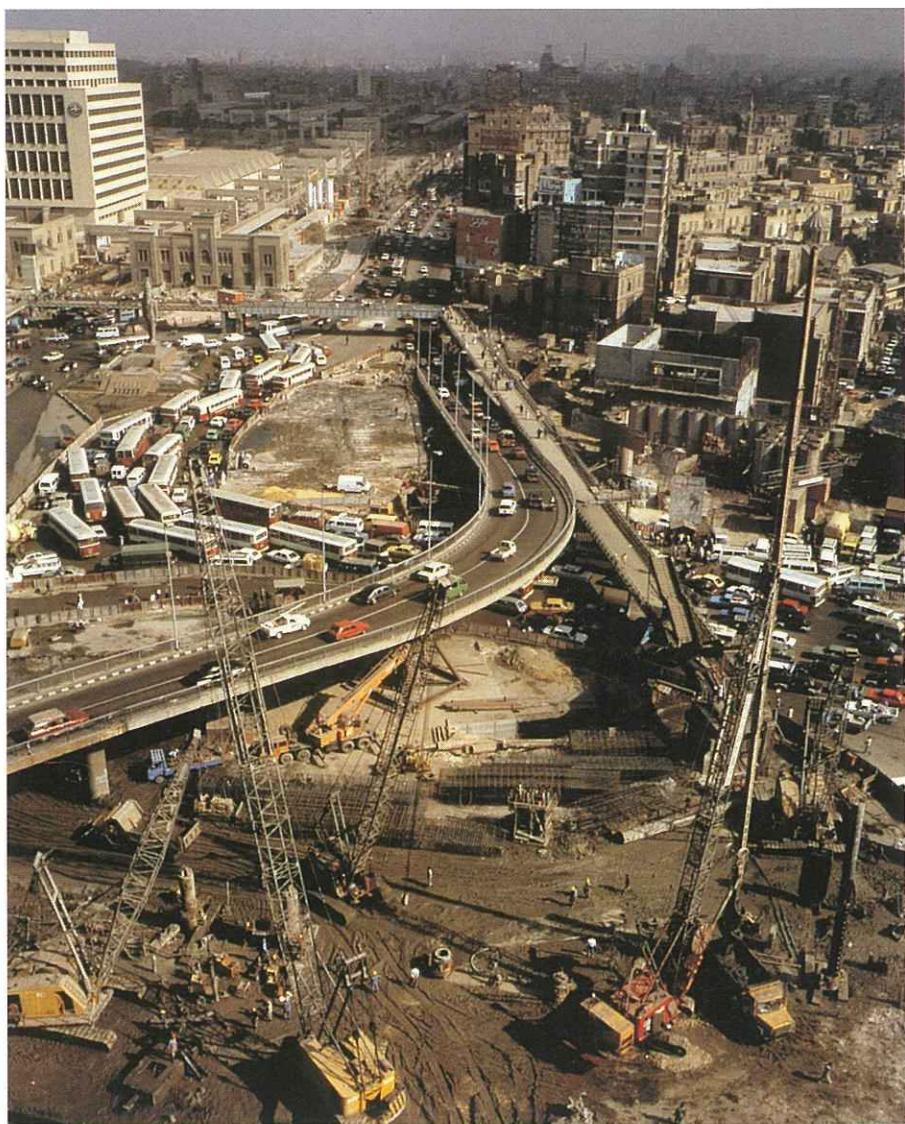


Photo SOFRETU

*Le chantier dans le centre-ville.*

demande des autorités égyptiennes et obtention des emprises.

Pour régler ces problèmes, notamment celui de l'obtention des emprises, le Ministre des transports crée alors, en 1983, une administration spéciale chargée de la supervision de la construction du métro, la « National Authority for Tunnels », ce qui permet le démarrage réel des travaux en janvier 1984.

Le tunnel a une section rectangulaire de 7 m de hauteur et de 8,70 m de largeur. Les parois de béton sont préfabriquées à l'extérieur, dans une usine installée à Toura, mais les parois des stations, plus profondes, sont coulées directement dans les tranchées verticales (méthode des parois moulées). Après mise en place des

deux parois, par l'une ou l'autre méthode, l'étanchéité du dessous de l'ouvrage est réalisée par des injections de bentonite/ciment et de gel de silice. Ensuite, l'eau contenue dans les sols emprisonnés entre les deux parois verticales est pompée avant l'excavation de ces sols eux-mêmes, dernière opération avant la mise en place de la dalle supérieure et le coulage du béton formant le radier. Durant l'excavation, des butons cylindriques maintiennent en place les parois, évitant ainsi qu'elles ne viennent se refermer sur l'intérieur. L'étanchéité entre chaque élément de paroi préfabriqué est assurée au moyen de joints de caoutchouc et par application d'une matière à base de vinyle.

Les travaux se sont achevés le 26 juillet dernier. Une période de

60 jours de marche à blanc des trains a précédé la réception de l'ouvrage le 26 septembre, veille de l'inauguration et de l'ouverture au public.

Les travaux de génie civil sont évalués à 3,2 milliards de francs, auxquels s'ajoutent 470 millions pour l'électrification et la signalisation de la ligne complète « El Marg-Helouan », la rénovation des ateliers de Toura, et l'assistance à la maintenance. De plus, les 52 rames de 1979 représentaient un marché de 410 millions de francs auxquels s'ajoutent encore 770 millions pour les 48 rames de 1985. Le total des dépenses d'investissements s'élève donc à 4 850 millions de francs, financés presque entièrement par des fonds français.

En contrepartie du financement français, les travaux et fournitures (caténaires, signalisation, matériel roulant, etc.) ont été commandés à des entreprises françaises, sauf une toute petite partie confiée à des entreprises égyptiennes.

L'exploitation du métro du Caire est la copie conforme de celle du RER parisien au moment de la mise en service du tronçon « Auber-Nation ». Le contrôle d'accès est effectué à l'aide de tourniquets fonctionnant grâce à des billets à piste magnétique, rigoureusement identiques à ceux de Paris. La fréquence minimale des trains, aux heures de pointe, est de 4 minutes, d'une dizaine de minutes aux heures creuses. Il n'y a pas de bifurcation et les rames assurent donc un service omnibus de bout en bout, ce qui permet de se passer de tableaux de télé-affichage, tous les trains assurant la même mission. La capacité moyenne de la ligne se situe aux environs de 60 000 voyageurs par heure et par sens.

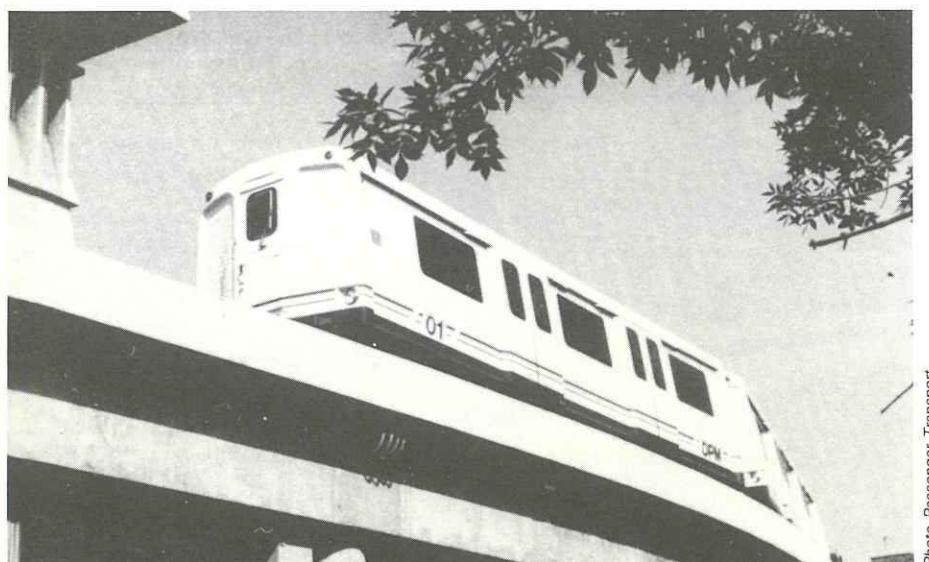
La ligne, à voie normale, électrifiée en 1 500 V, est exploitée avec les 100 rames triples construites par Alsthom. Le central sous-stations (quatre sous-stations sont réparties le long de la ligne) est situé à Toura, où se trouve également l'atelier, sur la ligne d'Helouan. Un appel d'offres est lancé en vue de créer un poste de commande centralisée de l'exploitation. La section souterraine compte cinq stations : « Saad Zaghloul », « Sadate », « Nasser », « Irabi », et « Moubarak » ; ces deux dernières deviendront les stations de correspondance avec les deux futures lignes est-ouest, pour la construction desquelles un appel d'offres international devrait être lancé prochainement. ■

(*La Vie du Rail*, 10 décembre 1987)

## DÉTROIT

### Inauguration du système de transport automatique

L'inauguration du système de transport automatique « People Mover » de Détroit a eu lieu le 31 juillet 1987.



Le « People Mover » de Détroit.

Il s'agit d'une ligne circulaire à voie unique, entièrement en viaduc, entourant le centre-ville. D'une longueur de 4,7 kilomètres, avec 13 stations, cette ligne est exploitée avec 12 véhicules entièrement automatiques, sans conducteur à bord, circulant soit seuls, soit groupés en éléments de deux voitures.

La construction du People Mover a été réalisée pour la « Detroit Trans-

portation Corporation », à la fois propriétaire et exploitant, par la filiale américaine de la société canadienne UTDC (Urban Transportation Development Corporation), avec des subventions octroyées par le gouvernement fédéral, l'état du Michigan et la ville de Détroit. Dans la conception du système, une attention toute spéciale a été apportée aux problèmes de sécurité et de protection anti-incendie : le courant de la voie peut être coupé immédiatement à partir du poste central de commande ; chaque station ainsi que l'ensemble de la voie sont mis à la terre pour assurer la protection contre tout mauvais fonctionnement et contre la foudre. Les voitures sont ignifugées, leurs sièges sont en fibres de verre résistantes et elles sont dotées de détecteurs de fumée. Chaque station est équipée de caméras de télévision en circuit fermé, disposées de manière à permettre à l'agent du poste central de commande d'avoir une vue sur toute la surface du quai, et de téléphones d'urgence, qui existent également dans les ascenseurs.

Par ailleurs, grâce à des contributions privées et à des subventions de la municipalité, la décoration artistique des stations a été particulièrement soignée. ■

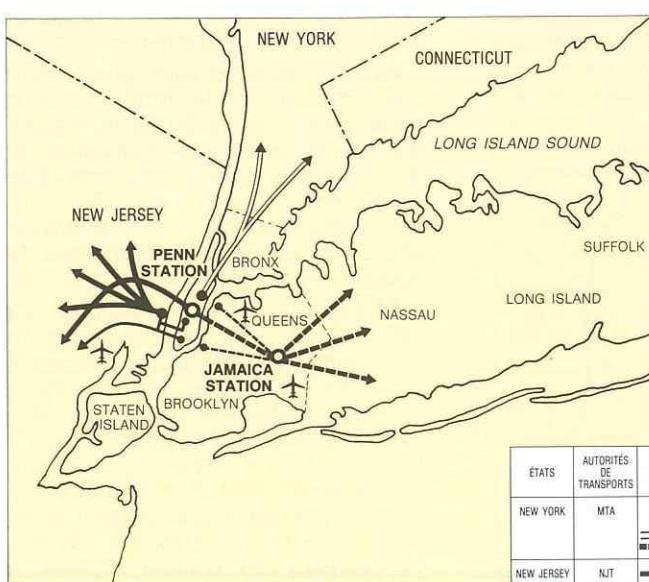
(Passenger Transport, 17 août 1987)

## NEW YORK

### Après Penn Station, Jamaica Station

Le 5 janvier 1988, « LS Transit Systems » (LSTS), filiale de SOFRETU en Amérique du Nord, agissant en tant que pilote d'un groupement comprenant « Canadian Pacific Consulting Services » et divers sous-traitants, a signé un contrat d'un montant de 20,8 millions de dollars\* avec le « Long Island Rail Road » (LIRR) pour le réaménagement de « Jamaica Station ».

Située dans la partie ouest de Long Island, Jamaica Station est la gare de banlieue la plus chargée des États-Unis, avec un trafic journalier de 540 trains. Nœud ferroviaire important, elle constitue un point de passage obligé des lignes du réseau ramifié desservant Long Island qui aboutissent aux gares terminus de New York. Cependant, les installa-



tions et les équipements de cette gare datent du début du siècle et leur état vétuste nécessite d'importants travaux de réaménagement et de modernisation pour pouvoir faire face à

ÉTATS	AUTORITÉS DE TRANSPORTS	RÉSEAUX
NEW YORK	MTA	New York City NYCTA (métro, bus) Staten Island SIRTA Bronx METRO NORTH Long Island LIRR Grand Central Station Penn Station
NEW JERSEY	NJT	NJT Penn Station
NEW YORK + NEW JERSEY	PANY NJT	PATH WTC 33rd Station

l'accroissement de trafic prévu d'ici l'an 2000, soit plus de 25 %.

Le contrat gagné par LSTS porte sur la conception des voies et des aiguillages, la création de voies di-

\* 1 dollar US = 5,70 FF

rectes, la modification et la modernisation de la signalisation, l'amélioration de l'exploitation des trains et du service offert aux passagers. Ce contrat important, remporté devant une concurrence très forte et de très haut niveau, confirme la réussite de LSTS.

Déjà, en juin 1986, LSTS avait obtenu un succès significatif : le contrat de Penn Station, dont la réalisation est actuellement en cours. Signé avec le « New Jersey Transit » (NJT) pour un montant d'environ 5 millions de

dollars\*, avec des possibilités d'extension, il porte sur le réaménagement, en vue d'un meilleur service pour les voyageurs, des lignes suburbaines desservant la banlieue ouest de New York à partir de la gare d'échanges « Penn Station », située dans Manhattan, elle-même objet d'une étude d'accroissement de capacité.

Rappelons que LSTS, filiale de SOFRETU et d'une firme américaine très importante, « Combustion Engineering », a été créée en février 1985 et qu'elle est basée à Bloomfield, dans

l'état du New Jersey. L'objet de LSTS est d'offrir sur le marché américain et canadien tous les services traditionnellement exécutés par SOFRETU dans le domaine des transports urbains et suburbains (assistance technique, ingénierie, expertise, formation du personnel...). LSTS peut aussi faire appel au savoir-faire de la SNCF et des membres du GIE SOFRETU & Associés, qui réunit les principaux concepteurs-exploitants français de transports urbains. ■

(SOFRETU Informations, janvier 1988)

## SYDNEY

### Mise en service du monorail

En janvier 1988, le premier monorail a été utilisé en Australie pour la desserte d'une zone urbaine a été ouvert à l'exploitation à Sydney, après deux années d'études, de travaux... et de controverses. Reliant le quartier central des affaires de Sydney, d'une part, à un secteur en cours de complète rénovation situé près du port (Darling Harbour) et destiné à devenir un centre de loisirs et d'activités culturelles, et, d'autre part, aux quartiers périphériques du sud (Pyrmont et Ultimo), cette ligne de monorail forme une boucle de 3,6 kilomètres de longueur — exploitée dans le sens contraire des aiguilles d'une montre — en viaduc au-dessus des rues encombrées et du port. Ce monorail, conçu selon la technologie éprouvée de la firme suisse Von Roll-Habegger,

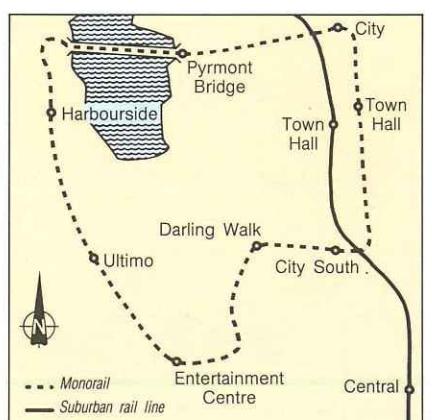


Schéma de la ligne de monorail de Sydney.

*C'après document International Railway Journal*



Rame articulée du monorail Von Roll-Habegger.

a été construit par la société privée TNT (Thomas Nationwide Transport), qui en assurera l'exploitation.

Avec un parc de sept rames, dont une de réserve, le monorail peut transporter jusqu'à 5 000 voyageurs par heure, avec des intervalles de deux minutes, à la vitesse maximale de 33 km/h, le circuit complet étant réalisé en douze minutes. Il devrait être utilisé par environ 10 millions de voyageurs par an.

Chaque rame est constituée de sept voitures articulées à caisse en aluminium. Chaque voiture, d'un poids de 22 tonnes, dispose de 56 sièges, mais sa capacité peut atteindre 170 voyageurs en période d'affluence. Les six bogies d'une voiture sont équipés chacun d'un moteur à courant continu d'une puissance de 37 kW, qui est alimenté, par des rails conducteurs, en courant triphasé à 500 volts, converti en courant continu par un dispositif à thyristors.

Ce monorail est le premier au

monde à être entièrement géré par ordinateur : il y a neuf ordinateurs à bord de chaque rame et un dans chacune des huit stations, tous étant commandés par deux unités centrales, dont une de secours.

La voie est constituée d'une poutre caisson en acier — qui donne une surface de roulement de 94 cm de large — supportée par des colonnes en acier d'une hauteur minimale de 5,5 mètres. La portée entre les colonnes varie entre 20 et 40 mètres et celles-ci sont protégées des collisions qui pourraient être causées par des véhicules routiers ; en outre, au cas où se produirait une modification de l'alignement de la voie, un système de détection entraînerait l'arrêt automatique des rames.

Dans la période initiale, seules trois des huit stations sont ouvertes et des agents leur sont affectés, mais ultérieurement elles seront toutes exploitées sans personnel fixe. ■

(International Railway Journal, janvier 1988)



