



RATP
ÉTUDES · PROJETS

90

octobre - novembre - décembre

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

RATP

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

Abonnement pour l'année 1990
FRANCE et ÉTRANGER : 135 F

SOMMAIRE



BOA : UN NOUVEAU CONCEPT DE ROULEMENT FERROVIAIRE ET DE COMPARTIMENT VOYAGEURS

Les concepts imaginés et matérialisés qui ont permis d'aboutir à la définition et à la réalisation d'un prototype de nouveau matériel à roulement fer préfigurant celui du « métro de l'an 2000 ».

5



PREDIT

En 1990, un programme national de recherche et de développement pour l'innovation et la technologie dans les transports terrestres (PREDIT) a été lancé pour cinq ans par les ministres concernés. La RATP participe activement à ce programme.

12



L'AUTOMATISATION DE LA CHARGE DES AUTOBUS EN CARBURANT

Au cours de la dernière décennie, trois nouveaux systèmes de charge des autobus en gazole ont été testés à la RATP. L'un d'entre-eux, semi-automatique, donne des résultats très satisfaisants.

17



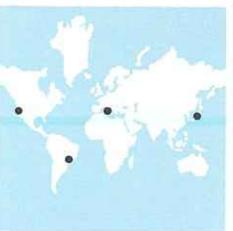
NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

- Un nouveau décor à la station « Assemblée Nationale » 23
- Réaménagement de la salle des billets de la station « Montparnasse-Bienvenue » des lignes 6 et 13. 23
- Accès supplémentaire à la station « Saint-Marcel ». 24
- Exploitation du réseau bus. 25
- Vues des travaux en cours. 28
- Trafic et service de l'année 1990. 31



NOUVELLES DIVERSES DE FRANCE

- Grenoble : inauguration de la deuxième ligne de tramway. 32
- Marseille : TOP-BUS au service de la ponctualité. 33
- Toulon : bornes APPEL-BUS d'un nouveau type. 34



NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER

- Rome : le train à l'aéroport « Leonardo da Vinci ». 35
- Los Angeles : mise en service de la ligne de métro léger « Los Angeles-Long Beach ». 35
- São Paulo : une troisième ligne de métro. 37
- Osaka : rames de métro à moteurs linéaires. 37



BOA 001

RATP

EUBIGNY
PABLO PICASSO

PLACE D'ITALIE

ALAN ARBUS

BOA : UN NOUVEAU CONCEPT DE ROULEMENT FERROVIAIRE ET DE COMPARTIMENT VOYAGEURS

par Gérard Ponthier, Département Matériel Roulant Ferroviaire.

Introduction

Depuis le début du chemin de fer, l'exploitant essaie de maîtriser les conséquences induites par le roulement fer sur fer et, plus particulièrement, celles relatives à la circulation dans des courbes de faibles rayons. Par ses courbes serrées, dont certaines n'ont que trente mètres de rayon, la voie du métro de Paris ne favorise pas l'inscription du parallélogramme formé par les quatre roues d'un bogie. La vitesse de rotation identique pour les deux roues d'un essieu, ou pour les quatre roues d'un bogie de matériel monomoteur, s'accommode mal des distances différentes qu'elles doivent parcourir dans les courbes. Crissements, vibrations, usure ondulatoire de la voie, elle-même à l'ori-

gine de vibrations néfastes, sont les conséquences de roues solidaires entre elles.

L'orientation des essieux et l'indépendance des roues amènent une réponse à ces problèmes.

Le voyageur des années 90 souhaite une évolution de son cadre de transport ; la possibilité de « passer » d'une voiture dans l'autre et la maîtrise de sa sécurité en sont des éléments.

La mise en place d'intercirculations répond à ces attentes.

Analyse des problèmes

Depuis 1981, dans le cadre d'un programme de réflexions axé sur le matériel roulant ferroviaire du futur (groupe de travail « Métro 2000 »), la RATP s'est penchée sur ces différents problèmes.

Les usures, crissements sont en principe dus à l'attaque des rails par les roues dans les courbes. Il est couramment admis que cette agression est consécutive à deux phénomènes :

Le défaut de radialité des essieux

Dans la mesure où un bogie maintient ses essieux quasiment parfaitement parallèles, ceux-ci ne se positionnent pas suivant le rayon de la courbe. Les roues ne sont pas tangentes au rail et sont, de ce fait, agressives vis-à-vis du flan intérieur de celui-ci (*illustration 1*). Pour des bogies de plus de deux mètres d'empattement, le défaut de radialité dépasse nota-

blement deux degrés dans les courbes les plus serrées du réseau du métro de Paris.

Objectif : Orienter les essieux.

La dépendance des roues en rotation

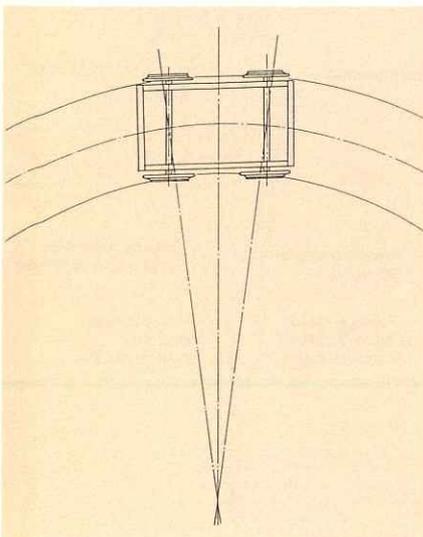
La technologie ferroviaire vit sur la base d'un roulement composé d'essieux sur lesquels sont « calées » des roues. Elles tournent donc à la même vitesse angulaire mais, dans les courbes, les distances à parcourir dans le même temps par les deux roues d'un essieu sont différentes. Malgré leur conicité, au moins une des deux roues glisse sur le rail. Ce glissement n'est pas continu mais périodique suite au déplacement transversal de l'essieu entre les deux files de rails. Une usure ondulatoire apparaît, d'autant plus importante que la courbe est serrée. Elle est encore accentuée si le matériel est du type monomoteur.

Objectif : Rendre les roues indépendantes en rotation.

D'autres éléments ont également été pris en compte :

La charge à l'essieu

Les infrastructures du réseau de Paris autorisent, sauf pour certains ouvrages d'art particuliers, une charge à l'essieu comprise entre 15 et 18 tonnes. Les voitures de métro actuelles pèsent, en charge, entre 40 et 43 tonnes, soit une charge par essieu inférieure à 11 tonnes. En concevant des voitures plus courtes (10 mètres au lieu de 15 actuellement) roulant sur deux essieux seulement, la capacité des infrastructures peut être pleine-



1. Position des essieux d'un bogie classique en courbe.

ment utilisée. De plus, le remplacement du bogie par un essieu permet un gain de masse sensible.
Objectif : Augmenter la masse à l'essieu.

L'intercirculation entre les voitures

Permettre au voyageur de se déplacer d'un bout à l'autre de la rame, de s'isoler ou de se joindre à d'autres, c'est répondre à une de ses attentes telle que le précise la conclusion d'une enquête commerciale.

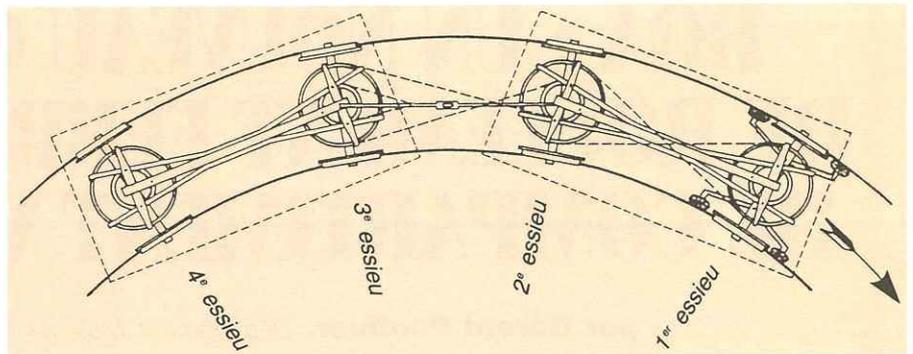
Objectif : Créer une intercirculation stable et habitable.

Résultat des recherches pour le roulement et la composition du train

Principes du guidage

La RATP n'est pas la première à s'intéresser aux essieux orientables. Au siècle dernier, l'ingénieur Arnoux (illustration 2) imagina, étudia et mit au point un système d'articulation des essieux à l'image de celui des diligences. À cette époque, les voitures de chemin de fer circulaient sur deux essieux parallèles. Ce système fut adopté en service commercial par le chemin de fer de Paris à Sceaux à partir du 7 juin 1846. L'utilisation d'une voie large (1,751 mètre), des soucis financiers et l'avènement du bogie, invention venue des Amériques, sonnèrent le glas de cette innovation (1). Depuis d'autres ont cherché la solution idéale sous la forme d'un essieu orientable ou d'un bogie à essieux orientables.

Le système de guidage imaginé par la RATP repose sur une relation géométrique simple (illustrations 3 A, B, C, D, E et F). Le mouvement de rotation de l'essieu, autour du pivot de liaison



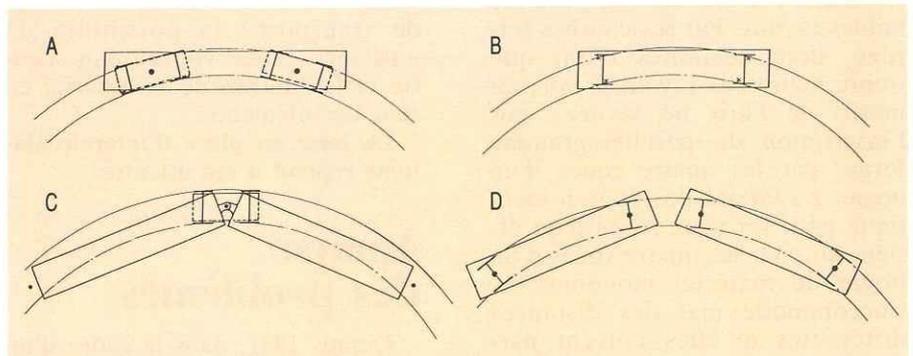
2. Schéma de principe du système ARNOUX.

avec la caisse de la voiture, est commandé par une sorte de timon qui a schématiquement la forme d'un triangle.

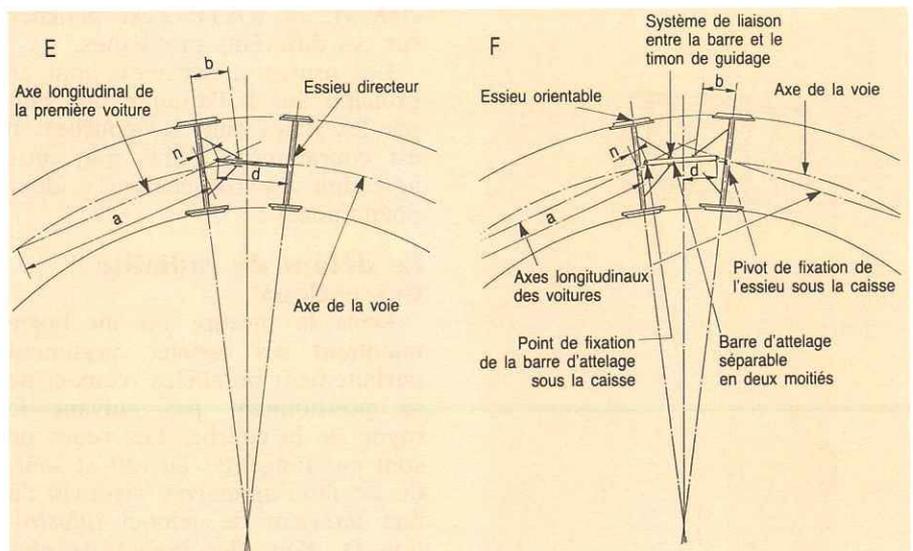
L'extrémité de ce timon est solidaire de la barre d'attelage qui relie entre elles les deux voitures. Afin de permettre le libre débatte-

ment en verticale de la barre d'attelage par rapport au timon, un dispositif à glissière ou élastique, appelé « noix de guidage », est interposé. Dans la réalité, la traverse de charge de l'essieu sert de timon.

Les déplacements angulaires de



3. Inscription en courbe d'une voiture équipée :
 A. de bogies. B. d'essieux parallèles.
 C. d'un bogie entre voitures. D. d'essieux orientés.



Principe d'orientation :
 E. de l'essieu d'extrémité. F. des essieux intermédiaires.

(1) Voir l'ouvrage de Gaston Jacobs intitulé : « La ligne de Sceaux : 140 ans d'histoire » - Éditions La Vie du Rail - 1987.

la barre d'attelage par rapport à l'axe des voitures imposent, via le timon, une orientation quasi-radiale de l'essieu par rapport à la courbe, si par construction on respecte la relation mathématique suivante :

$$b = n + \frac{n \cdot a}{2(n + d)}$$

(voir application numérique en illustration 4).

Pour les essieux orientés situés aux extrémités du train, la barre d'attelage qui lie entre elles deux voitures est remplacée par une fausse barre dont l'une des extrémités est maintenue dans l'axe de la voie par un essieu directeur, l'autre étant fixée sous la caisse comme pour les autres barres d'attelage.

L'équation mathématique, légèrement différente, $d^2 = n(n + a)$, permet d'obtenir un guidage aussi parfait.

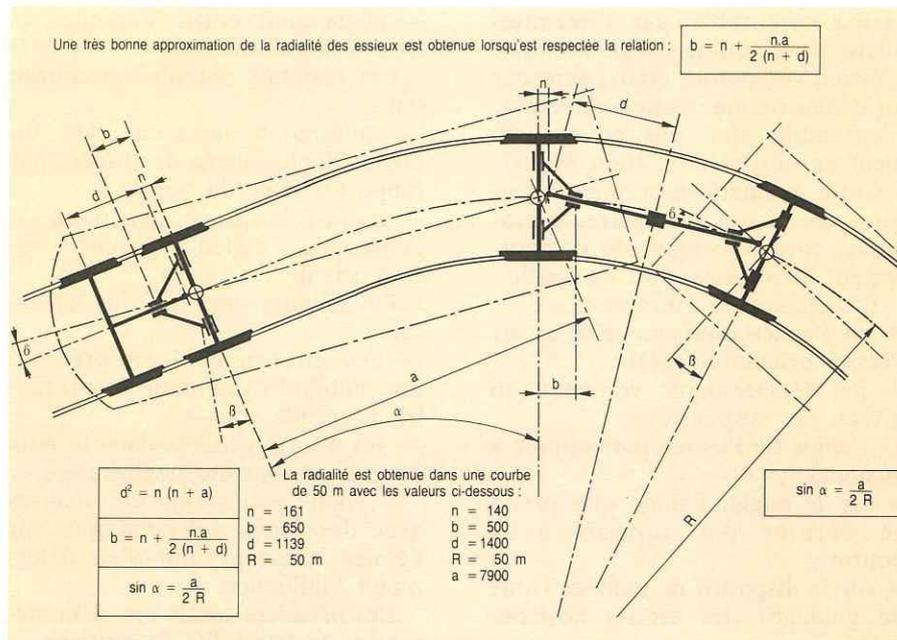
Parce qu'il repose sur un concept physique simple, pièces mécaniques de longueurs différentes, le guidage des essieux est à la fois simple, fiable et performant. L'absence de sources extérieures tant pour l'énergie que pour la commande en font un système sécuritairement satisfaisant.

Principe utilisé pour rendre les roues indépendantes

La recherche de solutions pour rendre indépendantes les roues en rotation est beaucoup plus simple. Par définition, un essieu porteur peut recevoir des roues indépendantes. Il suffit d'intercaler un roulement, à billes ou à rouleaux, entre la roue et son arbre qui peut, lui, devenir fixe. Pour l'essieu moteur, vu le faible coefficient d'adhérence disponible par le contact fer sur fer, il est nécessaire de transmettre le couple moteur aux deux roues.

Deux solutions sont envisageables :

— utilisation d'un pont réducteur et différentiel pour transmettre le couple moteur aux roues, à



4. Application numérique de la loi d'orientation.

l'image de l'automobile et du métro sur pneumatiques ;

— utilisation d'un moteur par roue (cette solution nécessite un réducteur pour chaque roue et un dispositif d'alimentation permettant d'obtenir, pour chaque moteur, des vitesses différentes).

Principe utilisé pour permettre la libre circulation du voyageur

La solution retenue pour les matériels du RER n'est pas utilisable sur le réseau urbain. En effet, le déplacement relatif, dans les courbes de faibles rayons, des extrémités de voitures en vis-à-vis, est trop important pour permettre l'utilisation de couloirs d'intercirculation classiques.

Le nouveau modèle doit permettre au voyageur :

— un passage sans contrainte d'une voiture à l'autre en supprimant l'extrémité de la voiture ;

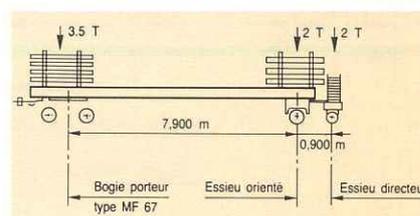
— un séjour en toute sécurité avec un confort comparable à celui des voitures en installant une intercirculation stable, éclairée et bien isolée phoniquement.

Déroulement du projet

Afin de vérifier sur son réseau le bien-fondé des concepts précédents, la RATP a décidé la construction d'une maquette grandeur nature puis d'un train prototype. Le projet a été nommé « Opération caisses courtes » vu la longueur des véhicules qui est d'environ 10 mètres au lieu des 15 habituels. Cette opération de recherche a consisté à expérimenter, sur site, l'ensemble des options nouvelles utilisables pour les matériels du futur.

Maquette

Une maquette a été réalisée en 1983 (illustration 5). La voiture était représentée par une poutre qui reposait sur un bogie et sur un



5. Croquis de la maquette utilisée.

essieu orientable par l'intermédiaire de couronnes d'orientation. L'essieu orientable était guidé par un essieu nommé essieu directeur. L'ensemble était mis en mouvement au moyen d'un train MF 67.

Cette maquette a permis de mesurer les divers paramètres mécaniques caractéristiques du comportement ferroviaire d'un ensemble.

Il s'agissait de mesurer :

• **sur l'essieu directeur (ED) et sur l'essieu orientable (EO) :**

— les déplacements verticaux au niveau des suspensions,

— l'angle de l'essieu par rapport à la poutre ;

• **sur le bogie**, l'angle que prend ce dernier par rapport à la poutre ;

• **sur le dispositif de guidage** (noix de guidage), les efforts horizontaux.

Les essais se déroulèrent dans un premier temps sur le faisceau de voie des ateliers de Vaugirard, puis de nuit en ligne. Il s'agissait de vérifier, au moyen d'un ensemble composé de deux poutres de 10 mètres simulant deux voitures, le comportement dynamique de l'ensemble, tiré ou poussé, dans des points caractéristiques du réseau :

— passages des appareils de voie de Saint-Lazare ;

— courbe de 100 mètres entre Miromesnil et Saint-Lazare ;

— courbe de 75 mètres entre Invalides et Varennes ;

— alignement entre Varennes et Saint-François-Xavier.

Les résultats obtenus en courbe ont :

— confirmé la mise en crabe du bogie (déplacement de travers par rapport à l'axe du bogie) ;

— montré la bonne inscription de l'ensemble « essieu directeur – essieu orienté ».

Par ailleurs, lors de tous les essais :

— l'essieu orientable a présenté une stabilité dynamique remarquable à grande vitesse ;

— les efforts générés dans la noix de guidage ont été négligeables.

Certains essais ont été réalisés avec des roues indépendantes sur l'essieu directeur afin d'en déterminer l'influence.

Les premiers essais ont donc démontré la faisabilité du système.

Train autonome

En 1984, ne disposant pas de voitures de faibles longueurs (10,5 mètres environ) qui étaient nécessaires pour l'expérimentation, un train de trois voitures fut construit à partir d'éléments :

— du matériel MF 77 pour les chaudrons et les portes ;

— du parc de rechange du matériel MP 73 pour les éléments du roulement, de la traction, des équipements de conduite et de contrôle.

Le diagramme de ce train est donné en *illustration 6*. Il présente les particularités suivantes :

• **une intercirculation**, née d'une idée RATP, placée entre la première voiture d'extrémité (VE1) et la voiture intermédiaire (VI). Cet élément se comporte comme une section de voiture de faible longueur avec des parties vitrées, un éclairage et des sièges.

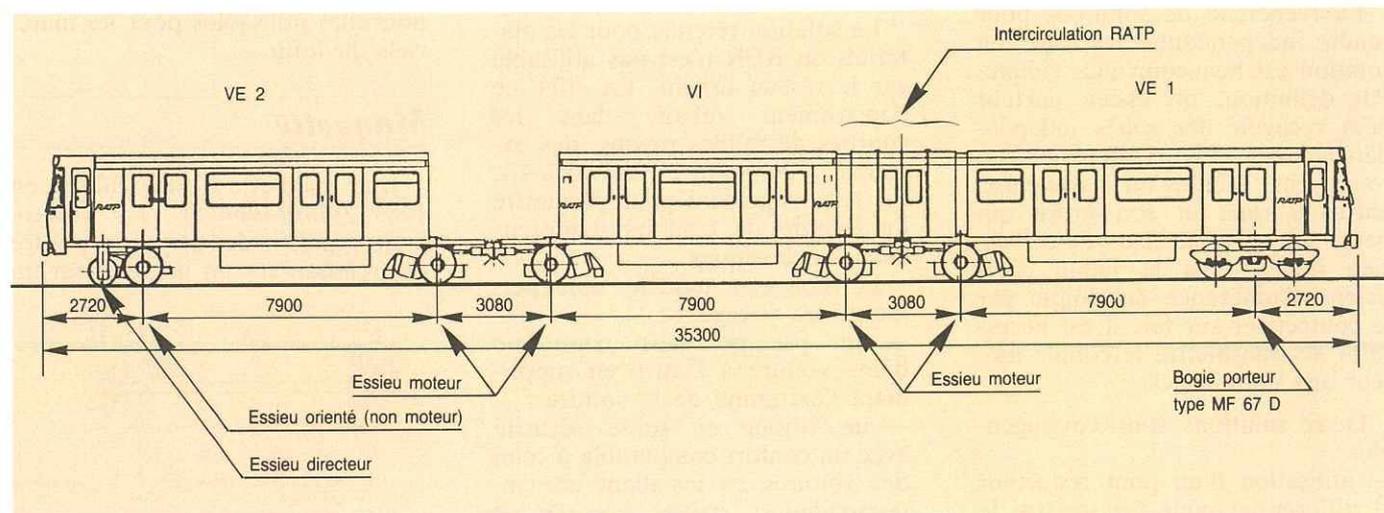
Il s'agit d'un élément rigide en forme de diabolo dont les extrémités sont articulées sur les voitures adjacentes pour permettre l'inscription dans les courbes. Le milieu est équipé d'un dispositif élastique permettant d'absorber les différences d'inclinaison entre les voitures encadrantes. Chaque articulation comporte, dans sa partie inférieure, un chemin de glissement semi-circulaire dont le guidage est assuré, autour de pivots haut et bas, par la barre d'attelage.

• **un roulement se composant :**

— d'un bogie porteur de type MF 67D sous l'extrémité avant de la VE1 ;

— d'un ensemble comprenant un essieu muni de roues indépendantes, appelé « essieu directeur », accouplé à un essieu orientable non motorisé, sous l'extrémité avant de la deuxième voiture d'extrémité (VE2) ;

— d'essieux moteurs orientables pour tous les autres pivots.



6. Diagramme du premier train prototype.

L'essieu directeur est chargé en son milieu par la caisse au moyen d'un système à lissoir et ressorts dont l'effort est réglable et permet d'obtenir une masse à la roue comprise entre 0,6 et 1,6 tonne.

L'orientation est réalisée par le dispositif d'attelage reliant les voitures entre elles. Des ponts moteurs du matériel sur pneumatiques sont utilisés et les roues de sécurité sont remplacées par des roues d'acheminement au profil du roulement fer. Cette solution permettant de circuler sur une voie classique avec des roues indépendantes.

● **un équipement de traction** et de contrôle du matériel roulant sur pneumatiques MP 73 en service sur la ligne 6.

Les moteurs, à courant continu, sont alimentés par un rhéostat de démarrage contrôlé par un combinateur JH.

L'assemblage des caisses et le montage des organes fut réalisé par les ateliers de Vaugirard spécialisés dans la maintenance des véhicules auxiliaires du réseau urbain.

Les essais reprirent en 1985 alors que l'intercirculation entre la VI et la VE1 n'était pas encore mise en place.

Les essais de cette nouvelle campagne avaient pour but :

- de confirmer les résultats déjà enregistrés ;
- d'affiner les méthodes de déve-

loppement, de mise au point, de mesure et d'analyse ;

— de certifier définitivement la faisabilité du roulement à essieu orienté et de l'intercirculation.

Les comportements particuliers ont été analysés et des solutions ont été développées au cours de nombreuses nuits d'essais. Les différents paramètres relatifs au roulement et à l'intercirculation ont été enregistrés et analysés. Des modifications permirent d'éliminer les comportements indésirables et de tester d'autres solutions. Ce sont ces modifications et les tests qui ont suivi qui permirent de certifier les nouveaux concepts.

Les résultats qui avaient été enregistrés avec la maquette ont été confirmés.

Dès la fin 1986, les essais étaient terminés. Les résultats obtenus peuvent se résumer comme suit :

- les essieux restent radiaux dans toutes les courbes avec un défaut de radialité très faible (inférieur à 0,33 degré) ;
- les efforts nécessaires au guidage sont très faibles ;
- les efforts mesurés dans la voie en courbe sont très inférieurs à ceux d'un bogie ;
- les crissements dans les courbes ont disparu ;
- l'indépendance des roues des essieux orientés est impérative ;
- l'essieu directeur, avec roues calées, présente des oscillations de lacet de faibles amplitudes ;

— l'intercirculation a un comportement stable ; aucune contrainte sur le roulement ou sur la caisse ne lui est imputable.

Des essais particuliers, relatifs au comportement en situations dégradées, ont été effectués afin de vérifier les conséquences d'une éventuelle défaillance. C'est ainsi qu'une voiture a circulé, poussée et tirée par un tracteur, avec un essieu orienté non guidé ; tant en courbe qu'en alignement, le comportement relevé a été satisfaisant, la sécurité restant assurée.

Des essais complémentaires ont également été réalisés en configuration de roulement sur pneumatique mais sans les roues de guidage habituelles. Le comportement a été jugé satisfaisant.

Contenu et opportunité du développement complémentaire de l'opération BOA.

La sanction suprême et indispensable pour qualifier un prototype, surtout disposant d'innovations aussi importantes, est l'essai d'endurance en ligne. Pour réaliser ces essais, il a été décidé de fabriquer une quatrième voiture pour disposer d'un train capable d'être mis en service voyageur.

Ce fut la naissance de « BOA 001 ».

L'arrêt des essais pendant la fabrication de la quatrième caisse a permis d'effectuer des travaux indispensables sur les trois premières pour la mise en service avec voyageurs :

- remplacement du bogie par un ensemble « essieu directeur – essieu orienté » ;
- adjonction d'un deuxième équipement de traction identique au premier, tous les essieux orientés devenant moteurs ;
- équipement interne des voitures selon un design signé Bernard Buffet, permettant l'essai de nouveaux types de sièges à assises relevables en implantation transversale ou longitudinale ;
- installation d'intercirculations



Premier train prototype aux ateliers de Vaugirard.

INTERCIRCULATIONS

Extérieur

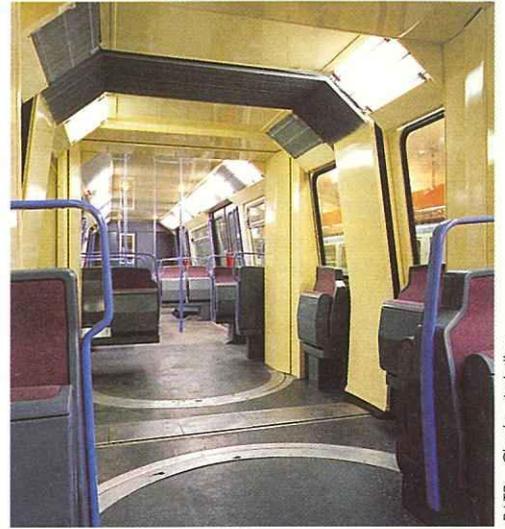
Intérieur

GEC-ALSTHOM

7 A.



7 B.



RATP - Gérard Dumax

RATP - Charles Ardailon

ANF-I

8 A.



8 B.



RATP - Gérard Dumax

RATP - Charles Ardailon

FAIVELEY

9 A.



9 B.



RATP - Gérard Dumax

RATP - Charles Ardailon

proposées par des fournisseurs suite à la demande de la RATP :

- GEC-Alsthom a fourni un modèle dérivé de notre prototype, avec utilisation du brevet RATP, présentant certaines améliorations, notamment une augmentation de la largeur médiane (*illustrations 7 A et B*) ;

- ANF-Industries a fourni un système totalement différent, composé de nombreux anneaux métalliques reliés entre eux par des anneaux élastiques avec un sol revêtu d'écaillés (*illustrations 8 A et B*) ;

- Faiveley, avec l'aide de Kléber-Industries, a proposé un modèle réalisé à partir de membranes en caoutchouc toilé, avec un tapis de sol en caoutchouc permettant d'assurer la continuité des planchers de voitures (*illustrations 9 A et B*).

Une nouvelle campagne d'essais s'est déroulée de nuit dès le début 1987 et jusqu'en février 1988. Elle était destinée à conforter les résultats précédents en matière de roulement à essieux orientés et roues indépendantes d'une part, et à comparer les trois types d'intercirculations d'autre part.

Cette campagne a permis d'obtenir des résultats très encourageants :

- la stabilité du train n'a pas eu à souffrir de la mise en place d'une quatrième voiture ;

- les intercirculations n'ont pas été l'objet de comportements anormaux ; toutefois il a été relevé que :

- l'intercirculation Faiveley développe un effort transversal aux voitures dans les courbes et cet effort tend à remettre en ligne les deux voitures (cette contrainte devra être prise en compte pour les calculs des structures de caisse, du gabarit des parties hautes et de la suspension secondaire),

- l'intercirculation ANF-I nécessite un supportage suite aux glissements verticaux des anneaux les uns par rapport aux autres ;

- les émissions de bruits, issues du roulement par exemple, peuvent recevoir un traitement particulier pour en diminuer la perception par le voyageur.

Les équipes d'essais ont profité des nombreuses circulations pour rechercher les fonctions contraintes secondaires qui n'existaient pas avec une architecture mécanique classique. Il s'agissait en particulier des contraintes liées à la présence d'un essieu directeur de faible masse à la roue (talonnage des appareils de voie renversables ou non, shuntage des circuits de voie, base de la signalisation de manœuvre et d'espacement...).

La campagne d'essais s'est arrêtée en février 1988 pour permettre à la société ANF-I de mettre en place des équipements préfigurant la technologie retenue pour le roulement, la traction et le frein du matériel MF 88 (2).

**

Que de chemin parcouru depuis l'idée d'un véhicule sur essieux orientables. **L'opération a abouti aujourd'hui à la réalisation d'un train prototype qui a été mis en service sur la ligne 5 du métro, sans voyageurs le 12 novembre 1990, puis avec voyageurs le 31 décembre 1990.**

Cette importante opération de recherche et de développement de principes originaux n'aurait pas été possible sans les idées et la volonté des agents du Département du Matériel Roulant Ferroviaire.

Il faut ajouter que cette opération a pu se dérouler dans de bonnes conditions grâce aux encouragements et aux aides financières de l'ANVAR (3), de l'AFME (4) et de la DTT (5).

La description de BOA 001, de ses nouveaux équipements, des essais d'endurance et de l'analyse des résultats feront l'objet d'un second article dans un prochain numéro de notre revue. ■

(2) Matériel à roulement fer en cours d'étude dont le premier élément doit être livré en 1992.

(3) ANVAR : Agence Nationale de Valorisation de la Recherche.

(4) AFME : Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie.

(5) DTT : Direction des Transports Terrestres du Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer.



BOA 001 en circulation sur la ligne 5.

LE PROGRAMME DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT POUR L'INNOVATION ET LA TECHNOLOGIE DANS LES TRANSPORTS TERRESTRES (PREDIT)

par Jean-Paul Perrin, Département du Développement.

Pourquoi le PREDIT ?

La tendance des trafics de voyageurs et de marchandises est à la croissance tant en France que dans la plupart des autres pays d'Europe.

Les transports terrestres sont indispensables à l'activité économique et font partie de la vie quotidienne ; ils représentent en France plus de 2 millions d'emplois directs et indirects et de l'ordre de 15 % des dépenses des ménages (soit plus de 500 milliards de francs) ; traditionnellement, les industries des matériels de transport ont connu un solde nettement positif des échanges extérieurs ; toutefois, une érosion sensible s'est manifestée au cours des dernières années.

L'activité de recherche concernant les transports terrestres doit donc être encouragée pour prendre en compte les nouvelles possibilités technologiques (informatique, télécommunications, nouveaux matériaux...) et atteindre les meilleurs niveaux de qualité et de coût permettant d'accroître la compétitivité de ce secteur qui s'avère porteur ; elle doit être

coordonnée pour être aussi efficace que possible. Ce besoin est d'autant plus évident que le coût de développement des matériels est de plus en plus important ; il est donc nécessaire de regrouper les moyens de recherche et développement et de trouver la meilleure synergie entre les différents acteurs : industriels, exploitants, chercheurs.

Création du PREDIT

Ces motifs ont conduit, dès 1982, le Ministre des Transports et le Ministre de la Recherche et de l'Industrie à créer une mission d'étude, dont la présidence a été confiée à J. Lagasse, alors directeur des Affaires scientifiques et techniques de la Régie Renault. Cette mission avait pour objectif d'étudier les besoins de recherche concernant les nouveaux systèmes guidés en milieu urbain, les véhicules routiers et équipements associés, l'exploitation, la régulation et l'information des usagers des transports urbains, le développement des systèmes de transport à grande vitesse, la sécurité et l'ex-

ploitation routière, et de proposer les moyens de renforcer l'activité de recherche, en associant les différents partenaires concernés : laboratoires publics, administrations, autorités organisatrices de transports, entreprises nationales, entreprises privées de production et d'exploitation.

Les travaux de cette mission ont débouché sur un programme de recherche et développement technologique dans les transports terrestres (PRDTTT) lancé en 1984 pour une période de cinq ans. Le colloque « Automatismes et transports » de février 1987 (1), puis le colloque « Bilan » de janvier 1989 ont rendu compte des travaux exécutés dans le cadre de ce programme et de l'évaluation positive qui en a été faite.

À l'issue du colloque bilan, les trois ministres concernés (Transports, Recherche et Technologie, Industrie) ont chargé J.-J. Payan, Directeur de la recherche à la Régie Renault, de présider une commission de préparation d'une seconde phase du programme (2).

(1) Cf. numéro d'octobre-novembre-décembre 1987 de notre revue.

(2) Cf. « Les transports terrestres » - La Documentation française - Janvier 1990 - 150 pages.

Par un protocole d'accord signé le 19 mars 1990 entre le Ministre de l'Industrie et de l'Aménagement du territoire, le Ministre de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, et le Ministre de la Recherche et de la Technologie, a été créé un programme de recherche et de développement pour l'innovation et la technologie dans les transports terrestres (PREDIT) pour la période 1990/94 couvrant les domaines de l'automobile et autres véhicules de transports routiers, les matériels et systèmes de transport public de voyageurs et de marchandises, la gestion et l'organisation de la circulation et des déplacements. Les interactions avec les transports aériens et maritimes seront bien entendu prises en compte.

Ce programme de recherche vise à développer autour de projets fédérateurs les capacités d'innovation et de valorisation du secteur des transports terrestres par un effort accru de recherche et de développement avec trois grands objectifs :

- accroître l'efficacité économique et sociale des systèmes de transport en améliorant notamment leur complémentarité ;
- conforter et augmenter la compétitivité de l'industrie française des biens et services ;
- harmoniser l'effort national et les actions conduites au niveau européen et promouvoir la participation française aux programmes européens tant au plan communautaire que dans le cadre EUREKA (programme européen de haute technologie).

L'organisation du PREDIT (tableau 1)

Le programme est structuré autour de six thèmes techniques qui sont croisés avec trois thèmes transversaux : Sécurité, Énergie, Environnement.

Il associe les moyens des centres de recherche publics, des agences d'objectifs (AFME, ANVAR), des industriels, des exploitants nationaux (SNCF, RATP) et des auto-

rités locales, afin de renforcer l'efficacité de la recherche dans les transports terrestres, dans le cadre de programmes nationaux et européens.

Chaque thème est animé par un comité chargé de coordonner les actions de recherche et de proposer un ensemble cohérent.

Les missions des comités peuvent être définies de la façon suivante : collecte des propositions d'action, coordination, définition des priorités, détection des lacunes et incitations, évaluation, valorisation.

Les thèmes sont le cas échéant démultipliés en sous-thèmes.

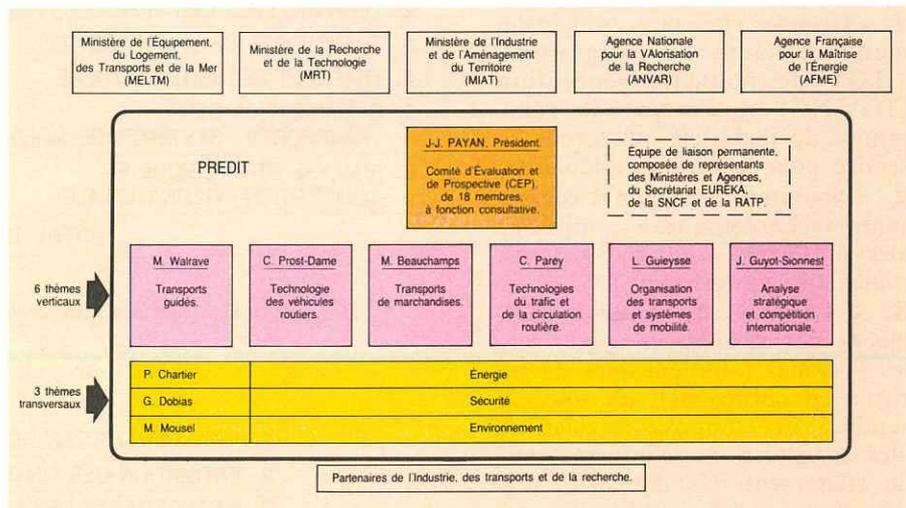
Chaque comité réunit un certain nombre d'experts (10 à 20) appartenant aux entreprises exploitantes, à l'industrie ou aux sociétés de service, aux organismes de recherche spécifiques aux transports (INRETS, LCPC, Écoles...), aux organismes spécialisés (SETRA, CETUR, CETE...) ou aux grands organismes de recherche (Université, CNRS...). Un Comité d'Évaluation et de Prospective (CEP) est chargé, à titre consultatif, d'évaluer et de suivre les actions de recherche et d'expérimentation du programme, ainsi que de proposer toute recommandation de nature prospective s'y rapportant.

Il est présidé par J.-J. Payan, Directeur de la recherche du groupe Renault, et comprend 18 membres nommés à titre personnel par

arrêté conjoint des trois ministres :
 — six personnalités choisies en raison de leur compétence en matière scientifique ou technique ;
 — six personnalités choisies en raison de leur action au sein d'organismes, d'entreprises industrielles ou de services conduisant des opérations de recherche ;
 — six personnalités choisies en raison de leur compétence en matière d'insertion des thèmes transversaux.

Parmi ces membres, sont désignés trois vice-présidents qui sont chargés des thèmes transversaux et les six présidents des comités de thèmes techniques.

Une équipe de liaison est chargée du suivi du programme. Cette équipe est animée conjointement par un représentant du Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer (SERT), un représentant du Ministère de l'Industrie et de l'Aménagement du Territoire (SERBE) et un représentant du Ministère de la Recherche et de la Technologie (DGRT) qui pilotent les actions relevant des compétences respectives des ministères. Elle associe à ses travaux les directions et services intéressés des trois ministères, ainsi qu'un représentant du Ministère de l'Environnement, des agences d'objectifs concernées (AFME, ANVAR), de la SNCF, de la RATP et du Secrétariat général EUREKA.



1. Organisation générale du PREDIT.

Fonctionnement du PREDIT

Il est illustré par le *tableau 2* qui montre le processus de suivi d'une action depuis la proposition jusqu'à l'évaluation, si une aide a été effectivement accordée. À noter que l'équipe de liaison joue souvent un rôle d'accélérateur de ce processus.

Moyens du PREDIT

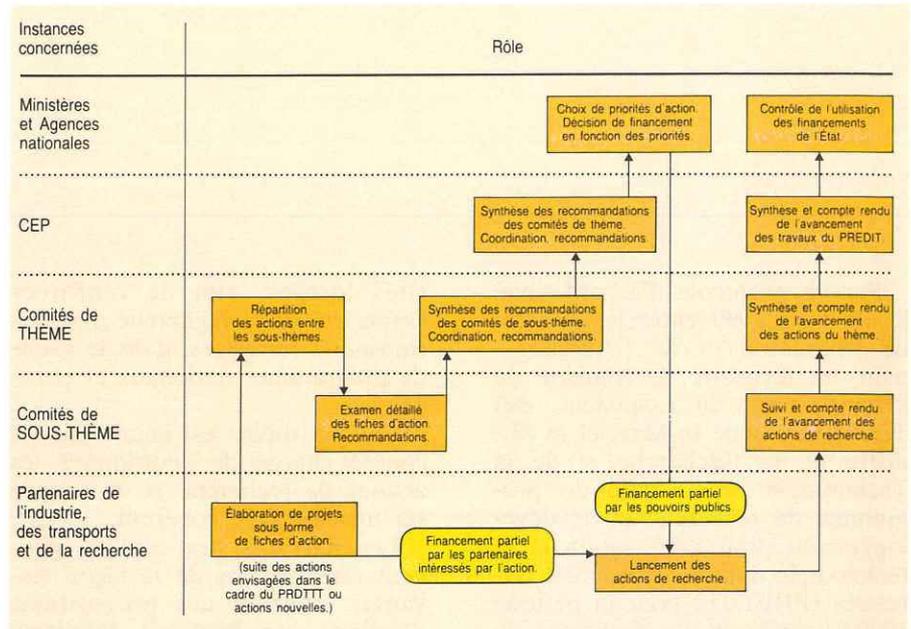
Le protocole de mise en œuvre du PREDIT a évalué le coût du programme à 8 300 millions de francs sur cinq ans ; le partage par thème et les sources de financement apparaissent dans les *tableaux 3 a et b*. On constatera le poids important de l'automobile et il convient de signaler que, en ce qui concerne les transports guidés, le programme « TGV de nouvelle génération » prend une part importante.

Les thèmes du PREDIT

Transports guidés

Le *tableau 4* détaille l'organisation de ce thème ; quatre sous-thèmes ont été définis :

1. « **Grandes vitesses** », principalement consacré au programme « TGV de nouvelle génération (TGV-NG) » qui prépare les générations de matériels qui seront en service pour la fin du millénaire.
2. « **Nouveaux matériels et composants technologiques** », appliqué aux matériels roulants (caisses, roulement, motorisation).
3. « **Systèmes de contrôle-commande des circulations** », couvrant les systèmes (automatismes de sécurité en particulier), les sous-ensembles et composants destinés aux transmissions d'informations, au traitement des données, à la détection et à l'identification des véhicules..., les outils et méthodes



2. Principe de fonctionnement du PREDIT.

(logiciels de sécurité, conception système, modélisation, compatibilité électromagnétique...).

4. « **Nouveaux systèmes urbains et suburbains** », appliqué aux systèmes de transports guidés autres que chemin de fer et métro (véhicules automatiques légers, véhicules tractés par câbles, tramway, trolleybus, autobus guidé...).

Ces différents sous-thèmes ne sont pas totalement disjoints et des actions situées en interface ou pouvant donner lieu à synergie ont été identifiées.

Un cinquième sous-thème a été esquissé et donne lieu à une réflexion préalable ; il s'agit de l'optimisation des infrastructures.

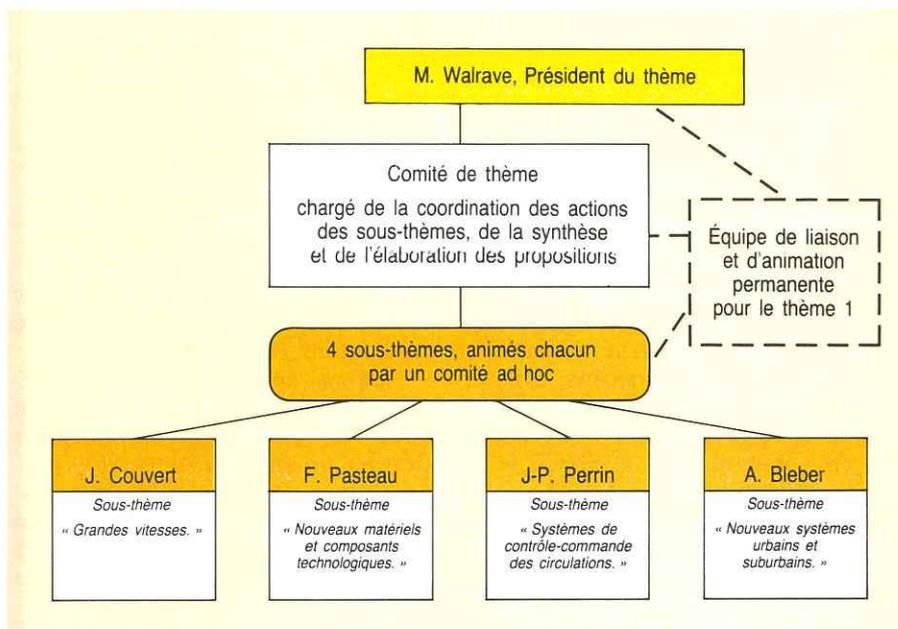
3 a. Estimation des coûts du programme (MF).

	PRDTT 84/88 Travaux réalisés	PREDIT 90/94 Montant estimé
1. TRANSPORTS GUIDÉS	1 360	2 330
2. TECHNOLOGIES DES VÉHICULES ROUTIERS	2 225	4 000*
3. TRANSPORTS DE MARCHANDISES	180	600
4. TRAFIC ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE	695	1 160
5. ORGANISATION DES TRANSPORTS - SYSTÈMES DE MOBILITÉ	120	160
6. ANALYSE STRATÉGIQUE ET COMPÉTITION INTERNATIONALE	—	50
TOTAL DU PROGRAMME	4 580	8 300

* Dont programmes EUREKA et/ou DRIVE.

3 b. Estimation des financements sur l'objectif d'un programme de 8 300 MF.

	TOTAL 1990/1994 (MF 90)
1. FINANCEMENT PAR L'ÉTAT	2 600
2. ESTIMATION DES FINANCEMENTS CEE	300
3. FINANCEMENTS DES ENTREPRISES ET DES ORGANISMES HORS ÉTAT	5 400



4. Organisation du thème « Transports guidés » (thème 1).

flexion est articulée selon quatre volets – connaître, prévenir, éviter, protéger – qui constituent un grand projet portant sur la sécurité automobile).

3. « Interaction conception/production » : il s'agit de rechercher une optimisation conjointe de ces deux phases par une concertation entre gens d'études, de méthodes et de fabrication, l'objectif étant d'augmenter la productivité, donc la compétitivité.

4. « Poids lourds (véhicules industriels) et transports en commun » : on y analyse les spécificités de ces transports et les synergies possibles avec l'automobile ; les actions concerneront la motorisation, les véhicules et les fonctions.

Transports de marchandises

Le fait que les transports de marchandises soient dans une phase de croissance importante (essentiellement supportée par le trafic routier) et les évolutions techniques, réglementaires (ouverture européenne) organisationnelles et économiques justifient que ce domaine constitue un thème de recherche et développement.

Quatre sous-thèmes sont analysés :

- les transports intermodaux ;
- les interfaces entre les modes de transport et les installations terminales ;
- l'élaboration, le traitement et l'acheminement des informations ;
- les marchandises en zones urbaines.

Technologies du trafic et de la circulation routière

On trouve dans ce thème :

- la gestion des transports collectifs pour lesquels plusieurs axes de recherche ont été engagés par le PRDTTT :

— la billettique (cf. groupe de travail de la DTT),

— les systèmes d'aide à l'exploitation (SAE) (cf. groupe de travail animé par le CETUR) qui peuvent être étudiés en relation avec des programmes européens comme DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe),

— les systèmes d'aide à l'information des voyageurs ;

- la gestion de la circulation routière dont les enjeux sont importants et qui doit être compatible avec les développements de la communauté européenne (équipements intelligents automobiles dans le cadre EUREKA, infrastructures routières de communication...)

Organisation des transports et systèmes de mobilité

Ce thème est consacré aux aspects socio-économiques des transports ; il résulte d'une volonté exprimée au vu du bilan du PRDTTT et du besoin croissant d'associer la recherche en sciences sociales à la recherche technologique.

Trois axes principaux ont d'ores et déjà été retenus par le comité :

- travail et métiers ;
- organisation des transports et mobilité ;
- socio-économie de la sécurité.

La définition précise des travaux qui seront effectués dans le cadre de ce thème résulte d'un séminaire qui a eu lieu les 19 et 20 octobre 1990.

Analyse stratégique et compétition internationale

Ce thème concerne l'analyse approfondie des évolutions internationales en matière de transports (et de la recherche-développement associée). Ces évolutions constituent en effet une donnée indispensable pour guider les choix stratégiques.

Les thèmes transversaux

Sécurité

Il s'agit d'une préoccupation majeure (transports en commun ou véhicules routiers). Le comité comprend un représentant de chacun des comités de thèmes verticaux.

Il s'est fixé comme objectifs :

- d'identifier les actions de sécurité dans chacun des thèmes et de s'assurer d'une prise en compte suffisante dans le développement du PREDIT ;

— de coordonner des actions sur des préoccupations liées à la sécurité communes à plusieurs thèmes et de faciliter des transferts de connaissances, de techniques et de méthodes (exemples : sûreté et qualité des logiciels, compatibilité électromagnétique, modélisation, simulateurs...).

Environnement

Le comité de thème veillera à la prise en compte de la protection de l'environnement dans le programme.

Deux aspects principaux se dégagent :

- la pollution atmosphérique (les dispositifs anti-pollution doivent être développés en vue d'obtenir

une « voiture propre » et de réduire les émissions des poids lourds) ;

— les nuisances sonores et vibratoires (on peut noter en particulier que le roulement fer sur fer des transports guidés non équipés de pneumatiques suggère des études quasi-fondamentales sur le contact rail-roue).

Énergie

L'économie d'énergie demeure un objectif important d'autant plus que le secteur des transports représente plus du quart de la consommation énergétique française.

Les transports routiers sont les principaux consommateurs malgré les progrès des dernières années.

Quatre axes peuvent être dégagés :

— la voiture économe (et ce malgré la surconsommation que supposent les mesures antipollution d'où l'association « voiture propre et économe ») ;

— les motorisations de substitution ;

— la régulation du trafic ;

— le développement des transports guidés.

Les transports guidés sont – relativement – économes en énergie ; des améliorations peuvent toutefois encore être apportées en matière d'allègement ; c'est aussi en améliorant leur attractivité que l'on incitera à une plus large utilisation des transports en commun, source d'économie d'énergie au plan global.

La RATP et le PREDIT

Compte tenu de son importance régionale en matière de transports en commun, du poids de ses besoins dans la production de l'industrie ferroviaire nationale en particulier, et de son rayonnement international, il est naturel que la RATP (de même que la SNCF) participe activement à la mise en œuvre du PREDIT ; ceci est d'ailleurs précisé dans le protocole de création du programme.

De fait, elle est présente dans la plupart des instances : un représentant au CEP, un dans l'équipe de liaison, et un au moins dans chaque thème ou sous-thème en relation avec ses activités ; elle assure en commun avec la SNCF le secrétariat du thème transports guidés.

La RATP peut ainsi participer aux orientations de la recherche en matière de transports et à la définition des produits correspondant à ses besoins présents ou futurs ; elle est également partie prenante dans les recherches et développements pour son propre compte, mais surtout en partenariat avec l'industrie, les sociétés de service, l'Université...

La majeure partie du programme de recherche et développement de la RATP – agrégation des programmes des départements coordonnée par l'Unité Recherche du Département du Développement – s'inscrit dans le PREDIT.

Ceci peut être illustré par les quelques exemples d'actions de recherche-développement ci-après.

Au titre des transports guidés (thème 1) :

• en ce qui concerne le matériel roulant :

— architectures mécaniques (train BOA en circulation avec voyageurs à titre d'essai depuis la fin 1990) (3),

— allègement de caisses (nid-d'abeilles) (1),

— contact rail/roue,

— amélioration de la chaîne de traction [dispositifs de commande et moteurs à maintenance allégée, moteur linéaire (utilisation en appoint : démarrage, rampe)...] ;

• en ce qui concerne les systèmes de contrôle-commande :

— SACEM et le monoprocesseur codé (4) (les constructeurs poursuivent l'amélioration de la flexibilité et des performances, MÉTEOR en bénéficiera),

— transmission d'information utilisant les ondes hyperfréquence (une base d'essais dans le métro est utilisée pour les expérimentations),

— architecture informatique, dé-

veloppée pour l'équipement des trains, en particulier dans le cadre de l'automatisation intégrale,

— atelier de validation des logiciels (de sécurité en particulier) en cours de perfectionnement pour devenir un outil pratique (5),

— atelier de conception de systèmes, en cours d'assemblage, qui sera indispensable pour les grands systèmes à venir (MÉTEOR en particulier).

Au titre des véhicules routiers (thème 2) :

— transmission hydrostatique (projet THIRE) : démonstration prototype en cours de préparation,

— filtres à particules : expérimentation de deux dispositifs (5).

Au titre du trafic routier (thème 4) :

— systèmes d'information des voyageurs : expérimentation en cours sur les lignes 26 et 29 du système Alexis d'affichage du temps d'attente des deux prochains véhicules (6),

— péages sans contact : réalisation d'une maquette en vue d'une expérimentation.

Au titre de l'organisation des transports et des systèmes de mobilité (thème 5) :

un contrat a été signé dans le cadre des Programmes Interdisciplinaires de Recherche sur la Technologie, le Travail, l'Emploi et les Modes de vie (PIRTTEM), pour confier des études à caractère sociologique à des laboratoires du CNRS (7). ■

(3) Cf. article dans ce même numéro de notre revue.

(4) Cf. numéro spécial de la « Revue Générale des Chemins de Fer » de juin 1990.

(5) Article à paraître dans notre revue en 1991.

(6) Cf. numéro de janvier-février-mars 1990 de notre revue.

(7) Cf. numéro d'avril-mai-juin 1990 de notre revue.

L'AUTOMATISATION DE LA CHARGE DES AUTOBUS EN CARBURANT

par Michel Robert, Département Matériel Roulant Bus.

Introduction

À la RATP, la charge des autobus en gazole a toujours été effectuée par des agents des services de maintenance, uniquement affectés à cette tâche, lors de la rentrée des véhicules dans les dépôts.

Pour améliorer la productivité de cette opération, le Département Matériel Roulant Bus a testé trois dispositifs :

- de 1982 à 1987, un système totalement automatique ;
- en 1989, un système semi-automatique, mis en service ;
- en 1990, un système étanche sous pression.

Le texte qui suit a pour objectif de préciser les conclusions auxquelles la RATP est arrivée à l'issue des essais de ces trois systèmes.

Le poste de charge en carburant actuel de la RATP

Dans chaque dépôt, après l'entrée principale, on trouve une ou plusieurs pistes de charge équipées de bornes pour la distribution du carburant (photo 1).

Chaque borne de distribution reçoit le carburant sous pression par une canalisation monoligne ; son équipement est limité à :

- un flexible muni d'un pistolet ;
- un totalisateur de débit ;
- une vanne intérieure d'isolement.

Le carburant est stocké dans deux ou trois cuves enterrées dans la cour de l'établissement.

Un groupe de pompes de transfert munies de filtres et de déga-

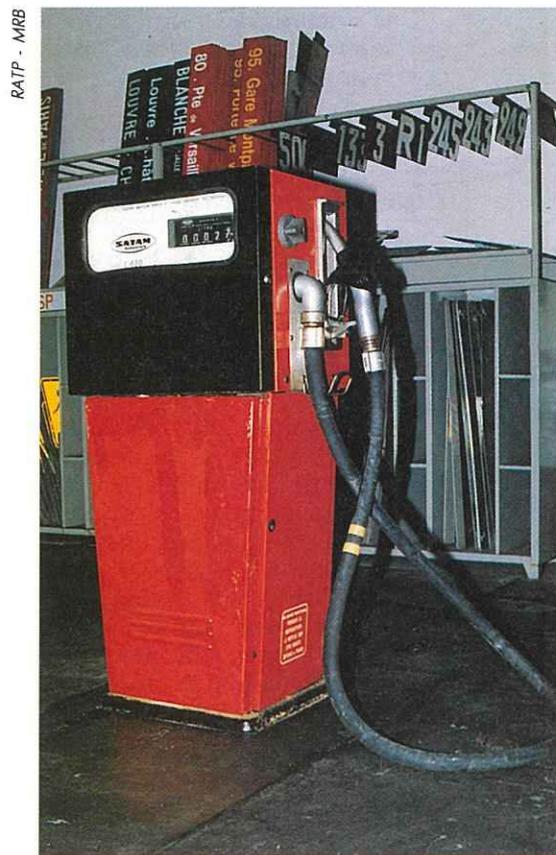
zeurs puise le carburant dans les cuves pour le refouler vers les bornes de distribution.

Au décrochement du pistolet, les pompes de transfert se mettent en marche et la pression s'établit dans la canalisation. Le débit du carburant s'obtient alors par simple pression sur la poignée du pistolet.

Jusqu'aux années soixante, le transfert du carburant n'était pas assuré par des pompes, mais était obtenu par pression d'un gaz neutre sur le liquide contenu dans les cuves. Celui-ci provenait de l'échap-



2. Le robot CGA.



1. Borne de charge classique.

pement d'un moteur appelé « moteur à azote ».

Un système totalement automatique : le robot de charge CGA

Le robot CGA (Compagnie Générale d'Automatismes) est une machine qui effectue seule la charge en carburant des autobus (photo 2).

Description

C'est un robot portique de 2 m de longueur sur 0,8 m de largeur maximale, muni d'un bras à double articulation qui se déplace latéralement sur des rails.

La tête du robot supporte en partie inférieure une caméra de détection et en partie supérieure le bec de distribution du carburant (photo 3).

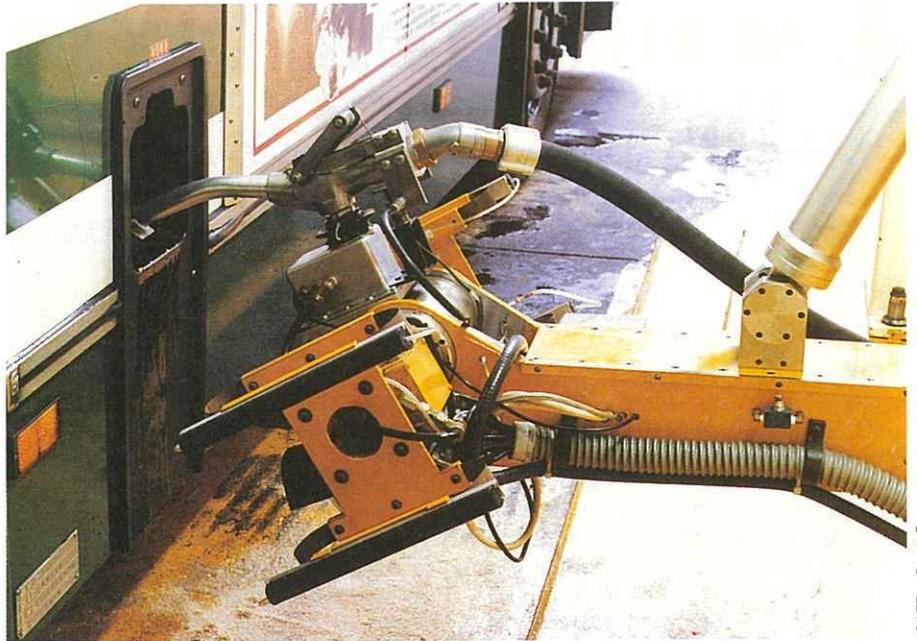
Une armoire électrique abrite le calculateur et tous les logiciels de commande ainsi que les relais électriques.

Fonctionnement

Arrivé sur la piste, le conducteur arrête son véhicule à hauteur d'un repère de peinture marqué au sol. Le bouchon du réservoir de gazole se trouve ainsi positionné face au robot.

Le détecteur à base de caméra visionne l'objectif et recueille les informations tridimensionnelles concernant la position du bouchon. Ces informations, saisies et traitées par un calculateur industriel multiprocesseur parallèle et des algorithmes statistiques rapides, permettent le déclenchement du processus de charge qui se déroule ainsi :

- le bec du pistolet vient heurter le verrouillage du bouchon qui, libéré, s'ouvre automatiquement ;
- le bec s'engage ensuite dans la goulotte et délivre le carburant ;
- le réservoir pratiquement plein, la mousse arrive sur le bec et provoque l'arrêt du débit de carburant ;
- une temporisation d'environ six secondes va permettre à la mousse de s'estomper avant la seconde opération de finition de charge ;
- après le deuxième déclenchement, le réservoir étant correctement rempli, le bec sort de la goulotte et vient s'appuyer sur le couvercle qui se ferme et se verrouille automatiquement ;
- le robot revient à sa position initiale ;
- une signalisation lumineuse



3. Tête du robot munie du bec de distribution et d'une caméra de détection.

avertit alors le conducteur que l'opération de charge est terminée.

Bilan

Après une période de mise au point, le système a été utilisé de façon satisfaisante au dépôt de Flandre pendant deux ans.

Il offrait en effet un certain nombre d'avantages :

- il permettait de s'affranchir de la présence d'un agent chargeur à la rentrée des autobus ;
- son utilisation n'augmentait pas le temps de charge ;

— l'opération de charge pouvait être effectuée à n'importe quelle heure.

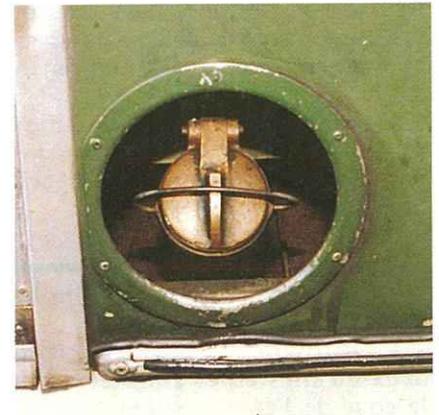
Cependant, le robot représentait un gros investissement très long à amortir.

Par ailleurs, il y avait obligation d'équiper les réservoirs des véhicules de bouchons semi-automatiques qui, après une pression sur la patte d'accrochage, s'ouvraient seuls, ce qui n'était pas le cas des bouchons d'origine (photo 4).

Enfin, l'orifice d'accès au réservoir devait être agrandi pour permettre l'action du bec du robot (photo 5).



5. Bouchon semi-automatique avec accès réservoir agrandi.



4. Bouchon d'origine.

Le système CGA s'avérant finalement d'un coût trop élevé, il a été abandonné en 1987.

Un système semi-automatique : l'aide à la charge CGA

Développé pour la RATP, ce dispositif est dérivé du robot de charge présenté précédemment. Il est incorporé dans un poste de distribution classique pour gérer uniquement la distribution du carburant (*photo 6*).

verte et, grâce à un contact pneumatique, informe l'automate de la présence de l'ensemble en bonne place sur la goulotte. On remarque également, sur le bec, un soufflet dont le rôle est de permettre la sortie des gaz du réservoir tout en arrêtant la mousse du gazole, pour éviter des débordements de carburant en fin de charge.

Dans le poste de distribution, sont installés un automate programmable, un dégazeur, des presostats de régulation pour le débit du carburant et une alimentation d'air régulée pour le vérin et le contacteur du pistolet.

Les tuyaux de carburant et d'air comprimé sont munis de clapets automatiques qui, en cas d'arrachement, permettent le désaccouplement de la tuyauterie tout en obstruant les orifices (*photo 9*).

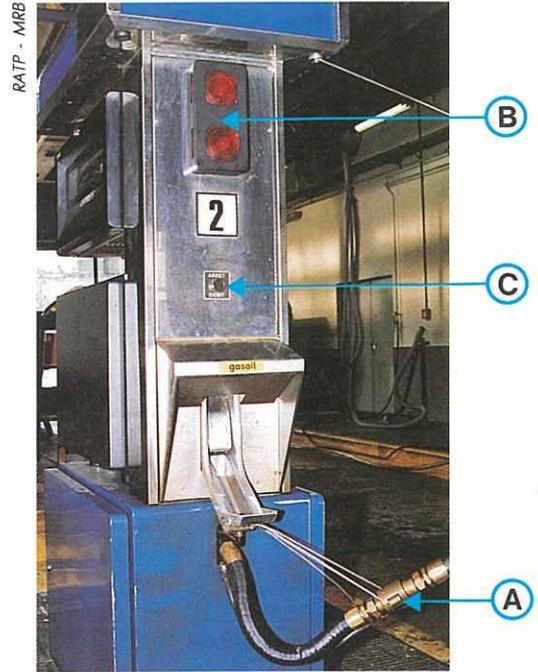
Une alarme, matérialisée par deux lampes rouges sur le côté du poste et un bruiteur à l'intérieur, se déclenche en cas de mauvais fonctionnement et un bouton d'arrêt d'urgence permet de couper immédiatement le débit de carburant en cas de besoin (*cf. photo 9*).

Une signalisation lumineuse, verte ou rouge, est installée en bout de piste à l'intention du conducteur.

Fonctionnement

Le véhicule en place, l'opérateur provoque l'ouverture du bouchon par pression sur la languette d'accrochage.

Dès la prise du pistolet, les pompes de transfert s'enclenchent et mettent la canalisation de gazole



9. Système d'aide à la charge :
- clapets automatiques (A),
- alarme lumineuse (B)
- bouton d'urgence (C).

sous pression ; le compteur se remet à zéro et la signalisation lumineuse machiniste passe au rouge.

À l'engagement du pistolet dans la goulotte, le contacteur de sécurité est sollicité. Il envoie alors à l'automate l'information de bonne position, ce qui permet à celui-ci d'entrer en fonction.

Dès que la gâchette est sollicitée, l'opération complète de remplissage est prise en charge par l'automate. Le vérin pneumatique prend le relais de la main. Une indication lumineuse bleue s'éclaire en tête du poste. Le carburant est délivré.

Au premier déclenchement, une

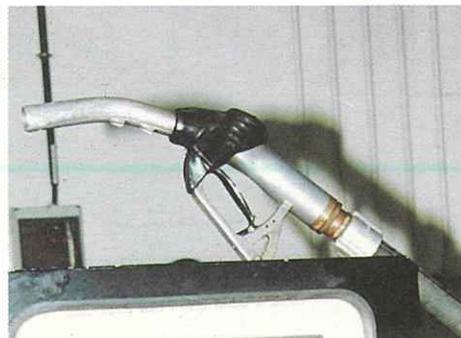


RATP - MRB

6. Borne avec système CGA d'aide à la charge.

Description

Le pistolet est un modèle de base modifié (*photos 7 et 8*). Il a reçu, derrière la poignée, un vérin pneumatique qui commande la gâchette. Sur l'embase du bec, un bloc double fonction assure l'accrochage du pistolet sur le verrou du couvercle dans la position ou-



RATP - MRB

7. Pistolet classique.



RATP - MRB

8. Pistolet modifié pour aide à la charge.

temporisation de six secondes va permettre à la mousse de s'estomper avant le complément de charge. Au deuxième déclenchement, le réservoir est correctement rempli et l'indicateur bleu s'éteint pour indiquer à l'opérateur la fin de l'opération de charge. Celui-ci retire alors le pistolet de la goulotte, referme le bouchon et replace le pistolet sur son support. Les pompes d'alimentation s'arrêtent et la signalisation machiniste passe au vert.

Bilan

Grâce à la réduction qu'il offre du temps de manutention manuelle, le système permet d'effectuer simultanément à la charge en carburant le travail d'aspiration intérieure du véhicule. Cependant, la simultanéité de ces opérations augmente le temps de stationnement au poste de charge.

Il n'y a plus de débordement de gazole en fin de charge mais, lors du déplacement du pistolet, quelques gouttes de gazole tombent à terre, ce qui nécessite, pour que l'agent chargé d'effectuer l'aspiration n'entraîne pas avec ses pieds du gazole à l'intérieur des voitures, la présence au sol d'un caillébotis.

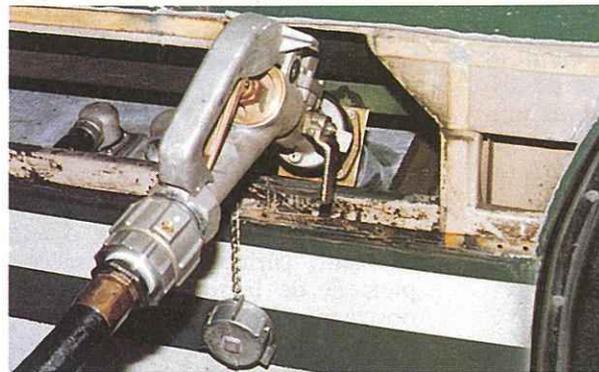
À la RATP, les pompes de puisage du carburant n'étant pas intégrées aux postes de distribution, il est nécessaire dans cette installation d'alimenter les postes de distribution à l'aide d'une boucle de gavage (tuyauterie monoligne en circuit fermé), afin d'éviter les coups de bélier (à-coups dans la distribution du carburant) nuisibles au bon fonctionnement du système.

Enfin, la signalisation de sortie de piste évite toute fausse manœuvre au machiniste.

En service depuis septembre 1989, le système est jugé satisfaisant. Malgré une maintenance plus coûteuse qu'avec le système classique, son extension peut être envisagée dans les dépôts où l'augmentation du temps d'attente des autobus au poste de charge ne perturbe pas la cadence de rentrée.

Un système étanche sous pression : « le Posi-Lock » de EMCO-WHEATON

Ce matériel, importé du Canada, assure une charge étanche en carburant sous une légère pression (photo 10).



10. Système canadien « POSI-LOCK » de EMCO-WHEATON.

Description

Un pistolet muni d'un bec étanche, à verrouillage par mouvement d'un quart de tour, se monte en lieu et place du pistolet traditionnel (photo 11).

Une soupape d'étanchéité est insérée dans l'embout de la goulotte du réservoir dotée d'un système de verrouillage par mouvement d'un

quart de tour. Un bouchon protège l'ensemble des impuretés (cf. photo 11).

Une vanne de contrôle de niveau, avec un sifflet (facultatif), et une soupape de sûreté, sont placées sur le dessus du réservoir (photo 12).

Fonctionnement

Après avoir retiré le bouchon,



11. Pistolet POSI-LOCK et goulotte de réservoir.



12. Dessus du réservoir avec bouchon, vanne de contrôle et soupape de sûreté.



13. Positionnement du pistolet et verrouillage sur la goulotte.

on engage le pistolet sur la goulotte. Le mouvement d'un quart de tour assure l'étanchéité et l'abaissement d'un levier, placé à droite, verrouille le système tout en autorisant le débit du carburant (photo 13).

À l'enfoncement de la poignée, qui peut se bloquer en position ouverte, le gazole pénètre dans le réservoir et chasse l'air. Celui-ci va s'échapper au travers de la valve de niveau et sort par le siffleur. C'est le témoin sonore de remplissage.

La valve de niveau comporte trois billes prisonnières dans un tube. Elles y assurent le passage de l'air et obstruent l'orifice d'échappement dès que le carburant arrive. La pression augmente alors dans le réservoir, ce qui provoque l'arrêt automatique du pistolet. La charge est terminée.

Pour retirer le pistolet, il est nécessaire de le déverrouiller. Par contre, grâce aux clapets de la goulotte et du pistolet, aucune goutte de gazole ne s'échappe au cours des opérations de charge et de manutention.

La soupape de sécurité évite toute surpression anormale dans le réservoir en cas d'incident.

Bilan

Testé en décembre 1989, ce système a donné techniquement toute satisfaction :

- il est propre, le gazole ne pouvant, grâce aux clapets d'étanchéité, s'échapper ;

- il offre sécurité et fiabilité dans le remplissage des réservoirs car le gazole véhiculé dans une canalisation étanche ne mousse pas et il n'y a donc pas de dérive pour obtenir le niveau prévu ;

- il est rapide, l'absence de mousse autorisant un débit de carburant plus important ;

- il permet de faire effectuer la charge du véhicule par le conducteur sans que celui-ci ne se salisse, d'où élimination de tout risque d'arrachage de tuyauterie par l'autobus qui démarrerait inopinément.

Néanmoins, il présente des inconvénients :

- le poste de charge est sélectif car le procédé implique un pistolet de charge et un bouchon de réservoir spécifiques d'où l'impossibilité de charger des véhicules non équipés du système ;

- la charge devient alors délicate sur des postes banalisés et il est nécessaire, dans ce cas, d'utiliser un adaptateur en raison de l'existence du clapet dans la goulotte ;

- le pistolet est très lourd (4,3 kg), ce qui est un élément de fatigue pour l'opérateur si les véhicules sont chargés à la rentrée par le même agent ;

- enfin, la modification du matériel est coûteuse : il est nécessaire de déposer le réservoir de carburant, de le dégazer et d'y souder une platine qui recevra les valves ; l'orifice de la carrosserie où passe la goulotte doit également être modifié pour permettre le mouvement de quart de tour du pistolet.

Il n'est donc pas envisageable actuellement d'utiliser le système à la RATP.

Conclusion

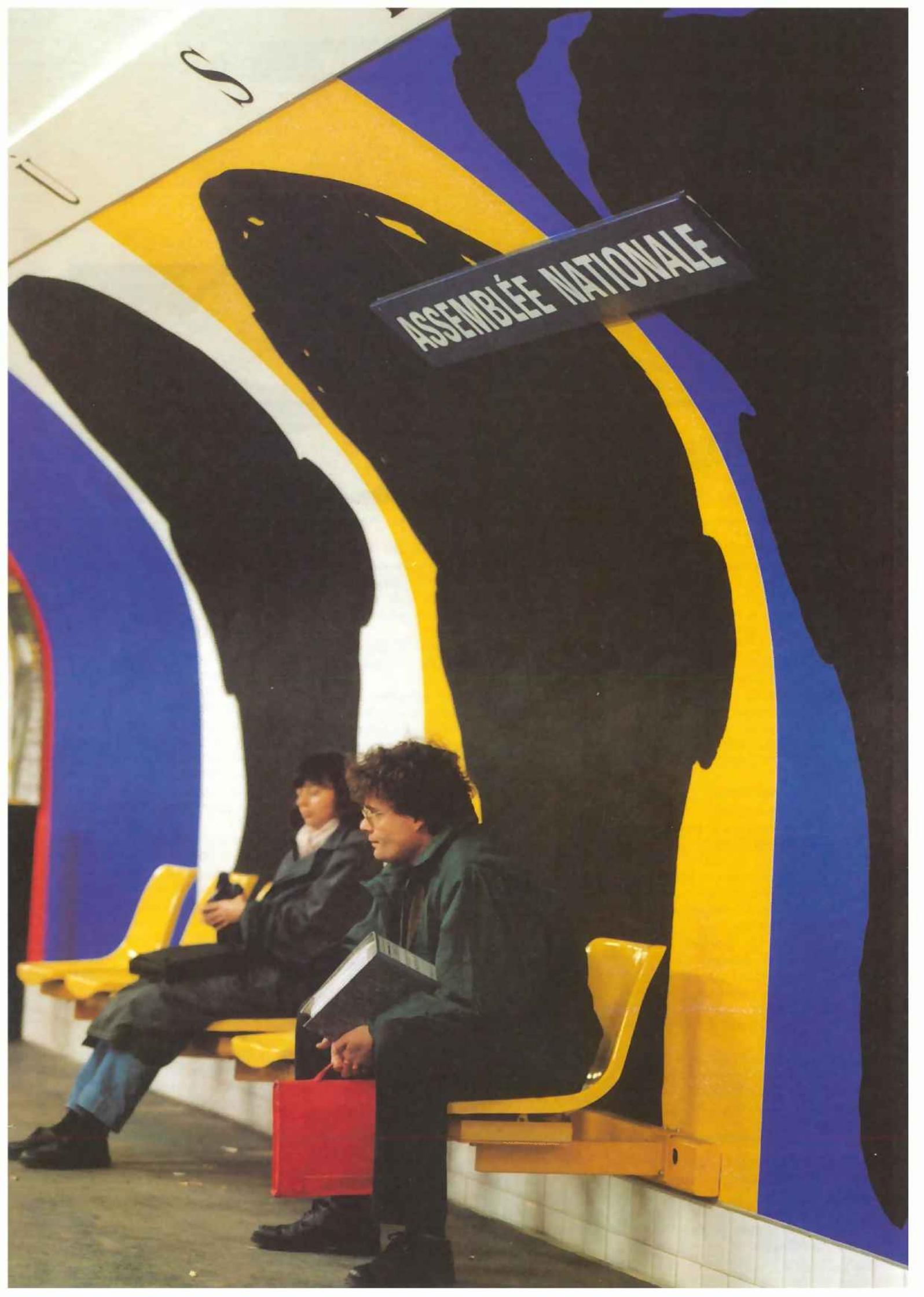
Les trois dispositifs qui viennent d'être présentés ont été analysés pour suivre l'évolution technologique de la distribution en carburant et dans un esprit de productivité.

Le robot de charge pourrait parfaitement répondre à cette attente. Toutefois, l'état de prototype de ce système conduit à un coût encore trop élevé pour la rentabilité d'un tel produit.

Le dispositif « Posi-Lock » est une forme d'aide à la charge. Ses avantages, très séduisants, ne sont pas exploitables à la RATP compte tenu de l'organisation de la maintenance qu'il nécessite. Il faut noter aussi la nécessité qu'il y aurait de modification de 3 900 autobus, ce qui représenterait un gros investissement.

C'est l'aide à la charge CGA, solution intermédiaire, qui est retenue actuellement. Utilisée depuis un an au dépôt Belliard, ce système donne entière satisfaction. Son extension à d'autres dépôts est donc envisagée. ■

ASSEMBLÉE NATIONALE



NOUVELLES DE LA RATP

UN NOUVEAU DÉCOR À LA STATION « ASSEMBLÉE NATIONALE »



RATP - Denis Sulfon

Après avoir abandonné son ancienne appellation de « Chambre des Députés » en juin 1989, peu avant les fêtes de célébration du Bicentenaire de la Révolution, la station « Assemblée Nationale », sur la ligne 12 du métro, a reçu un nouveau décor, œuvre de Jean-Charles Blais, plasticien lauréat du concours lancé conjointement par la RATP et l'Assemblée Nationale sur le réaménagement de cette station.

D'immenses figures anonymes, apparaissant en ombres chinoises sur des fonds d'affiches de dimensions 3 m x 2,50 m, colorés tantôt en rouge, blanc, bleu, jaune ou vert, ornent désormais les flancs de la station, venant illustrer la phrase qui court au-dessus d'elles tout le long des quais : « *Partout où ses membres sont réunis, là est l'Assemblée Nationale.* »

Ce nouveau décor a été inauguré

le 15 décembre 1990 par Laurent Fabius, Président de l'Assemblée Nationale, et Christian Blanc, PDG de la RATP, en présence de nombreuses personnalités.

Ce décor sera régulièrement renouvelé, les affiches adaptant leur couleur de fond au « programme » des sessions de l'Institution. ■

RÉAMÉNAGEMENT DE LA SALLE DES BILLETS DE LA STATION « MONTPARNASSE-BIENVENÛE » DES LIGNES 6 ET 13

Dans le cadre de l'opération « TGV-Atlantique », la SNCF s'est engagée dans un remodelage complet de la gare de Paris-Montparnasse en modifiant ses dispositions fonctionnelles (séparation du trafic banlieue et grandes lignes) et en édifiant une nouvelle façade, dite « Porte Océane », donnant sur la place Raoul Dautry (15^e arrondissement).

La salle des billets de la station de métro « Montparnasse-Bienvenue » desservant le secteur (lignes 6 et 13) étant située en sous-sol de cette place, la RATP a dû d'une part ac-

compagner le chantier SNCF par la réalisation d'un certain nombre de travaux connexes, et d'autre part adapter ses installations à la nouvelle configuration des lieux.

Outre le déséquipement, la mise en provisoire puis le rééquipement des installations directement touchées par l'engagement successif des différentes phases de travaux SNCF, et les divers aménagements qu'elle a effectués pour ne pas interrompre son exploitation voyageurs, la RATP a tout d'abord procédé à l'étude puis l'exécution des renforcements par précontrainte additionnelle externe de

deux poutres principales de sa salle des billets, renforcements nécessaires pour la poursuite du chantier SNCF. Ces travaux, induits par la SNCF, ont fait l'objet de deux conventions avec cette dernière.

Elle a ensuite entrepris un réaménagement d'ensemble de la salle des billets pour améliorer les conditions d'accès et de circulation des usagers :

— modification de la ligne des contrôles d'entrées-sorties et augmentation du nombre d'appareils (25 péages pour faire face aux prévisions de trafic, de l'ordre de 250 entrants

par minute à la période de pointe du matin, et 14 portes de sortie anti-fraude automatiques) ;
 — déplacement des points de vente des titres de transport et du bureau d'information pour maintenir une

zone hors-contrôle de dimensions acceptables (un bureau de vente au sud-est de la salle et un bureau de vente-information en îlot, en tête des contrôles) ;
 — légère extension de la salle côté

nord-est (suppression d'un angle) pour faciliter l'écoulement du trafic vers le couloir de correspondance menant aux lignes 4 et 12 et création, dans le gros œuvre de la nouvelle diagonale, d'un local à usage commercial d'environ 10 m² ;
 — réfection totale des sols, des faux-plafonds, de l'éclairage et de la signalétique.

Par ailleurs, six grilles automatiques enroulables ont été implantées pour matérialiser la nouvelle limite domaniale RATP/SNCF et les accès-distributions des locaux sociaux du personnel du métro ont été remaniés.

Le réaménagement de la station, d'un coût total de 16 millions de francs hors-taxes, financés à hauteur de 6,25 millions de francs par la Région Ile-de-France, 6,25 millions par le Syndicat des Transports Parisiens et 3,5 millions par la RATP, a été achevé le 21 novembre 1990 après deux ans et demi de travaux. ■



RATP - Denis Sulfon

ACCÈS SUPPLÉMENTAIRE À LA STATION « SAINT-MARCEL »

Afin d'éviter à un grand nombre d'utilisateurs de la station « Saint-Marcel », située dans le 13^e arrondissement sur la ligne 5 du métro, la traversée en surface du boulevard de l'Hôpital, axe routier où la circulation est importante, un nouvel accès à la station franchissant en souterrain le boulevard précité a été construit.

Cet accès est constitué d'un couloir de 25 m de long sur 3,5 m de large. Il débouche, à l'extérieur, côté pair du boulevard, face aux n^{os} 52-54, par une trémie comportant un escalier fixe de 25 marches (deux volées de 6 et 19 marches respectivement) et munie d'une grille de fermeture automatique et, à l'intérieur de la station, dans la zone hors-contrôle de la salle des billets, par un escalier fixe d'une volée de 13 marches. Le couloir sert donc également de passage public piétons pendant les heures d'exploitation du métro.

Sa mise en service a eu lieu le 14 décembre 1990 après un an de travaux. Sa réalisation a coûté au total 5,52 millions de francs hors-taxes, dont 1,32 million à la charge

RATP - René Minoli



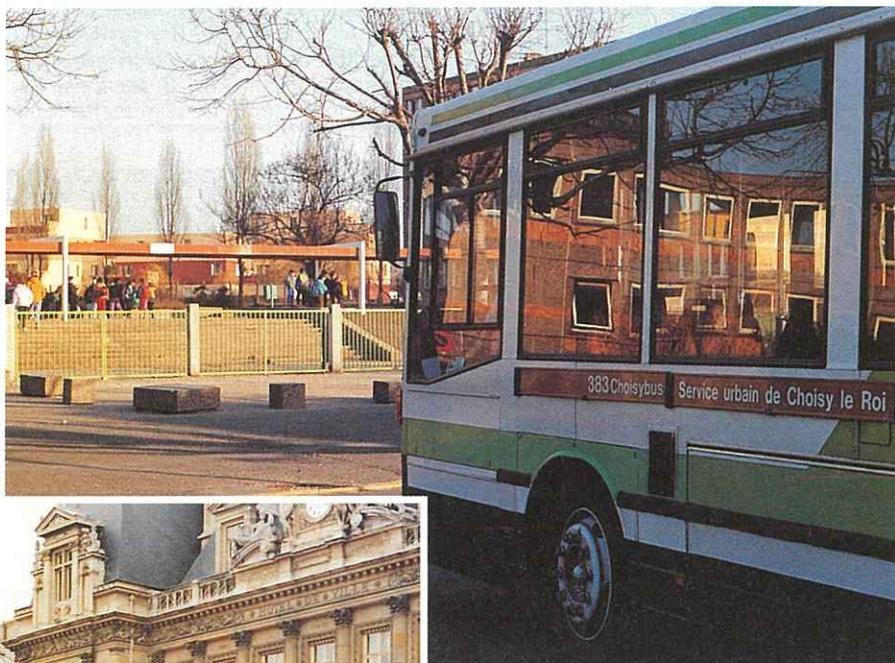
RATP - René Minoli

EXPLOITATION DU RÉSEAU BUS

Création de deux services urbains communaux

Deux nouvelles communes de banlieue ont été dernièrement dotées de leur propre desserte interne : il s'agit de Neuilly-sur-Seine dans les Hauts-de-Seine, et de Choisy-le-Roi dans le Val-de-Marne.

- « **La Navette** » de Neuilly (ou ligne **376**) a été mise en service le 3 septembre 1990. Elle est exploitée du lundi au vendredi (sauf les jours fériés et au mois d'août) sur un circuit



RATP - Charles Ardailon



RATP - Joël Thibaut



long de 8,3 km formé de deux boucles, nord et sud, situées de part et d'autre de l'Hôtel-de-Ville, parcourues chacune dans un seul sens, communiquant entre elles en plusieurs points et constituant chacune une section de tarification. Les départs sont assurés toutes les demi-heures de 7 h 45 à 19 h 50.

- Le « **Choisy bus** » quant à lui (ou ligne **383**) circule depuis le 1^{er} octobre 1990. Conçu avec un itinéraire d'une seule section en forme de « 8 » parcouru dans un seul sens, centré sur la traversée de la Seine (pont de Choisy) et long de 6,8 km, il fonctionne du lundi au vendredi avec départs de 7 h 15 à 18 h 15, et le samedi matin avec départs de 7 h 15 à 12 h 15 (sauf les jours fériés et du 14 juillet au 31 août).

La tarification adoptée sur ces deux dessertes est celle en vigueur sur les autres lignes de la RATP.

Restructuration du réseau du secteur du Val-Maubuée

Depuis le 10 septembre 1990, les habitants du secteur du Val-Maubuée (Marne-la-Vallée) disposent d'un nouveau réseau de bus, résultat d'une restructuration entreprise pour accompagner le développement de l'urbanisation dans la ville nouvelle. Ce nouveau réseau, qui améliore la desserte des zones d'emplois ou d'habitats et renforce les liaisons avec les gares SNCF ou RER, est désormais constitué de six lignes simples :

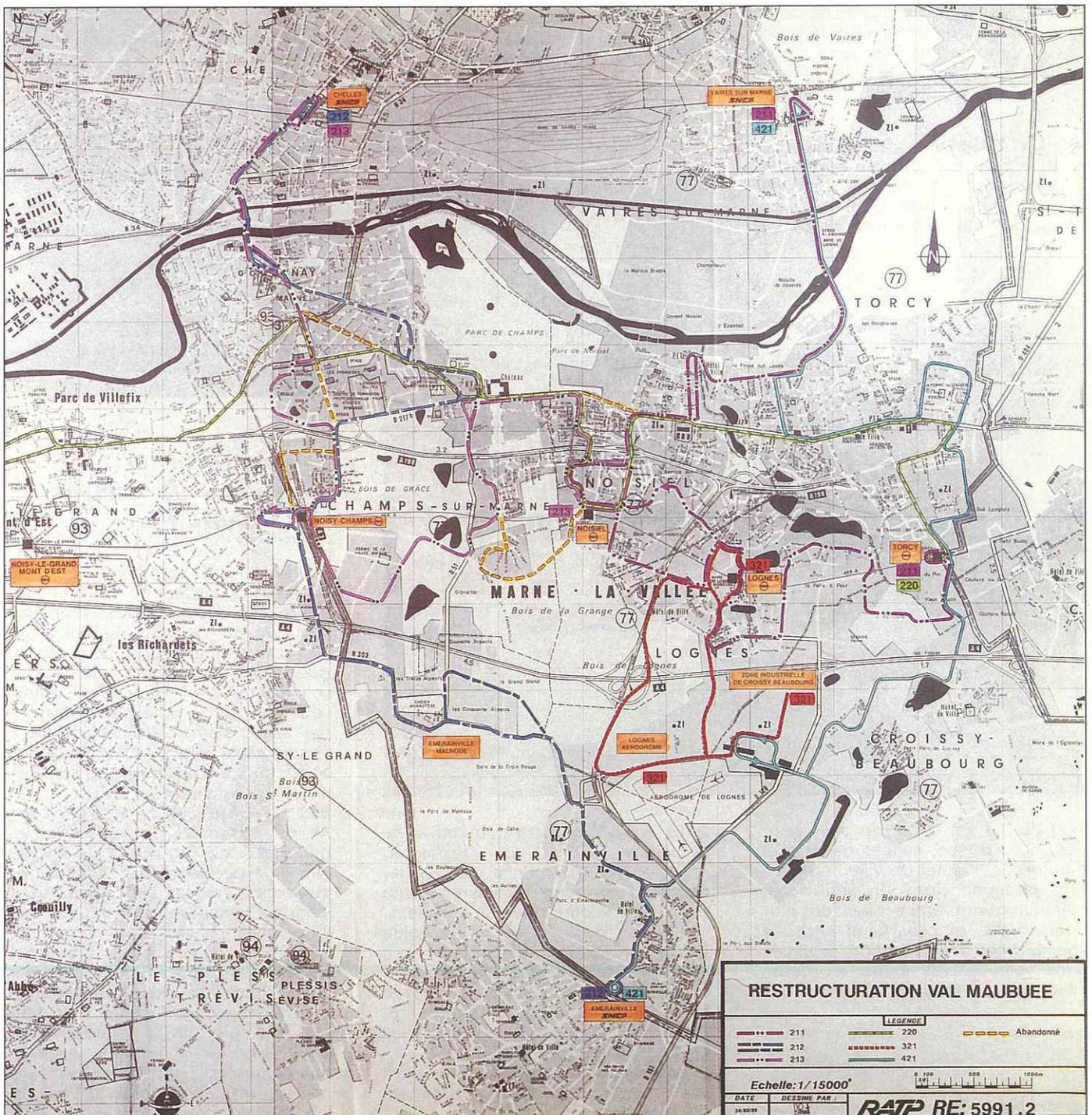
211 : « Gare SNCF de Vaires-sur-Marne - Gare RER de Torcy », via les gares RER de Noisiel et de Lognes (13,4 km de longueur, 7 sections de tarification, exploitation assurée du lundi au samedi toute la journée sauf jours fériés) ;

212 : « Gare SNCF de Chelles - Émerainville-Château de Malnoue », via la gare RER de Noisy-Champs, avec prolongement partiel à la gare SNCF d'Émerainville/Pontault-Combault (14,7 km, 7 sections, exploitation du lundi au samedi toute la journée sauf jours fériés jusqu'à Émerainville-Château de Malnoue, du lundi

au vendredi aux heures de pointe sauf jours fériés jusqu'à la gare SNCF d'Émerainville/Pontault-Combault) ;
213 : « Gare SNCF de Chelles - Gare RER de Noisiel », via la gare RER de Noisy-Champs, avec limitation partielle à la gare RER de Noisy-Champs (13,7 km, 6 sections, exploi-

tation du lundi au samedi toute la journée sauf jours fériés jusqu'à la gare RER de Noisiel, les dimanches et jours fériés toute la journée jusqu'à la gare RER de Noisy-Champs) ;
220 : « Gare RER de Bry-sur-Marne - Gare RER de Torcy », via la gare RER de Noisiel (15,4 km, 8 sections, exploitation du lundi au dimanche toute

la journée, y compris les jours fériés) ;
321 : « Gare RER de Lognes - Croissy-Beaubourg/Zone industrielle Pariest ou Aéroport de Lognes (4,7 km, 2 sections, exploitation du lundi au vendredi aux heures de pointe, sauf jours fériés) ;
421 enfin : « Gare SNCF de Vaires-sur-Marne - Gare SNCF d'Émerain-



ville/Pontault-Combault », avec limitation partielle à la gare RER de Torcy (17,4 km, 6 sections, exploitation du lundi au samedi toute la journée, sauf jours fériés, jusqu'à la gare SNCF d'Émerainville/Pontault-Combault, les dimanches et jours fériés toute la journée jusqu'à la gare RER de Torcy).

Naissance de la ligne 441 B

Le 1^{er} novembre 1990, la ligne **452**, créée quatre mois et demi plus tôt à Cergy-Pontoise, a été supprimée.

Son itinéraire est depuis ce jour repris par la ligne **441 B**, desserte fonctionnant du lundi au samedi (sauf jours fériés) toute la journée.

En parallèle à cette opération, la ligne **441** a été rebaptisée sous l'indice **441 A**, sans modification de son exploitation.

Le « Funibus », service de remplacement du funiculaire

Depuis le 1^{er} octobre 1990, une navette spéciale d'indice **17** assure, à partir de la station de métro « Anvers », la desserte des gares haute et basse du funiculaire de Montmartre, le service étant interrompu sur celui-ci depuis le 30 septembre pour travaux de rénovation.

Appelée d'abord « Fun » avec un circuit de 1,2 km, elle a, le 1^{er} décembre, pris le nom de « Funibus » et son circuit a été porté à 2,8 km.

Les départs sont assurés tous les quarts d'heure de 6 h à 0 h 30, tous les jours de la semaine. Le fonctionnement de cette navette durera jusqu'à la fin des travaux.

Prolongement des lignes 155, 268 C et du service urbain de Boulogne-Billancourt

La ligne **155** est, depuis le 10 octobre 1990, prolongée dans Saint-Denis jusqu'à l'Université de Paris-VIII (+ 0,5 km, + 1 section n° 5).

La ligne **268 C** est, depuis le 10 septembre 1990, prolongée

d'Ézanville (Ru de Vaux) à l'Hôtel-de-Ville d'Attainville (+ 3,6 km, + 2 sections n°s 11 et 12).

Depuis le 3 décembre 1990, le circuit du service urbain de Boulogne-Billancourt (**SUBB** ou ligne **14**) est prolongée, dans sa partie sud, pour desservir la ZAC du Pont de Sèvres (+ 0,9 km).

Desserte du lycée polyvalent de Morangis

La ligne **297** assure, depuis le 10 septembre 1990, un service de transport scolaire entre la place Charles Steber à Longjumeau et le lycée polyvalent de Morangis : un départ le matin du lundi au vendredi de Longjumeau vers Morangis, un départ les lundi, mardi, jeudi, vendredi soir, et le mercredi midi, de Morangis vers Longjumeau pendant les périodes scolaires (desserte comprenant deux sections n°s 8 et 9).

Placés près des portes d'accès des véhicules, ces appareils remplacent les oblitérateurs classiques.

Tous les voyageurs empruntant la ligne doivent donc maintenant valider leur titre de transport à l'aide des valideurs magnétiques, qu'ils soient porteurs d'un billet ou d'un coupon d'abonnement ou de carte spéciale.

Rappelons que les premiers valideurs magnétiques pour autobus ont été installés sur la ligne 157, au titre d'une expérimentation technique menée depuis quatre ans.

Aménagements réservés à la circulation des autobus

D'août à octobre 1990, neuf couloirs (ou mini-couloirs) dans le sens de la circulation générale ont été mis en service dans Paris. Trois d'entre eux ont été créés boulevard Arago dans le 13^e arrondissement, sur l'itinéraire de la ligne 83 :



RATP - Denis Sufon

Des valideurs magnétiques à bord des autobus

Le 19 novembre 1990, des appareils de validation magnétique des titres de transport ont fait leur apparition dans les voitures de la ligne **67**.

- depuis l'intersection avec le boulevard de Port-Royal jusqu'au n° 6 du boulevard (10 m) ;
- de la rue Pascal à la rue Broca (150 m) ;
- et de la rue de la Glacière à la rue Léon-Maurice Nordmann (80 m).

Deux autres ont été aménagés dans le 18^e arrondissement sur le parcours de la ligne 56 :

— boulevard Ornano, de la rue Or-dener à la rue de Clignancourt (100 m) ;

— et place Albert Kahn, du boulevard Ornano à la rue du Mont-Cenis (20 m).

Deux autres encore concernent la ligne PC, et s'étendent d'une part sur 300 m boulevard Davout dans le 20^e arrondissement, de la rue Noël Ballay à la rue Paganini (PC extérieure), d'autre part sur 170 m boulevard Lannes dans le 16^e arrondissement, le long de la trémie du passage souterrain Henri Gaillard, à l'approche de la place du Maréchal de Lattre de Tassigny (PC intérieure).

Les deux derniers se situent :

— avenue du Général Sarrail dans le 16^e arrondissement, entre la place de la Porte Molitor et la place de la Porte d'Auteuil (200 m), sur le trajet des lignes 52 et 123 ;

— et rue de l'Ourcq dans le 19^e arrondissement, entre la rue de Flandre et la rue de Cambrai (210 m), sur le trajet de la ligne 60.

Par ailleurs, ont été supprimés :

— une section de 30 m du couloir dans le sens de la circulation rue La Fayette, de la rue Louis Blanc à la rue du Faubourg Saint-Martin (10^e arrondissement), sur l'itinéraire de la ligne 26 ;

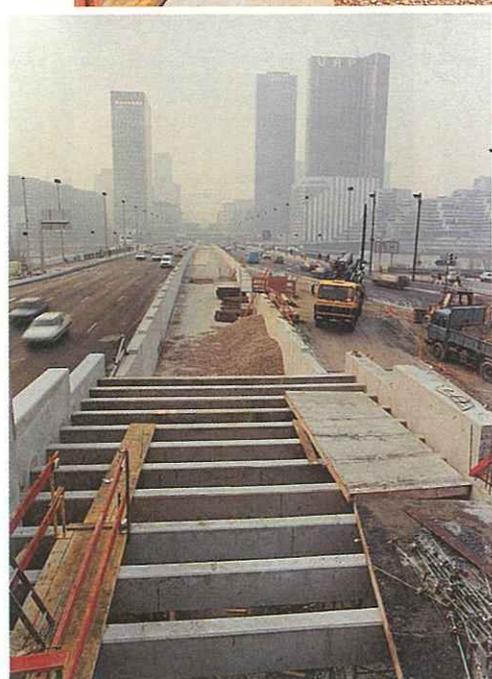
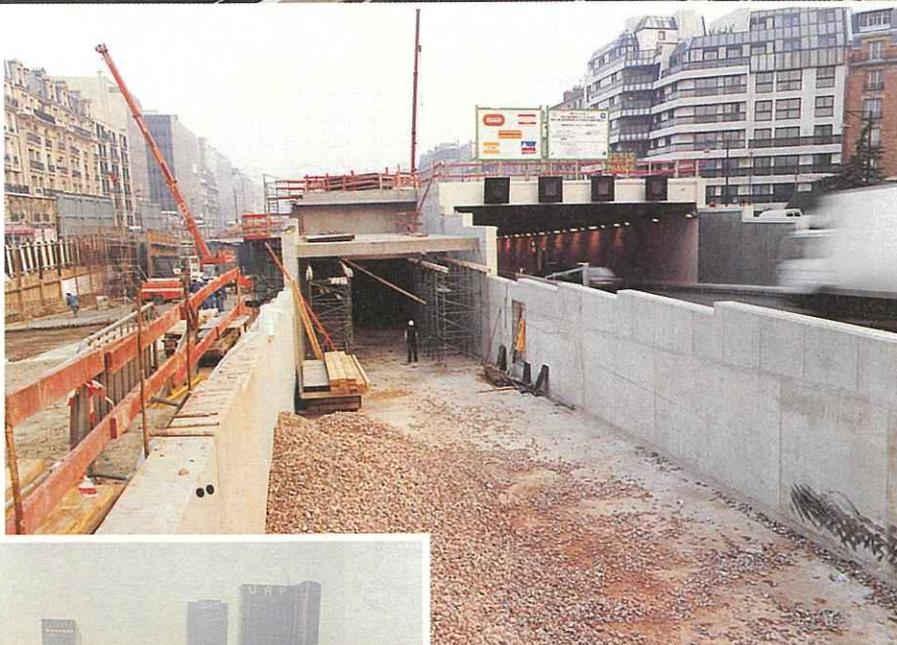
— le couloir de 130 m à contresens de la circulation rue du Louvre, entre la rue du Coq Héron et la rue du Colonel Driant (1^{er} arrondissement), sur le parcours des lignes 74 et 85 (les itinéraires de ces deux lignes n'ont pas été modifiés : la rue du Louvre a été mise à double sens).

Enfin, il est à signaler que, toujours dans la rue du Louvre, le couloir de 520 m dans le sens de la circulation, existant côté numéros pairs, a été allongé de 40 m et s'étend maintenant de la rue Saint-Honoré à la rue Montmartre (1^{er} et 2^e arrondissements). Cette nouvelle portion de couloir est empruntée par les lignes 67, 74 et 85. ■

①



②



③

Prolongement de la ligne 1 du métro à La Défense.

① et ② Débouchés des tunnels routiers et du souterrain du métro dans Neuilly-sur-Seine.

③ Emprises du métro sur le pont de Neuilly.

VUES DES TRAVAUX EN COURS



4



5



6

Prolongement de la ligne A du RER à Chessy-Disneyland.

- ④ Faisceau de voies en arrière-gare de Torcy et structure du futur atelier de réparations.
- ⑤ La plate-forme de voies dans Bussy-Saint-Georges avec passages supérieurs routiers.
- ⑥ Pose de la passerelle de l'allée des deux châteaux à Chessy.

VUES DES TRAVAUX EN COURS

Prolongement de la ligne 13 du métro à Saint-Denis-Université.

- ⑦ Pose des butons de la fouille.
- ⑧ Décapage des parois moulées.

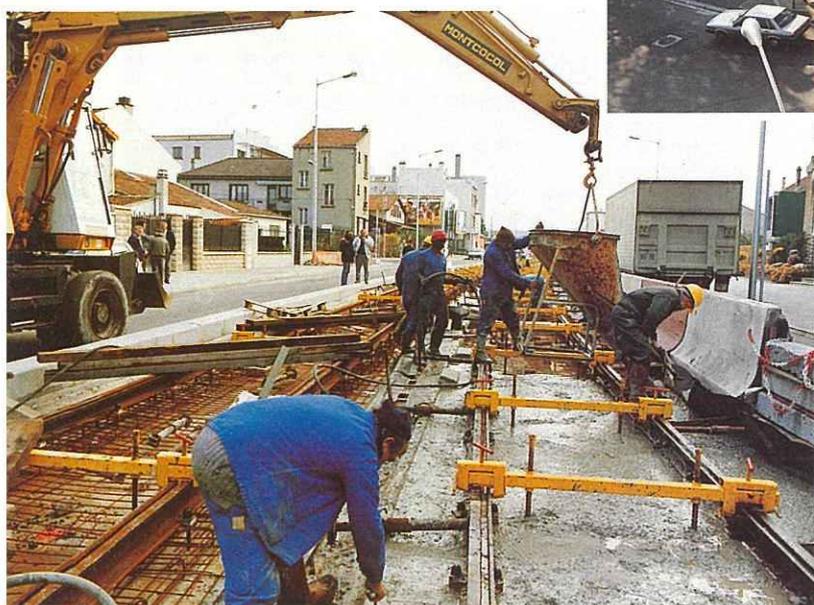
Construction du tramway Saint-Denis/Bobigny.

- ⑨ Réalisation de la voie avenue Lénine à La Courneuve.



Photos RATP - ITA/Audiovisuel

⑦



⑨



⑧

Ligne D du RER.

- ⑩ Travaux de traitement de terrain avenue Ledru-Rollin à Paris.

⑩



⑪

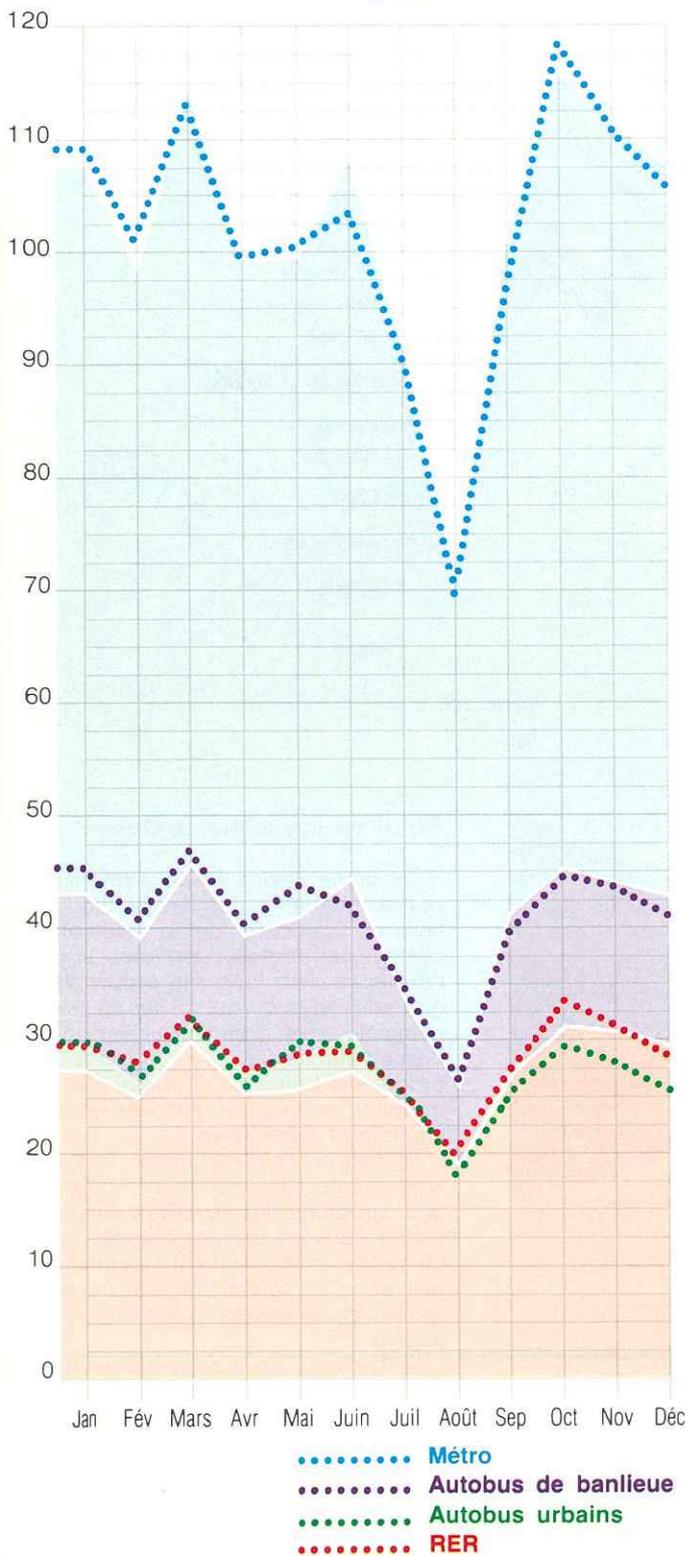


Rénovation du Funiculaire de Montmartre.

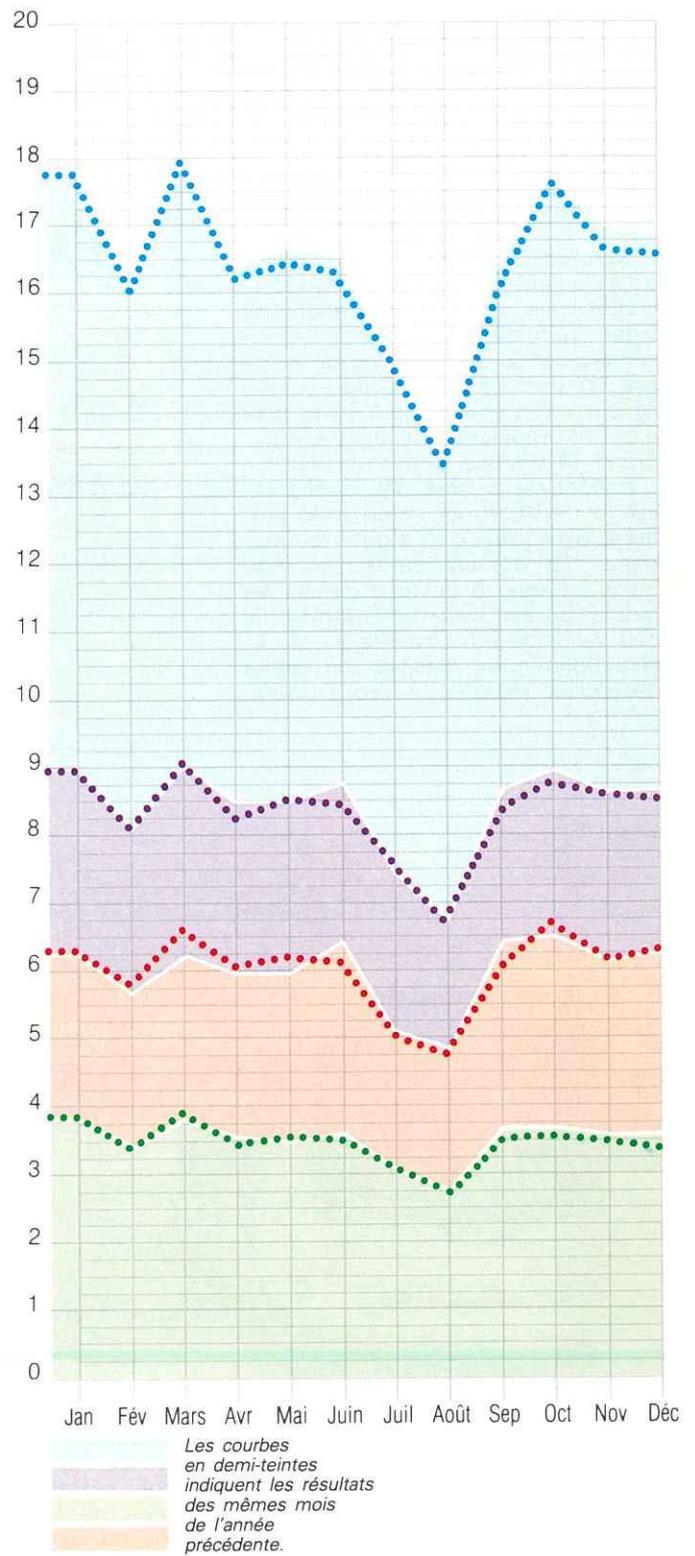
- ⑪ Emprise après démontage de l'ancien funiculaire.

TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1990

Millions de voyages effectués



Millions de km-voitures



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

NOUVELLES DE FRANCE

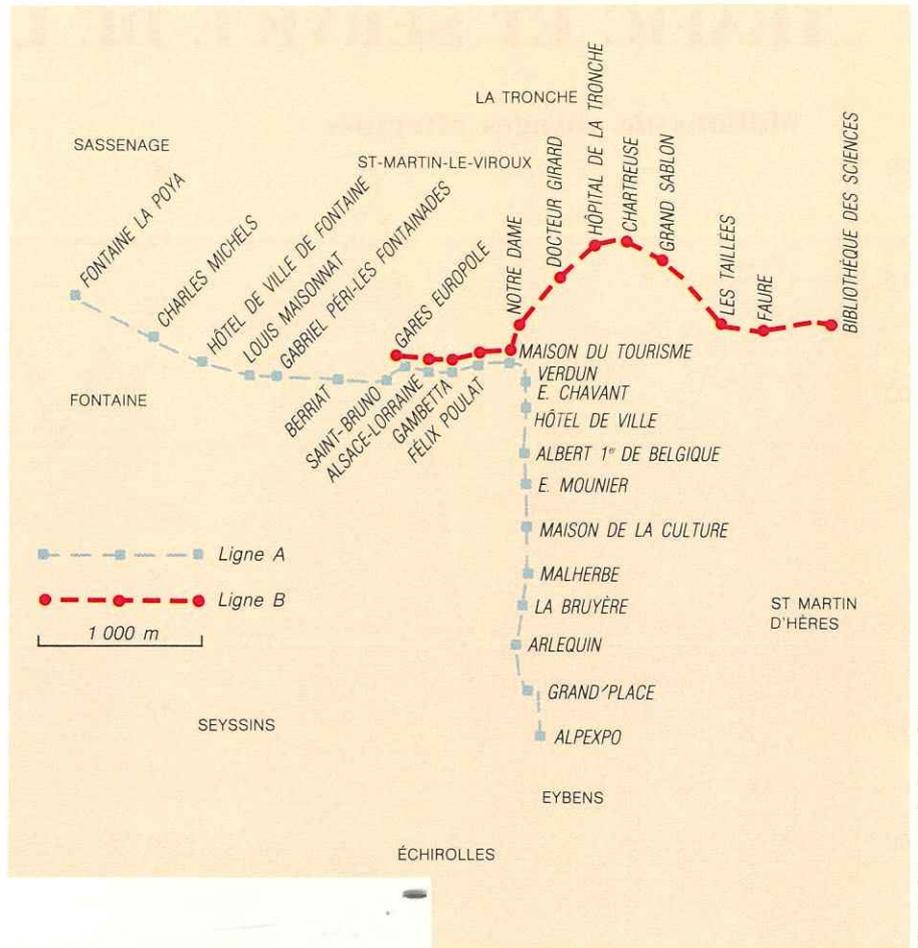


GRENOBLE

Inauguration de la deuxième ligne de tramway

Trois ans après la mise en service de la première ligne (ligne A), la seconde ligne de tramway grenobloise (ligne B) a été inaugurée le 24 novembre 1990, en présence de nombreuses personnalités. Cette nouvelle ligne a une longueur de 5,8 km, dont 4,6 d'infrastructures nouvelles, et comprend 14 stations, dont 9 nouvelles.

Partant de la gare SNCF, elle utilise tout d'abord les voies de la première ligne jusqu'à la Maison du tourisme. Là commence le nouveau tracé. La ligne B traverse ensuite les places Sainte-Claire et Notre-Dame puis se dirige par l'avenue du Maréchal Randon en direction du centre hospitalier régional de La Tronche.



Plan du réseau de tramway de Grenoble.

De prime abord, la deuxième ligne se distingue de la première par l'adoption, en chaussée, de la réservation centrale (et non plus latérale), et par l'existence d'un long site propre intégral en viaduc ou au sol sur sa partie terminale, côté domaine universitaire. Bien qu'établie sur dalle, la voie du site propre est ballastée à l'aide d'un fin granulat, en vue de diminuer bruit et contraintes thermiques.

Partout où cela est justifié, le tramway circule sur des dalles flottantes pour supprimer les vibrations. Les rails placés dans les courbes ont été traités en métal « anticrissement » permettant aux rames de passer dans les courbes serrées en diminuant le flottement des essieux.

Le terminus en tiroir « Universités » — à trois voies avec aiguilles implantées en avant-gare — présente la remarquable particularité d'être géré par un automate qui « dispatche » automatiquement sur les deux voies à quai, en fonction de leur état d'occupation, les rames à l'arrivée. Le « pro-



RATP-MRF/Abouly

Après avoir traversé le complexe hospitalier, la ligne poursuit en direction de Saint-Martin-d'Hères pour arriver sur le Domaine universitaire, siège de la future université européenne, où elle a son terminus.

Rame de la ligne A en direction de Fontaine-La Poya.

cess » des commandes d'itinéraires et la présence de signaux enclenchés font d'ailleurs dire à plus d'un conducteur que « sur la ligne B, on est décidément beaucoup plus ferroviaire que sur la ligne A » ! Pour un départ de la station « Universités », c'est le conducteur qui lance lui-même, de sa lôte, la formation de l'itinéraire correspondant, en appuyant une seule fois sur son bouton « télécommande aiguille ».

Côté aide à l'exploitation, la mise en service de la deuxième ligne entraîne l'apparition de la « régulation d'intervalle », qui se substitue, sur le tronçon commun, à la régulation horaire, conservée pour les seules branches. Ce nouveau mode de régulation qui, au visualisateur de chaque rame, sous les yeux du conducteur, affiche de 1 à 3 signes « + » ou « - », a pour but d'assurer sur le tronçon considéré un intervalle aussi voisin que possible des deux minutes (l'intervalle moyen sur chacune des branches est de l'ordre de quatre minutes).

Afin d'éviter toute confusion de la part des voyageurs aux arrêts du tronçon commun, les moniteurs vidéo les informant des temps d'attente des prochains trams ont été complétés par de grands afficheurs leur indiquant la destination du premier tram à venir. Sur les rames, la couleur représentative de la ligne (bleu pour la A, vert pour la B) se retrouve à l'extérieur sur les girouettes, et à l'intérieur sous la forme de voyants lumineux combinés avec les schémas de parcours au-dessus des portes. En outre, l'annonce des stations par synthèse vocale intègre désormais des messages de destination diffusés sur le tronçon commun.

Comme sur la première ligne, on a, sur tout le tracé de la ligne B, restructuré l'ensemble de la capacité de stationnement automobile. Le plan de circulation a également été revu. Suppression d'un sens de circulation et développement des voies piétonnes ont transformé agréablement le centre de la ville. De la même façon, les places du Docteur Giroud et du Grésivaudan ont été entièrement réaménagées en misant sur les espaces paysagers et les passages piétons. L'Île Verte devient interdite à la circulation. L'arrivée du tramway a été l'occasion de repenser les quartiers qu'il traverse, notamment à la sortie du centre ancien de Grenoble. Les places Sainte-Claire et Notre-

Dame ont été complètement réaménagées.

Le coût de cette seconde ligne de tramway s'établit à quelque 630 millions de francs hors taxes, dont 158 financés sur subventions de l'État.

Jusqu'à-là, le tramway grenoblois transportait environ, avec la seule ligne A, 60 000 voyageurs par jour, représentant le tiers du trafic total des transports en commun de la ville. La ligne B devrait transporter 20 000 voyageurs supplémentaires. ■

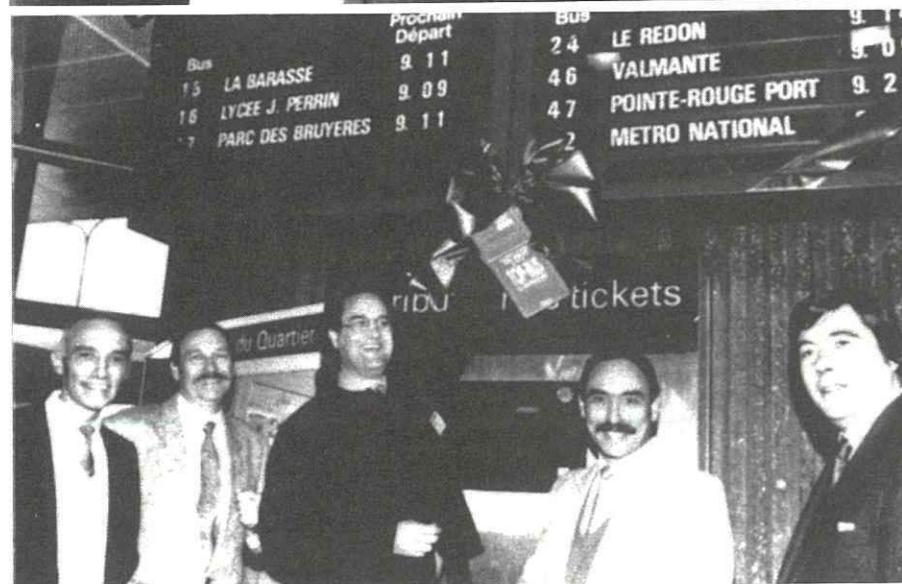
(La Vie du Rail, 22 novembre 1990)



MARSEILLE

Top-Bus au service de la ponctualité

Après deux années d'expérience convaincante, la Régie des Transports de Marseille vient d'étendre à deux nouvelles gares d'échanges bus-métro son système original « TOP-BUS ». Ce système de bornes d'information fournit aux voyageurs des réponses précises aux questions



TOP-BUS à Marseille : borne (en haut) et panneau (en bas).

Photos Transport public

qu'ils se posent sur les horaires de départ des bus et les correspondances. Avec Top-Bus, 99 % des départs s'effectuent à l'heure précise.

« À quelle heure part le prochain bus ? » Plus besoin de demander au chauffeur, de consulter les fiches horaires des abribus. Top-Bus donne au voyageur l'heure exacte, le top de départ du prochain bus.

« L'autobus va-t-il attendre le voyageur du métro ? » Au terminus de Bougainville et maintenant au terminus du Rond-Point du Prado ou de Sainte-Marguerite-Dromel, avec Top-Bus, le voyageur est sûr que son autobus va l'attendre. Quand la rame du métro arrive à quai, elle déclenche un signal. Au Top-Bus, un voyant rouge s'allume, le chauffeur sait qu'il doit attendre. Le voyageur a ainsi le temps de rejoindre son autobus.

« Quel est le premier bus qui part ? » Pour arriver à sa destination, le voyageur peut avoir le choix entre plusieurs lignes et il peut prendre le premier bus qui part. Le panneau des départs (comme dans les aéroports), à la sortie des tourniquets du métro, lui indique les horaires des bus en partance. D'un seul coup d'œil, il sait lequel choisir. Si un départ est imminent, un voyant rouge le prévient qu'il est temps de rejoindre l'autobus de son choix.

Les bornes d'information électroniques sont reliées à un micro-ordinateur qui a en mémoire tous les horaires de départ des bus, horaires de semaine, horaires de week-end et horaires de vacances scolaires. Il est mis à jour automatiquement sans risque d'erreur. ■

(Transport Public, mai 1990)

TOULON

Bornes Appel-Bus d'un nouveau type

Le réseau de Toulon a développé, depuis 1983, des services de minibus fonctionnant à la demande par appel sur borne et utilisés en rabattement sur une ligne régulière proche. Une fréquence élevée (10 à 15 minutes) permet d'accéder au centre de l'agglomération après correspondance entre les deux systèmes. La qualité du service rendu et la « personnalisation » du transport qui en résulte sont particulièrement appréciées par le public.

Dans le cadre d'un projet expérimental, développé par l'entreprise avec l'aide du Programme de Re-

cherche et Développement Technologique des Transports Terrestres (PRDTT), deux bornes d'une nouvelle génération ont été installées, en avril 1990, dans une zone de faible densité située dans les quartiers nord-ouest de Toulon. Chacune de ces bornes APPEL-BUS permet à l'utilisateur de préciser sa destination finale, lui indique la venue prochaine d'un des deux minibus qui desservent la zone et l'informe des heures de passage réelles des deux prochains autobus de ligne au point de rabattement pour les deux lignes qui desservent ce point. Cette information provient du Système d'Aide à l'Exploitation du réseau (SAE), par l'intermédiaire d'un micro-ordinateur jouant le rôle de serveur.

Ce micro-ordinateur est connecté au calculateur du SAE par une liaison simulant une sonnerie de téléphone. Il fonctionne ensuite, en liaison PTT avec les bornes, suivant le même principe qu'un serveur minitel. De plus, il reçoit du SAE tous les renseignements horaires avec les informations d'avances ou retards réels. Ce micro-ordinateur sert donc de lien permanent entre le terrain, où se trouvent les bornes, et le SAE, auquel il retourne tous les appels, afin que ce dernier puisse les retransmettre aux minibus de la zone peu dense. En effet, la borne transmet l'appel et la destination au serveur qui avise le SAE. Celui-ci envoie l'appel au minibus en lui signalant la présence d'un usager et les heures de passage réelles des deux prochains autobus, en même temps qu'il répond à l'usager via le serveur, en faisant apparaître cette information sur la borne.

Le conducteur du minibus optimise lui-même son itinéraire ce qui, dans une zone qu'il connaît bien, avec une clientèle fidélisée, contribue à la personnalisation du service, en bénéficiant de l'assistance de l'ordinateur.

Une enquête auprès des usagers a donné des résultats encourageants. ■

(Transport Public, mai 1990)



Photo Transport public

Toulon : borne APPEL-BUS.

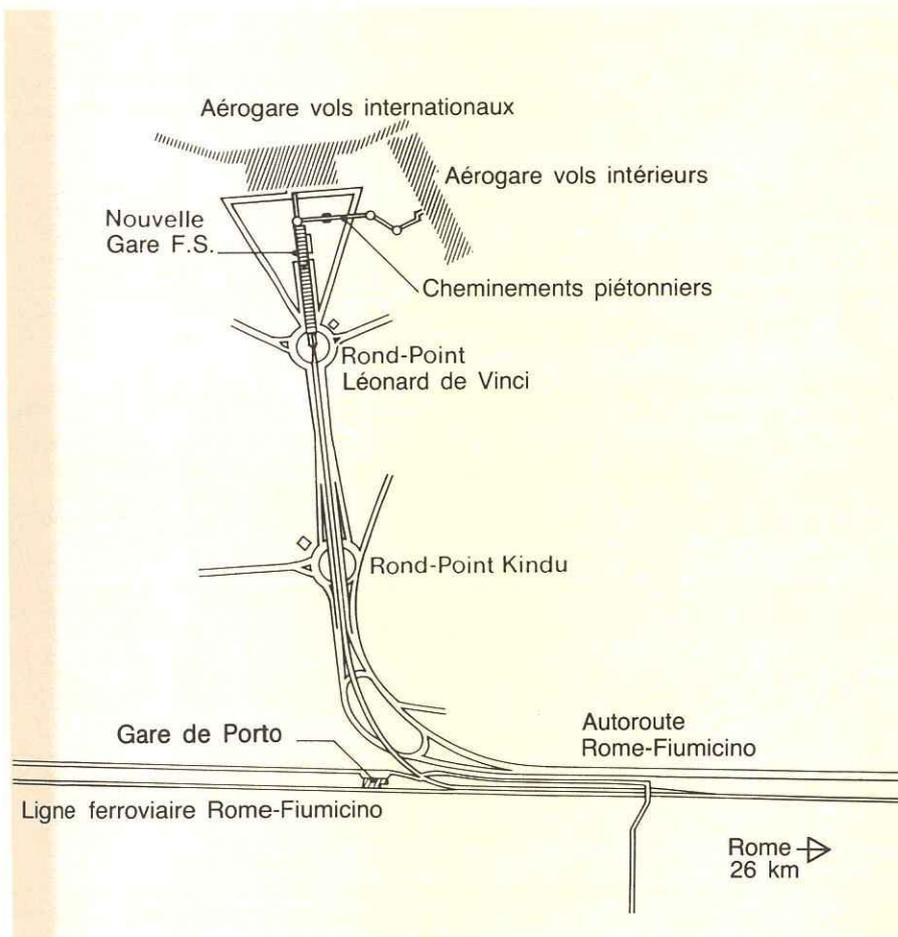
NOUVELLES DE L'ÉTRANGER

ROME

Le train à l'aéroport « Leonardo da Vinci »

Depuis le 28 mai 1990, l'Europe compte une liaison rail-aéroport de plus, celle de Rome-Fiumicino. Cet aéroport est désormais relié au centre de Rome par des trains directs

Les trains qui se succèdent toutes les 15 minutes, jusqu'à 23 h 30 au départ de Rome et jusqu'à 1 h du matin au départ de Fiumicino, peuvent transporter chacun jusqu'à 500 voyageurs, soit 20 000 voyageurs par jour environ. Le prix du trajet est de 5 000 liras (*). À Rome, on regrette déjà que le train ne relie pas l'aéroport à la gare centrale de Rome-Termini, mais à la gare « Ostiense », moins centrale, et surtout moins bien



Implantation de la nouvelle gare des chemins de fer italiens dans l'aéroport « Leonardo da Vinci ».

partant de la gare « Ostiense ». Cette gare sera reliée à la station de métro « Pyramide » par un trottoir roulant. L'aéroport « Leonardo da Vinci » de Fiumicino n'était jusqu'à présent relié à la ville que par autoroute et les trajets en autocars étaient soumis à de fréquents encombrements. Les trains parcourent en 20 minutes les 26 km séparant Fiumicino d'Ostiense ; toutefois, les travaux de cette dernière gare n'étant pas achevés, aucune cérémonie officielle d'inauguration n'a eu lieu.

placée sur le réseau italien. Il est vrai que Termini est déjà saturée. ■

(La Vie du Rail, 7 juin 1990)

(*) 1 000 liras = 4,50 FF.

LOS ANGELES

Mise en service de la ligne de métro léger « Los Angeles - Long Beach »

Pendant de nombreuses années, l'agglomération de Los Angeles s'est distinguée des autres grandes villes d'Amérique du Nord en ne disposant d'aucun réseau ferroviaire. Depuis le 14 juillet 1990, la situation a changé, puisque, à cette date, la ligne de métro léger, dite Ligne Bleue (Blue Line), a été mise en service : d'une longueur de 3,5 km, avec 22 stations, cette nouvelle ligne relie Los Angeles à Long Beach. Représentant un investissement de 871 millions de dollars (*) et devant transporter 35 000 voyageurs par jour à la fin de la première année d'exploitation, la Ligne Bleue est le plus important nouveau projet de métro léger à avoir été réalisé aux États-Unis à l'heure actuelle, mais ce n'est que la première tranche d'un réseau ferroviaire qui atteindra ultérieurement une longueur totale de 240 km.

C'est en novembre 1980, après une longue série de tentatives infructueuses, que les électeurs du comté de Los Angeles acceptèrent, par référendum, une augmentation de la taxe locale sur les ventes pour financer les investissements de transports. Trois lignes ferroviaires, totalisant 71 km, sont en construction, dont la Ligne Bleue est la première à être mise en service.

La construction de la Ligne Bleue a commencé en 1985 et les travaux étaient achevés à 95 % au début de 1990. La livraison du matériel roulant avait débuté au milieu de l'année précédente, ce qui a permis d'effectuer les essais en ligne.

La ligne de métro léger part du centre-ville de Los Angeles, où elle sera en correspondance avec la ligne de métro classique, dite Ligne Rouge, actuellement en construction. Après un parcours en souterrain puis en surface, le tracé de la Ligne Bleue emprunte l'emprise ferroviaire du Pacific Electric, dont l'exploitation avait cessé en 1961, sur une longueur de 29 km, en passant par Watts et Compton jusqu'au nord de Long Beach. Sur la dernière partie de son parcours, le métro léger circule sur la

(*) 1 \$ US = 5 FF.

partie centrale du Long Beach Boulevard jusqu'à la boucle terminale dans le centre de Long Beach.

Le 14 juillet, la quasi-totalité de la Ligne Bleue a été mise en service, soit plus de 31 km, avec 17 stations, entre Pico Boulevard (Los Angeles) et Anaheim Street (Long Beach). La boucle terminale de 4 km de longueur, qui dessert le centre de Long Beach avec 4 stations, sera ouverte au public en septembre, mais il faudra attendre la fin de 1991 pour que le terminus souterrain « Civic Center », en correspondance avec la ligne de métro (Ligne Rouge) dans Los Angeles, soit à son tour mis en service.

D'une manière générale, la voie est posée sur ballast avec des rails longs continus reposant sur des traverses monobloc en béton précontraint. Là où la voie est encastrée dans la chaussée, par exemple pour la boucle dans Long Beach, les traverses, avec coussinets en caoutchouc, sont posées sur des dalles en béton ; dans le tunnel de Los An-

de l'alimentation électrique, de la signalisation, de tous les équipements de sécurité, etc.

Six des 22 stations sont équipées de parcs de stationnement. Les stations sont à quais hauts, de façon à être accessibles aux handicapés. Le parc de matériel roulant, de construction japonaise, comprend 54 voitures articulées à six essieux, d'une longueur de 26,5 m, pouvant transporter 76 voyageurs assis et 230 voyageurs au total. La vitesse commerciale maximale est de 90 km/h.

Deux autres lignes ferroviaires, actuellement en construction, devraient être mises en service en 1994 : d'une part, la première section de la ligne de métro (Ligne Rouge), souterraine, de Los Angeles (7 km, 5 stations) et, d'autre part, la ligne de métro léger automatique (Ligne Verte), longue de 32 km et d'orientation est-ouest, en correspondance avec la Ligne Bleue à la station « Imperial and Wilmington ».

(*Railway Gazette International*, juillet 1990)

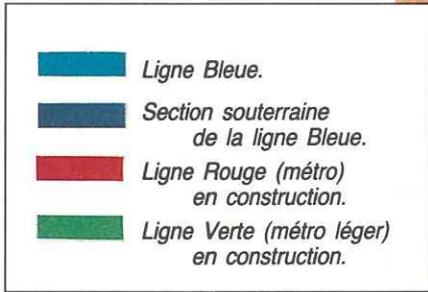
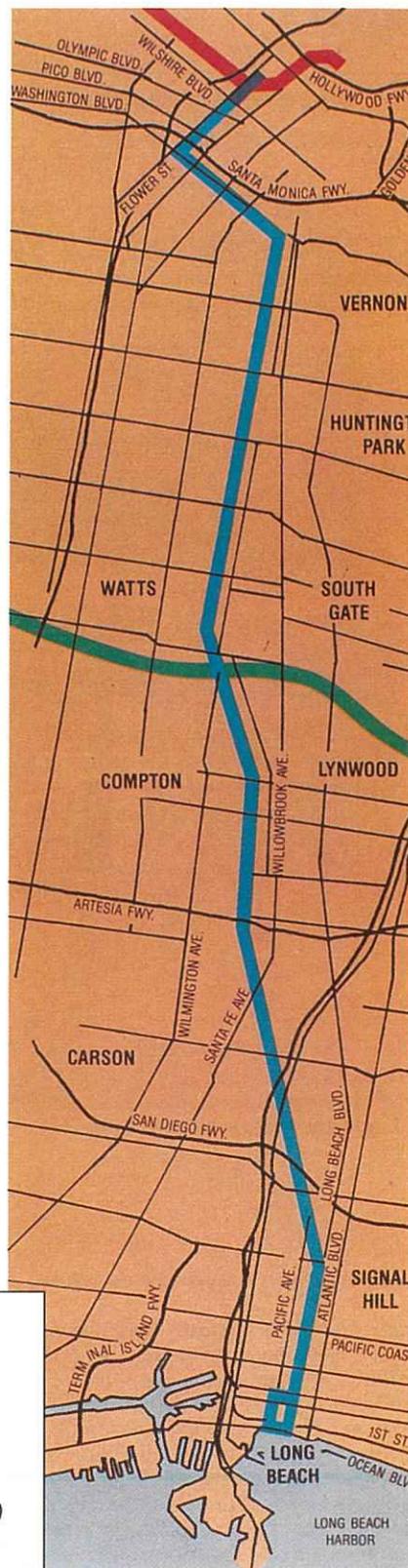


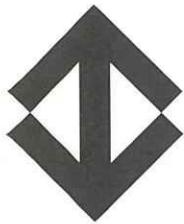
Photo Railway Age

Ligne Bleue « Los Angeles-Long Beach » : rame en station.

geles, les rails sont posés directement sur le béton. L'alimentation en courant continu 750 V s'effectue par caténaire. À l'exception des sections où les rames circulent dans les rues, avec priorité aux feux de signalisation, la ligne est équipée pour la signalisation en cabine. Le poste de commande centralisée d'exploitation est doté d'un ordinateur central relié par un réseau de lignes à fibres optiques à des coffrets de commande installés tout au long de la ligne, permettant le contrôle et la commande

La ligne de métro léger « Los Angeles-Long Beach » (Ligne Bleue).

Document Railway Age



SÃO-PAULO

Une troisième ligne de métro

En 1989, avec 635 millions de voyageurs transportés, le trafic du métro de São Paulo (dix millions d'habitants) a dépassé de 17 % celui de l'année précédente, sans qu'il y ait eu d'extension du réseau, constitué de deux lignes. Comparé aux autres métros du monde, celui de São Paulo, avec 16,3 millions de voyageurs par kilomètre de ligne, se place au premier rang, avant celui de Hong Kong.

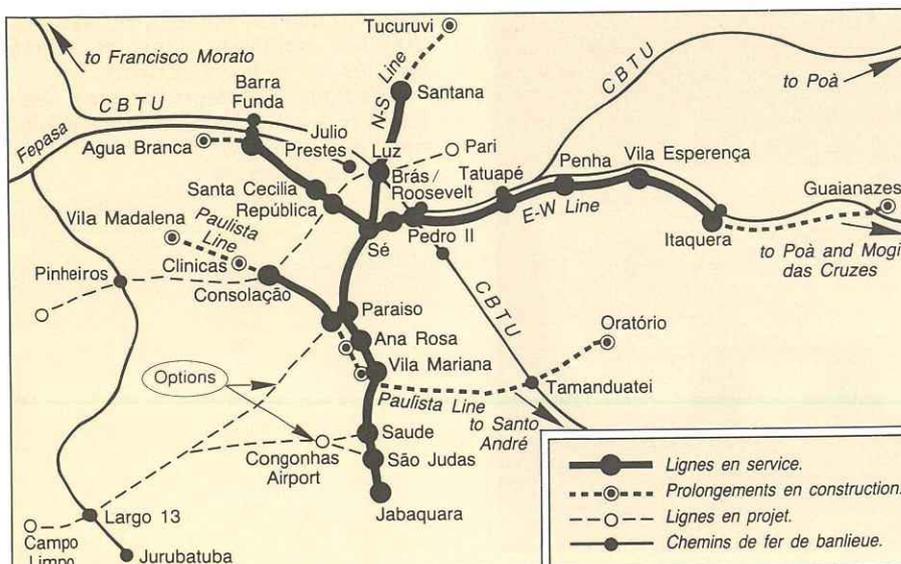
Le réseau comprend 38,9 km de lignes. La ligne est-ouest a une longueur de 22,2 km et dessert 17 des 37 stations ; 390 escaliers mécaniques, sur les deux lignes, facilitent l'accès et la sortie des stations, conçues d'une manière moderne et efficace, dont la vaste station de correspondance « Sé », située dans le centre-ville, où se croisent les deux lignes ; 24 des stations du réseau sont des gares d'échanges avec des lignes d'autobus urbaines et subur-

baines ; 5 autres sont en correspondance avec les lignes ferroviaires de banlieue.

Le parc de matériel roulant est constitué de 98 rames de 6 voitures, dont 80 sont mises en service en période d'affluence. L'intervalle entre les rames est de 111 secondes sur la ligne nord-sud et de 106 secondes sur la ligne est-ouest. La vitesse commerciale s'élève à 39,6 km/h sur la ligne est-ouest, et à 30 km/h sur la ligne nord-sud, mise en service la première, en 1974. Les temps de stationnement en station varient entre 15 et 21 secondes.

La grande popularité du métro, et surtout la nécessité d'améliorer les conditions de circulation chaotiques, ont contraint les pouvoirs publics, malgré des difficultés financières graves et permanentes, à poursuivre l'extension du réseau, d'autant plus que la population s'accroît en moyenne de 3,5 % par an. En septembre 1990, le premier tronçon de la nouvelle ligne 3, dite ligne « Paulista » (4,5 km, en souterrain), a été mis en service partiel entre la station de correspondance « Paraiso » et « Clinicas », avec deux stations intermédiaires. L'acquisition de 12 rames de 6 voitures ne sera possible, pour des raisons financières, qu'à partir de 1991. Ultérieurement, cette nouvelle ligne sera prolongée à ses deux extrémités, au nord-ouest, jusqu'à « Vila Madalena » et, à l'est, jusqu'à « Oratorio ». Sa longueur totale atteindra alors 16,8 km, avec 17 stations.

D'ici 1993, les lignes nord-sud et



Plan du réseau de métro de São Paulo.

Photo Le Hovelleur/La Vie du Rail



Métro de São Paulo : rame en station, sur la ligne est-ouest.

est-ouest seront prolongées d'environ 10 km au total. Par ailleurs, la création de deux lignes supplémentaires est envisagée à plus long terme. ■

(Nahverkehrs-Praxis, octobre 1990)

OSAKA

Rames de métro à moteurs linéaires

En mars 1990, à Osaka, une nouvelle ligne de métro, équipée de rames à moteurs linéaires, a été mise en service. D'une longueur de 5,2 km, avec cinq stations, elle relie Kyobashi et Tsurumi Ryokuchi. Aux périodes d'affluence, le trafic s'élève au maximum à 30 000 voyageurs par heure.

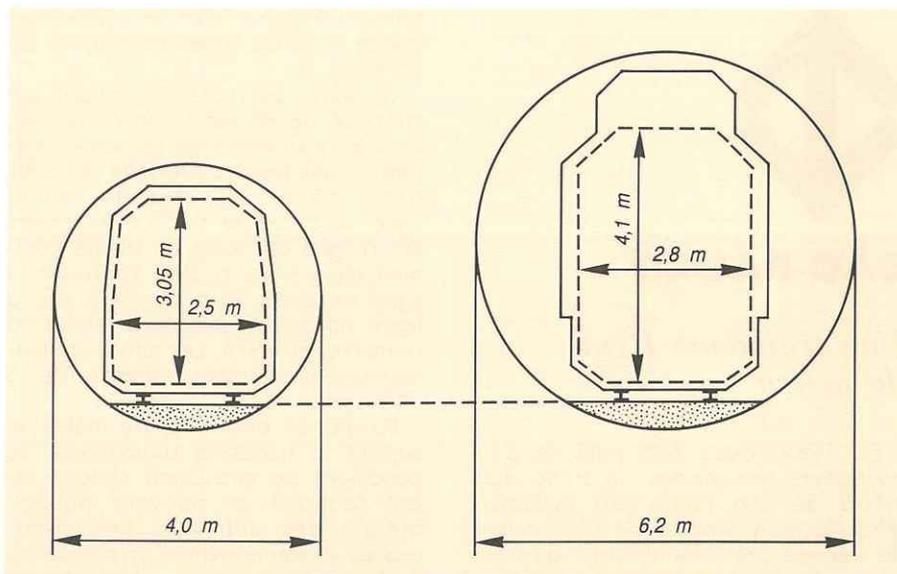
Une rame prototype a effectué des essais dans le port sud pendant dix-huit mois ; après quoi, compte tenu des résultats satisfaisants, les 70 voi-

D'après document International Railway Journal

tures de série nécessaires ont été construites par la Société Kinki Sharyo.

Afin de réduire les coûts de construction de cette nouvelle ligne, il a été décidé de forer un tunnel à petit gabarit (4 m de diamètre). Il a fallu alors mettre au point un matériel roulant offrant le maximum d'espace pour les voyageurs dans les limites d'un profil d'encombrement resserré, et c'est la raison essentielle pour laquelle on a eu recours aux moteurs linéaires. Parce qu'ils sont plats, les moteurs linéaires peuvent être installés dans des voitures à plancher très bas. Sur la nouvelle ligne, la distance entre le moteur linéaire, embarqué, et la plaque de réaction, placée sur la voie entre les rails, est de 12 mm.

Tous les bogies sont moteurs et il y a une unité de commande par onduleur pour les quatre moteurs de 100 kW dans chacun des éléments de deux voitures : la méthode de régulation utilisée est la méthode VVVF (tension variable, fréquence variable) et l'élément principal du circuit de l'onduleur est un thyristor GTO (à extinction par la gâchette). Ce système permet une très bonne adhérence et le freinage par récupération. Pour s'adapter au plancher surbaissé des voitures, l'onduleur est installé dans une boîte mesurant 3 m de longueur, 2 m de largeur et 0,5 m de



Coupes transversales comparées de la nouvelle ligne d'Osaka à gabarit réduit et d'une ligne classique.

hauteur. L'unité de freinage pneumatique est un frein électromagnétique à commande électrique, combiné avec le freinage à récupération. L'utilisation des fibres optiques pour la transmission des commandes du freinage a permis de réduire le nombre des câbles nécessaires.

Pour permettre un plancher très bas, les voitures sont équipées de bogies à petites roues de 660 mm de

diamètre. Les essieux, orientables, assurent un franchissement plus souple des courbes. Les parois latérales sont légèrement inclinées vers l'intérieur, à partir d'une hauteur de 1,40 m au-dessus du plancher, ce qui permet une largeur maximale dans un tunnel à petit gabarit. La caisse est constituée d'éléments en aluminium creux, de grandes dimensions, et de parois minces pour alléger le poids des voitures. Pour renforcer la qualité et diminuer les coûts d'entretien, les points de soudure sont réduits au minimum et les caisses ne sont pas peintes. Les unités de climatisation sont installées dans le plafond mais, pour économiser l'espace, elles n'ont que 240 mm de hauteur, au lieu des 300 mm habituels dans les autres voitures du métro d'Osaka.

Des trains à moteurs linéaires, similaires à ceux d'Osaka, seront également mis en service sur la ligne 12 du métro de Tokyo. ■

(Urban Transport International, août-septembre 1990)

Photo Urban Transport International



Osaka : extrémité avant d'une voiture de la nouvelle ligne de métro.

*Revue préparée par
le Département du Développement et le Département de la Communication Publique*

