

RATP

DOCUMENTATION INFORMATION

REGIE
AUTONOME
DES
TRANSPORTS
PARISIENS

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

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

sommaire

L'ACTUALITÉ DANS LES TRANSPORTS PARISIENS

Un plan d'entreprise - Pourquoi et comment ?	5
La future station gare de Lyon de la ligne régionale Est-Ouest	11
Prolongement de la ligne n° 13 jusqu'à Basilique (Saint-Denis)	12
L'aéroport Charles-de-Gaulle et ses transports terrestres actuels et futurs .	14
Exécution des souterrains - Lutte contre la décompression en terrain meuble	16
Amélioration des intercommunications SNCF - RATP à la gare de Paris - Saint-Lazare	25
Télécommunications et commande automatique de la ligne Est-Ouest du métro express régional	25
Vue de travaux en cours	26

NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

Régie autonome des transports parisiens - Conseil d'administration	29
Nouvelles diverses de la RATP - réseau ferré	30
Nouvelles diverses de la RATP - réseau routier	40

LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE

Comité international des métropolitains	47
Le métro de Milan	47
Nouvelles de France	54
Nouvelles de l'étranger	56
Rapport d'activité des transports en commun de Bruxelles	61
Rapport d'activité des transports en commun de Londres	61



Un plan d'entreprise Pourquoi et comment ?

par Mlle M.-C. Dassonville
Ingénieur chef de division
chargé de mission « plan »
(Direction des études générales)

La Régie autonome des transports parisiens édite la première version officielle de son plan d'entreprise portant, rappelons-le, sur les années 1975-1980.

Ce plan va être largement diffusé auprès du personnel de la Régie. Il ne nous a donc pas paru utile d'en publier ici un résumé. En revanche, nous avons cru pouvoir intéresser le lecteur de RATP-Documentation-Information, en demandant à Mlle M.-C. Dassonville, qui a animé et coordonné le travail de l'ensemble des équipes Plan, de nous dire comment a été élaboré le plan d'entreprise.

Pourquoi un plan d'entreprise ?

— Nécessité de planifier

Face à l'évolution de plus en plus rapide des hommes, des modes de vie, des techniques, des comportements politiques et face aux transformations internes de la Régie dont les attentes des agents, les structures, les méthodes se modifient chaque jour, apparaît très clairement la **nécessité de prévoir et d'organiser le devenir de l'entreprise**, à partir d'une réflexion stratégique et à long terme sur ces facteurs d'évolution. Le plan d'entreprise formalise cette réflexion, en tentant de dégager les orientations souhaitables pour maîtriser le futur au lieu de le subir.

Le plan d'entreprise répondra donc à des objectifs externes : informer les Pouvoirs publics et éclairer les décisions qu'ils seront amenés à prendre et à des objectifs internes : orienter les décisions à tous niveaux, favoriser la concertation et l'adhésion, permettre la délégation, participer à la formation permanente.

— Objectifs externes du plan

— La RATP a vis-à-vis des Pouvoirs publics un devoir d'information issu de sa mission de service public

et de son caractère d'entreprise du secteur nationalisé.

Le plan **répond à ce devoir** en rendant compte de l'évolution passée de l'entreprise et en précisant, dans leur forme actuelle, les orientations retenues, les motifs qui en ont déterminé le choix, l'évolution des conséquences qui en découlent.

— Dépassant la simple information, le plan d'entreprise est aussi un instrument de concertation avec les Pouvoirs publics. Éclairant les décisions à prendre à leur niveau, il leur permet d'appréhender tous les aspects d'une situation, d'envisager les diverses solutions possibles dans un bilan comparatif, de **rationaliser les choix** tout en réservant des stratégies de rechange, d'évaluer les conséquences proches et lointaines des décisions, de vérifier la cohérence de ces décisions entre elles et dans le temps.

— Objectifs internes du plan

— A l'intérieur de la Régie, l'objectif premier du plan d'entreprise est de tenter de **maîtriser l'avenir** en le prévoyant et en l'organisant. Cette planification doit présenter un caractère de cohérence organisant la synergie des décisions prises par les responsables de tous niveaux.

— La procédure décentralisée d'élaboration du plan — qui sera décrite ultérieurement — favorise la **participation et la concertation** au sein de l'entreprise, puisque les responsables sont amenés à réfléchir et

formuler l'avenir souhaitable pour leur secteur, avenir dialogué, à l'intérieur des structures, tant entre les différents niveaux hiérarchiques qu'entre secteurs voisins. Cette procédure participative et concertée doit **entraîner l'adhésion** aux stratégies élaborées.

— Cette adhésion acquise, et les programmes d'action arrêtés et diffusés, les conditions se trouvent réunies pour l'atteinte de cet autre objectif du plan d'entreprise : **permettre la délégation des responsabilités**.

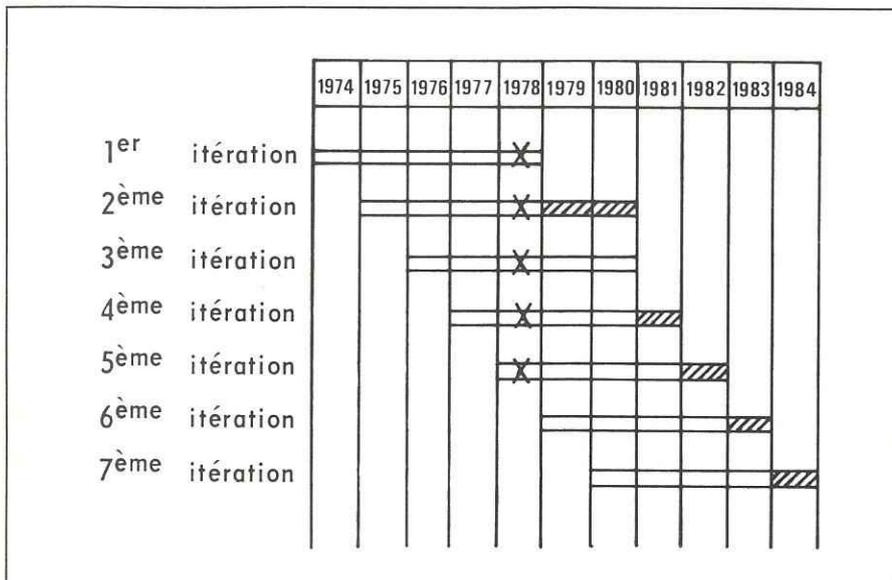
— Enfin l'élaboration du plan et sa mise en œuvre **participent à la formation** du personnel, formation réalisée par l'exercice de responsabilités telles que prévision, planification, coordination, habituellement réservées aux échelons supérieurs de la hiérarchie.

— Caractéristiques du plan

— Pour pouvoir s'adapter aux évolutions internes et externes — et si possible anticiper sur elles pour mieux y répondre — le plan d'entreprise doit présenter des qualités de souplesse et d'adaptabilité à ces variations. C'est pourquoi il a paru souhaitable de lui donner le caractère de **plan glissant**, une nouvelle tranche de temps étant ajoutée à la période couverte par la prévision à chaque répétition de la procédure de planification (ou itération). (voir schéma page suivante).

On voit ainsi que chaque décision peut être envisagée, améliorée, modifiée plusieurs fois avant de passer dans les faits ; et l'on note également qu'en régime de croisière la « tranche » nouvelle à prévoir ne concerne qu'une période réduite pour laquelle le degré nécessaire de précision dans la prévision n'est pas très élevé.

— Il apparaît également nécessaire que le plan d'entreprise ait un terme de prévision qui couvre les opérations les plus longues : le « poids » des investissements matériels (infrastructures des réseaux en site propre par exemple) et la fidélité du personnel à l'entreprise (carrières des agents recouvrant plusieurs dizaines d'années), pour ne citer que ces deux exemples, montrent bien que le plan doit avoir un carac-



rière de **long terme**. Pour cela, la réflexion stratégique, fondement des programmes d'action inscrits dans le plan, est exercée à un terme (10-15 ans) bien supérieur à celui (5 ans) desdits programmes.

- Nous avons signalé aux paragraphes précédents les caractères de plan **participatif, concerté** ou dialogué (négocié) et **diffusé**. Nous ne reviendrons pas sur ces caractères qui sont nécessaires pour susciter l'adhésion.
- Il nous paraît, par contre, important de préciser que le plan n'a pas un caractère de prévision prophétique et qu'il **n'est pas immuable**. Son élaboration par itérations, son aspect de plan glissant et révisable doivent lui assurer des qualités de **souplesse** et d'**adaptabilité**. Sauf dans la tranche du court terme immédiatement exécutoire, il n'est pas **contraignant** mais seulement **indicatif**. Il est donc plutôt un cadre d'orientation qu'un recueil de décision d'application.

Comment est élaboré le plan ?

— Principe de la méthode

Une analogie (la recherche d'un emploi) permettra de saisir ce principe.

Lorsqu'un individu cherche à orienter son avenir, il prend en considération d'une part ce qu'il est possible de faire, c'est-à-dire les **opportunités** présentées par le marché du travail, exprimées par les offres d'emploi, et, d'autre part, il compare ces offres d'emploi avec ses propres capacités, sa formation, son expérience, son âge..., c'est-à-dire son **potentiel**, matérialisé par son curriculum-vitae.

La comparaison potentiel/opportunités permet un premier choix d'emplois **possibles**.

Mais chacun a sa vocation, des intentions particulières. Le premier choix est donc complété par un second, prenant en considération les **finalités** de l'individu (ce qu'il est et veut être) et ce dernier retient finalement une orientation **opportune**, en accord avec ses possibilités et ses aspirations.

— Démarche retenue

- Pour définir son avenir dans une attitude volontariste, la Régie, par une démarche analogue, se fonde sur :
 - l'expression de ses **finalités**, c'est-à-dire la définition de ce que la RATP est par nature et de ce qu'elle veut être (ou de ses missions et ses intentions vis-à-vis de l'extérieur et de son personnel),
 - l'analyse du milieu dans lequel

elle vit, son **environnement**, sur lequel elle agit et qui agit sur elle (marché, clients, fournisseurs, concurrents, alliés, Pouvoirs publics...). Cette analyse se traduit — assez schématiquement — par l'expression des tendances de l'environnement en opportunités à saisir et en menaces à contrecarrer,

- l'analyse de son **potentiel** interne, c'est-à-dire ce que représentent ses structures et son personnel, ses produits et services offerts, ses équipements et ses ressources, ses méthodes; là encore, schématiquement, le potentiel est exprimé par des tendances (aspect dynamique de l'analyse) classées en forces et carences (ou faiblesses).

- La confrontation des facteurs d'environnement (opportunités à saisir et menaces à contrecarrer) avec ceux du potentiel (forces pour saisir les opportunités et contrecarrer les menaces, carences interdisant ces attitudes offensives ou défensives) permet de définir des **stratégies opportunes**.
- Ces stratégies sont alors passées au crible des finalités; ce test de cohérence entre stratégies et finalités peut amener l'entreprise à modifier des stratégies, à renoncer à certaines, à en envisager d'autres. A l'issue de cette étape, on dispose d'un ensemble de **stratégies voulues** (choisies).
- L'expression de l'ensemble de ces stratégies, mises en cohérence entre elles, est le **plan stratégique**. Il est nécessaire de vérifier que les **structures** de l'entreprise (organigrammes, définition des fonctions, règles de travail) et ses moyens sont compatibles avec le plan stratégique. Il faut, en fonction de ce test de cohérence, éventuellement modifier les structures (avoir les moyens de sa politique) ou le plan (avoir la politique de ses moyens) : on dispose alors de **stratégies réalisables**.
- Le plan stratégique, après mise en adéquation avec les structures (ou inversement) doit passer dans les faits, pour ne pas rester au niveau des intentions. Une première phase consiste à l'exprimer en **objectifs quantifiés** assortis d'un rythme de **progression** (calendrier prévisionnel d'atteinte des objectifs) avec

mention des indicateurs (critères de mesure) de réalisation.

- Les objectifs quantifiés du plan stratégique vont pouvoir être atteints par la mise en œuvre de **programmes d'action**. Ces actions définies par leur contenu, leur responsable, les moyens à mettre en œuvre, les procédures à utiliser, la charge financière envisagée constituent les **plans opérationnels** (pour les unités qui « produisent ») et les **plans fonctionnels** (pour les unités « périphériques » de la production).

— Les acteurs du plan

- On pouvait envisager plusieurs solutions pour élaborer le plan d'entreprise :
 - la direction générale seule,
 - un organisme planificateur fonctionnel, interne ou externe,
 - plusieurs groupes de travail fonctionnant de façon décentralisée mais cohérente.

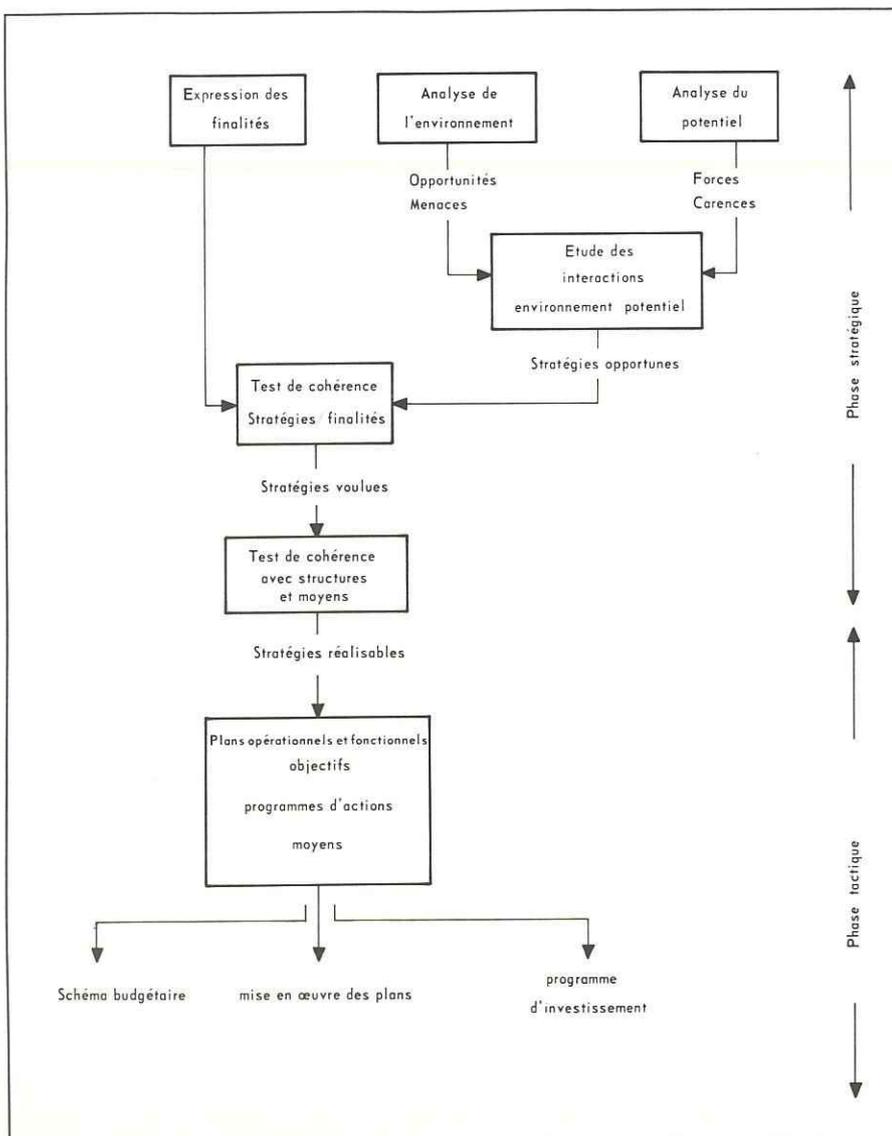
Chaque système présente des avantages et inconvénients dans les domaines de l'efficacité, de la rapidité, de l'économie des moyens (charge de travail), de l'adhésion au processus et aux résultats.

- Pour l'élaboration de son plan, la RATP a choisi une procédure décentralisée, largement participative dont la cohérence est assurée par une « mission plan ».

Dans ce système, les acteurs du plan sont :

- la direction générale et l'ensemble des directeurs,
 - l'équipe plan composée d'une cellule centrale (mission plan) rattachée à la Direction des études générales et de correspondants plan, représentant les différentes directions. Dans chacune d'elles, le correspondant plan anime, par délégation du directeur, la planification et assure l'information de la cellule plan et des autres correspondants, ainsi que la concertation,
 - de nombreux groupes de travail :
- ont ainsi fonctionné

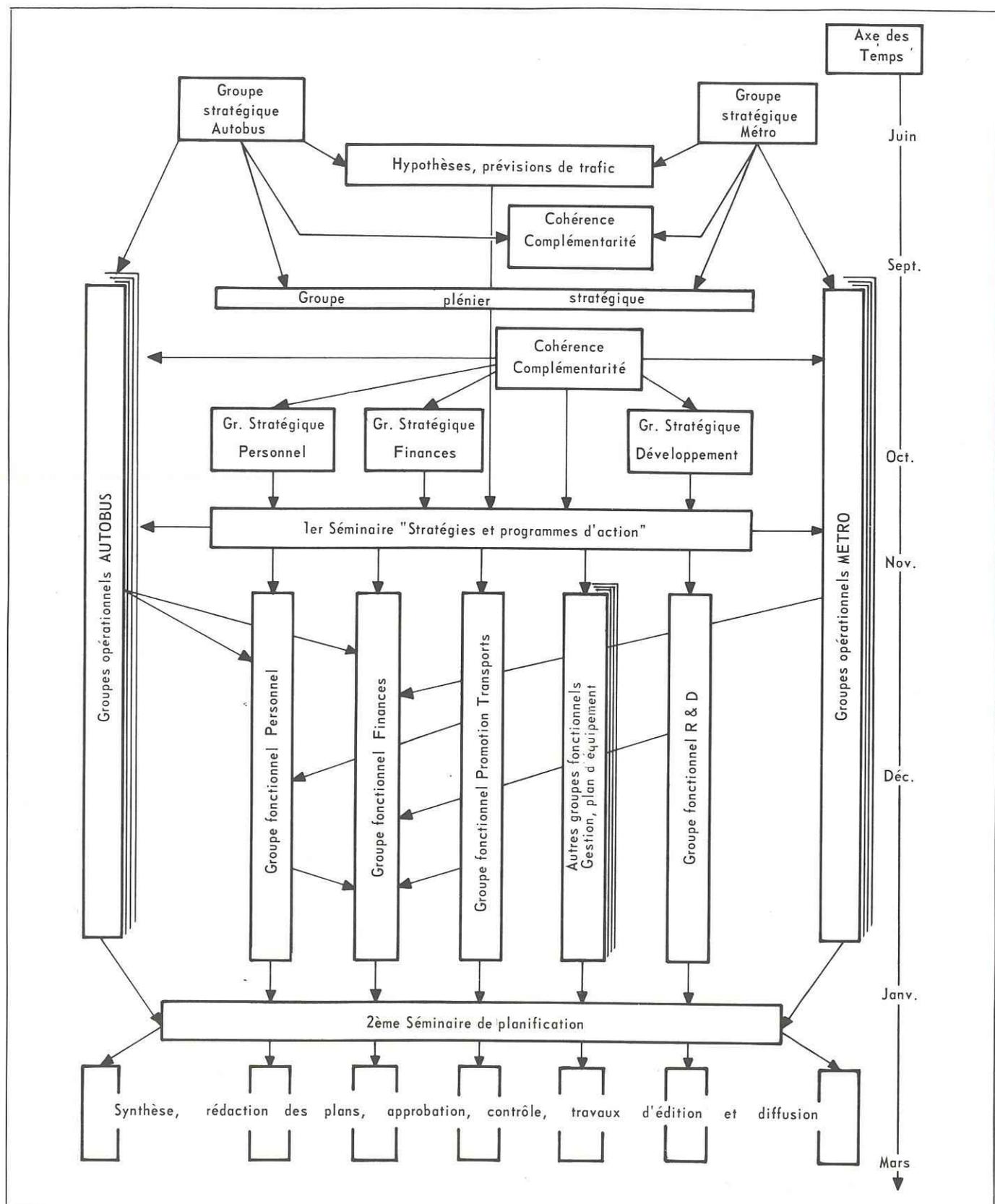
- un groupe stratégique « Métro »,
- un groupe stratégique « Auto-bus »,
- un groupe stratégique « Cohérence et Complémentarité des Réseaux »,
- un groupe stratégique « Personnel »,
- un groupe stratégique « Finances »,
- un groupe stratégique « Développement »,
- six groupes opérationnels « Métro »,
- dix groupes opérationnels « Auto-bus »,
- un groupe fonctionnel « Finances »,
- un groupe fonctionnel « Personnel »,
- un groupe fonctionnel « Promotion du Transport/Communications »,
- un groupe fonctionnel « Recherche et Développement »,
- un groupe fonctionnel « Administration générale »,
- une cellule « Investissements »,
- ...



Structure de la démarche d'élaboration du plan.

- On voit, à la simple énumération de ces groupes, que de nombreux

l'actualité dans les transports parisiens



cadres* ont participé aux travaux de planification. L'aspect **cohérence** de ces travaux a été assuré par :

- l'action de coordination menée par les correspondants plan au sein de chaque direction,
- la participation de certains cadres à plusieurs groupes,
- la présence de la mission plan dans de nombreux groupes et par son action de coordination générale,
- la tenue de réunions plénières spécifiques du plan (dont deux séminaires) et de Comités spécialisés.

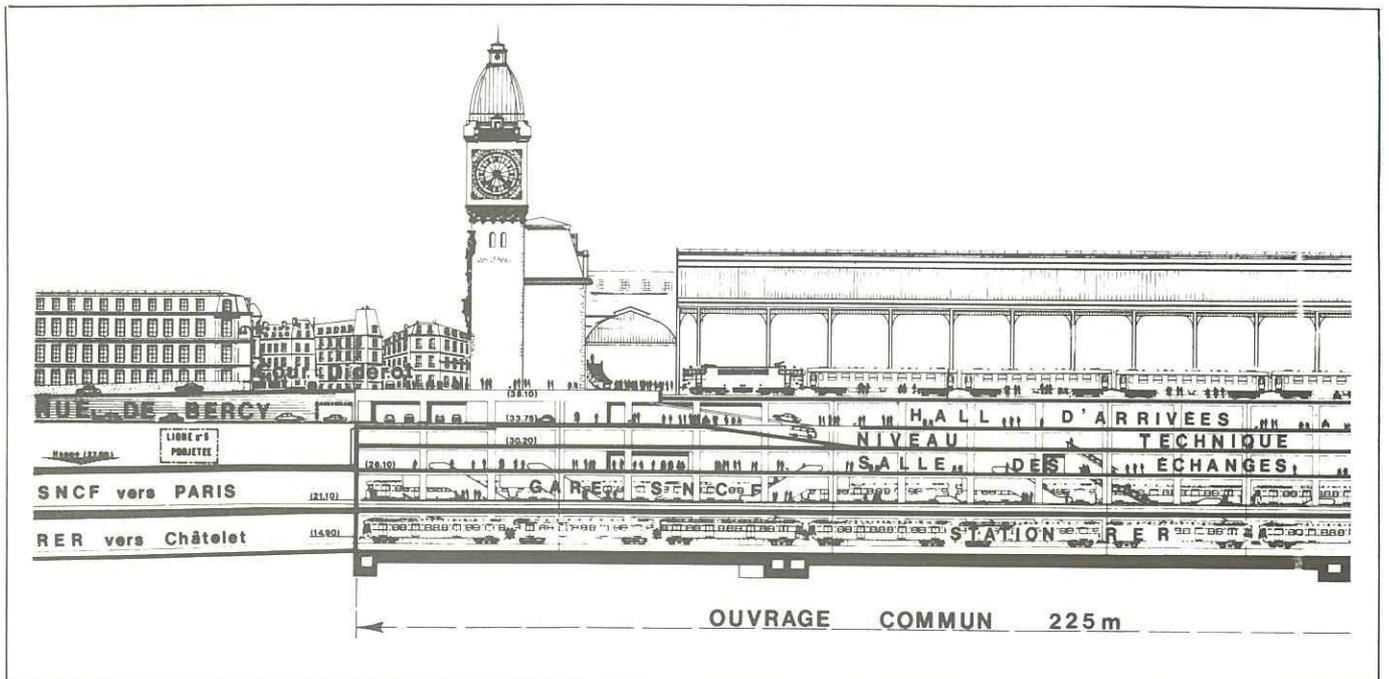
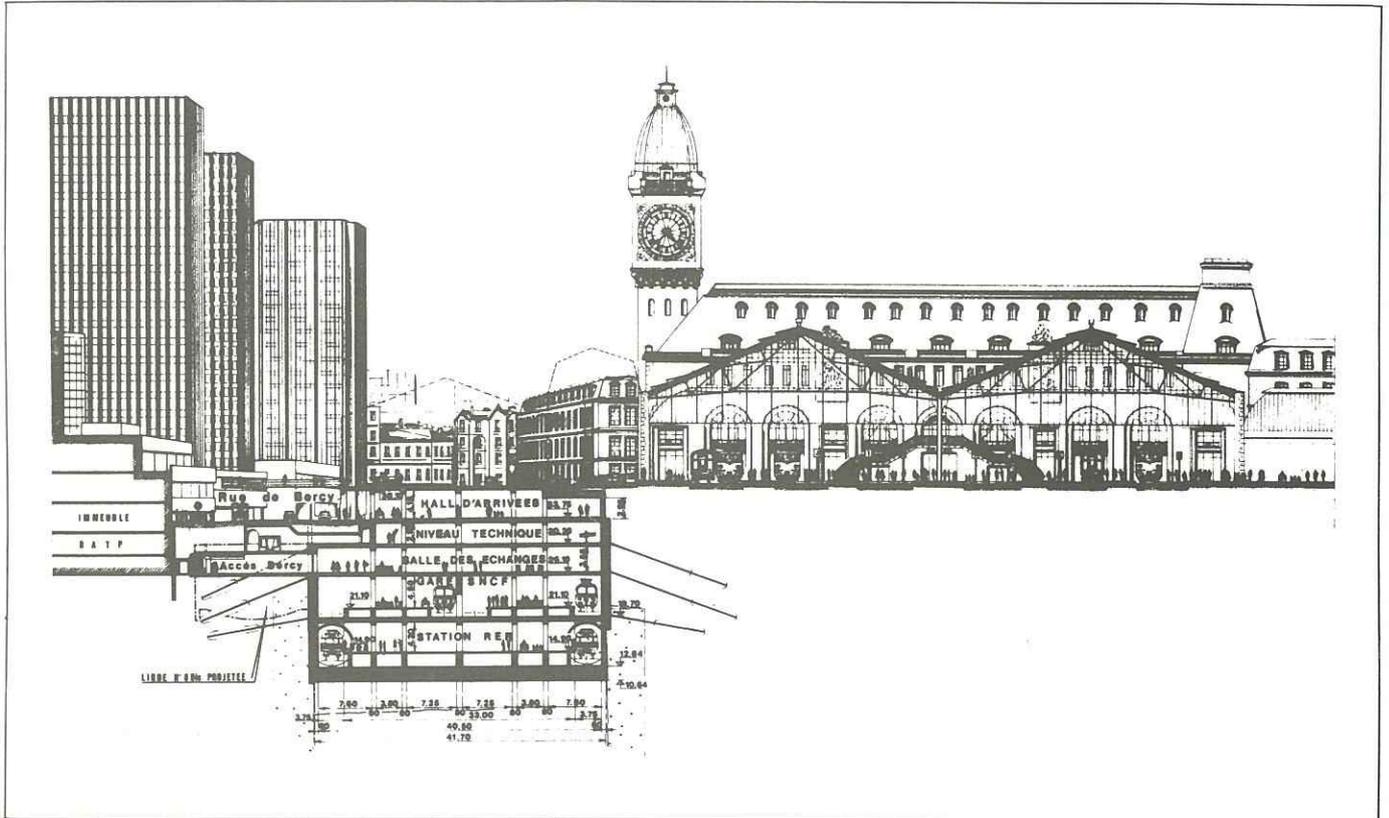
La démarche de planification peut être symbolisée par le schéma ci-contre.

— Le régime de croisière du plan

- Il a été fixé comme objectif de progrès du plan de **minimiser la charge de travail pour les responsables**, tout en **maintenant la qualité** de la planification. Pour cela, il convient d'**organiser la prise en charge** du plan par l'entreprise, en décentralisant l'élaboration et la mise en œuvre de la planification.
- Pour y parvenir, les actions de progrès à accomplir et qui sont définies en principe sinon en détail, sont :
 - **améliorer l'adhésion** au principe du plan, à ses méthodes et aux comportements qu'il nécessite ;
 - **adapter la périodicité, le terme du plan et la répartition des travaux** dans le temps aux conditions d'évolution de l'environnement et aux contraintes internes et externes pour s'intégrer au mieux aux divers systèmes de planification des tutelles ;
 - **mettre en place** les structures, les moyens, les procédures de la « **Promotion du transport** » qui oriente le plan en amont, le conseille en cours d'élaboration et participe en aval à l'évolution des résultats ;
 - **assurer les liaisons entre plan, gestion et budget** pour que les stratégies retenues soient traduites dans les faits, condition nécessaire à la crédibilité interne et externe du plan ;
 - améliorer la formation des dirigeants et des acteurs du plan aux comportements et méthodes de gestion, de planification, de marketing, de travail en groupe.

On voit ainsi que, comme le plan d'entreprise, la méthodologie d'élaboration du plan se veut elle aussi adaptative, souple, capable de progrès.

* On peut estimer qu'au cours de la 2^e itération, environ 300 cadres ont été mis à contribution sous la forme de participation aux réunions et aux études.



Page de gauche - Coupes transversales.
Page de droite - Plan.

- a) Mezzanine ligne n° 1 (et 5) : entrée, sortie, correspondance.
- b) Niveau inférieur : correspondance entre métro urbain et métro régional.
— Niveau supérieur : correspondance entre lignes SNCF et métro (urbain et régional).
- c) Liaisons entre lignes SNCF et métro régional.
- d) Accès rue de Bercy.

Prolongement de la ligne n° 13 jusqu'à Basilique (Saint-Denis)

c) Sous l'extrémité du bâtiment de la gare SNCF, une galerie assurera la liaison entre la salle des échanges, les quais de banlieue et grande banlieue SNCF et la partie « grandes lignes » de la gare.

d) Enfin, la salle des échanges comportera en son milieu un accès traversant la rue de Bercy et desservant les immeubles élevés entre cette rue et la Seine.

*
* *

Une convention a été passée entre la RATP et la SNCF pour la répartition des maîtrises d'œuvre concernant les différentes parties de l'ouvrage et pour la répartition des dépenses.

La SNCF est maître d'œuvre pour les travaux préparatoires nécessaires à la libération des sols situés à l'intérieur de ses emprises en vue de la construction de la station ainsi que pour la construction des accès et intercommunications situés à l'intérieur de la gare de Lyon.

La RATP aura la maîtrise d'œuvre des travaux préparatoires extérieurs aux emprises de la SNCF et celle de la construction de la station et des accès et intercommunications extérieurs à la gare de Lyon.

L'ouvrage commun est construit dans les alluvions et le calcaire grossier et, en grande partie, sous le niveau de la nappe phréatique. Il sera réalisé sous la protection d'une enceinte étanche constituée par un rideau d'injections et une paroi moulée.

Les travaux préparatoires ont commencé en janvier 1973 et l'établissement de l'enceinte étanche en janvier 1974.

Le principal marché de construction du gros œuvre a été approuvé par le Conseil d'Administration, le 30 novembre 1973.

L'achèvement des travaux de gros œuvre de la station est prévu pour le 1er avril 1977. Les trains pourront passer début octobre 1977, quelques mois avant l'ouverture au public de la station qui devrait avoir lieu à la fin du premier trimestre 1978.

Le 29 mars 1974 le Conseil d'Administration de la Régie a approuvé le marché pour la réalisation des ouvrages permettant de reporter à la station « Basilique », à Saint-Denis, le terminus provisoire du prolongement de la ligne n° 13 depuis « Carrefour Pleyel ».

La nouvelle section, au-delà du souterrain qui devait initialement constituer le cul-de-sac du terminus à la station Porte de Paris, a une longueur de 374 m et comprend trois parties : une longueur de 163,25 m de souterrain courant de section rectangulaire, la station « Basilique » longue de 77,10 m, une longueur de 133,65 m de tunnel pour constituer le nouveau cul-de-sac.

La première longueur, sera construite, sous la rue de la Légion d'Honneur et sous la place Victor-Hugo devant la basilique, suivant le procédé utilisé dans la section précédente; ce procédé consiste à réaliser en premier lieu les piédroits au moyen de parois moulées préfabriquées qui sont fichées dans le terrain sous le niveau du radier, isolant ainsi la future excavation des venues d'eau de la nappe. La dalle de couverture est ensuite exécutée; l'enlèvement des terres et le coulage du radier ont lieu à l'abri de cette structure résistante et étanche.

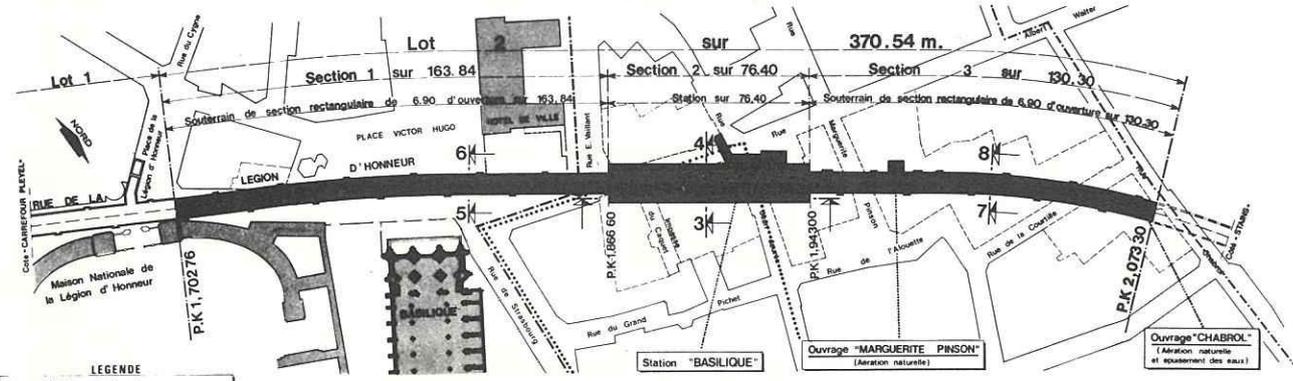
Cette technique, qui réduit les mouvements de la nappe et du sol à la suite des travaux, donne toute sécurité eu égard à la proximité des fondations de la basilique. Toutefois des précautions supplémentaires seront prises : injections préalables au fond du souterrain, exécution de l'ossature par parties.

Les deux autres longueurs de souterrain — station et cul-de-sac — seront construites dans une zone de rénovation après démolition des immeubles existants; la station sera réalisée par la méthode des parois moulées classiques et le cul-de-sac par celle des parois moulées préfabriquées, ces solutions étant apparues finalement les plus économiques dans le cadre du marché. La longueur de la « boîte » abritant la station sera de 107 mètres pour réserver la possibilité d'allonger ultérieurement les quais.

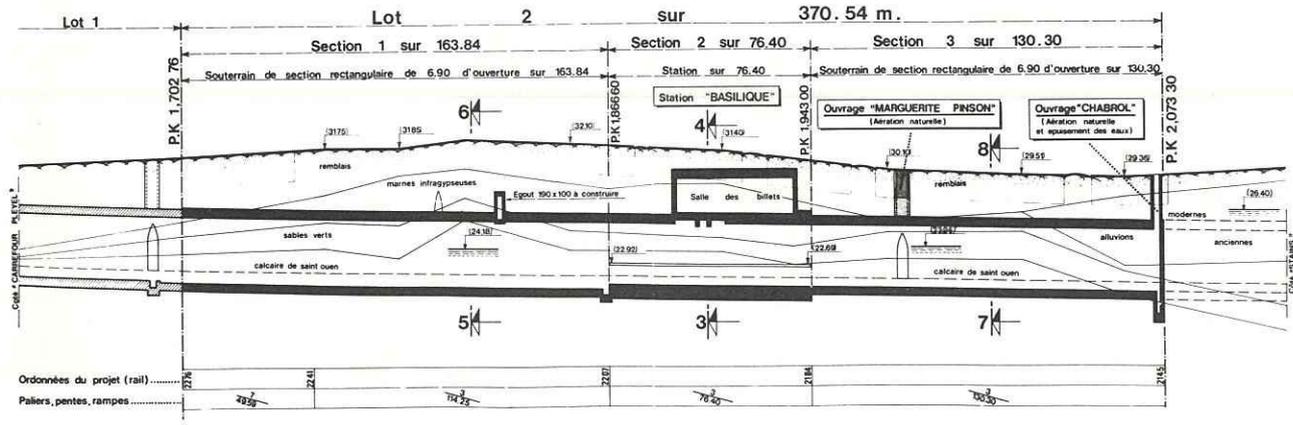
La salle des billets sera établie en mezzanine au-dessus des quais. Elle sera reliée à ces quais par deux escaliers fixes et un escalier mécanique issu du quai « arrivée » et communique-

ra avec l'extérieur par un seul accès implanté sur le trottoir sud de la rue Jean-Jaurès. La possibilité sera réservée de percer des accès supplémentaires lorsque l'aménagement de l'îlot de rénovation dans lequel se situe la station « Basilique » le justifiera : notamment une liaison directe avec le centre commercial situé à l'ouest de la station et le jardin lapidaire situé à l'est. Cette salle fera l'objet d'un traitement décoratif approprié à l'environnement prestigieux de la station. En particulier, ses faces sud et est comporteront des parois vitrées donnant une vue directe sur la cathédrale et le jardin lapidaire.

PLAN



PROFIL EN LONG



- Prolongement de la ligne n° 13 à Basilique (Saint-Denis).
- Plan et profil de la ligne.

L'aéroport Charles-de-Gaulle et ses transports terrestres actuels et futurs

Le nouvel aéroport Charles-de-Gaulle sis à Roissy-en-France est entré en service le 13 mars 1974 avec l'ouverture à l'exploitation de son aérogare n° 1 ; cet aéroport, situé à 28 km au nord du centre de Paris, s'ajoute à celui d'Orly, à 12 km au sud, pour assurer les besoins de la capitale et à celui du Bourget dont l'activité devrait être progressivement réduite et qui pourrait être ultérieurement réservé à des dessertes aéronautiques spéciales. L'aéroport Charles-de-Gaulle est prévu pour comprendre plusieurs aérogares autonomes autour d'une unité centrale et déjà les travaux des deux premiers éléments de l'aérogare n° 2 ont été entrepris en vue de leur mise en service en 1978-1979.

L'aérogare n° 1 comprend un corps central entouré de sept « satellites » autour duquel peuvent circuler et stationner les avions, le bâtiment principal a la forme d'un anneau de 200 m de diamètre et de 50 m de hauteur dont 20 sous le niveau du sol ; au centre se trouve un puits de lumière. Le bâtiment comprend dans ses quatre niveaux supérieurs un parc à voitures de 3 900 places. Sous ce parc se trouvent : un étage de bureau et services techniques, le niveau « Arrivée », un niveau « transfert », le niveau « Départ », l'étage « Boutiques et restaurants » et enfin le sous-sol où s'effectue la manutention des bagages.

Des ascenseurs réunissent les étages du parc à voitures aux niveaux « Arrivée » et « Départ ».

Des escaliers mécaniques, installés dans des tunnels translucides obliques traversant le puits de lumière central, réunissent les niveaux « Arrivée » et « Départ » au niveau « Transfert » où se font les opérations de contrôle.

Chaque satellite, dont l'axe est distant d'environ 250 m de celui du corps central, est réuni à celui-ci par deux passages souterrains ; l'un, pour les voyageurs aboutissant au niveau « Transfert » est équipé de trottoirs roulants qui assurent également les changements de niveau nécessaires, l'autre pour les bagages aboutissant au sous-sol du corps central, est parcouru par des chariots remorqués par des tracteurs automatiques télécommandés.

L'aérogare n° 2, très différente de l'aérogare n° 1, sera constituée par des modules répartis de part et d'autre d'une voie d'accès centrale ; elle sera réservée principalement à Air-France et utilisée par des types d'avions en nombre beaucoup plus réduit que l'aérogare n° 1.

Desserte actuelle de l'aéroport

L'emprise de l'aéroport est traversée par l'autoroute du nord A 1, qui se raccorde à la Porte de la Chapelle au boulevard périphérique de Paris mais qui est également rattachée, par l'autoroute B 3, à la Porte de Bagnolet à l'est de Paris depuis le 19 juin 1974.

La desserte de l'aéroport, par les transports publics est actuellement assurée de façon uniquement routière :

- un service d'autocars d'Air France est organisé à partir du nouveau Palais des Congrès de la Porte Maillot où une gare routière souterraine a été construite ; ces autocars empruntent donc uniquement le boulevard périphérique et l'autoroute ; les autocars d'Air France assurent, en outre, une liaison entre le nouvel aéroport et celui du Bourget d'une part celui d'Orly d'autre part ;
- un service de cars SNCF relie à Roissy la gare de Goussainville, distante d'environ 5 km, où une correspondance avec la ligne de chemin de fer Paris-Gare du Nord-Chantilly est assurée ;
- différents services d'autobus exploités par des entreprises affiliées à l'APTR assurent des liaisons entre Roissy et certaines localités de la banlieue et de la région Nord de Paris à savoir :

Bobigny ; Gagny et Aulnay ; Sevran ; Aulnay ; Villeparisis ; Meaux ; St-Pathus ; Senlis ; Mareuil-en-France et Goussainville ; Montmorency et Sarcelles ; Sarcelles-Lochères ; St-Denis (Pte de Paris) ; enfin une liaison est assurée entre Paris-Stalingrad et Roissy ;

— pour desservir le nouvel aéroport la RATP exploite trois lignes d'autobus :

la ligne n° 350 D — Gare de l'Est-Roissy en service direct par l'autoroute A 1 ;

la ligne n° 350 — Gare de l'Est-Roissy via le Bourget-Garonor par emprunt de l'autoroute A 1, puis desserte interne de l'aéroport ; et depuis le 24 juin la ligne n° 351 — Nation-Roissy par emprunt des autoroutes A 3, B 3 et A 1.

Elle a proposé en outre au Syndicat des transports parisiens la création d'une ligne n° 353 Opéra-Roissy en semi-direct par l'autoroute A 1.

Desserte future de l'aéroport

La construction d'une antenne ferroviaire a été entreprise entre l'aéroport et la gare d'Aulnay-sous-Bois, sur la ligne SNCF de Paris-Nord à Mitry. Au printemps 1976 une liaison ferrée sera ainsi assurée entre la gare du Nord et l'aéroport Charles-de-Gaulle, la gare terminale sera implantée sous l'unité centrale de l'aéroport, entre les aérogares n° 1 et n° 2, cette unité comprenant entre autres un centre commercial et des bureaux.

Lorsque sera réalisée l'interconnexion du réseau SNCF de banlieue nord et du métro régional, après prolongement de la ligne de Sceaux à la gare du Nord, l'aéroport Charles-de-Gaulle sera directement relié par voie ferrée au centre de Paris. Une liaison ferroviaire directe avec l'aéroport d'Orly est même envisagée, grâce à la création d'une connexion, à Antony, entre la ligne de Sceaux et la ligne SNCF de Massy à Villeneuve-le-Roi puis celle d'une antenne de cette ligne jusqu'à Orly.

A l'intérieur de l'aéroport un réseau de transport automatique à itinéraires multiples réunira les divers pôles d'activité et, en particulier, reliera la gare SNCF aux aérogares. Ce réseau est en cours de définition.



Photo J.J. Moreau

Exécution des souterrains

Lutte contre la décompression en terrain meuble

- J.-F. Bougard, Chef du service des travaux souterrains 1 à la RATP.
- J. Janin, Directeur de Solétanche - entreprise.

L'American Society of Civil Engineers et l'Engineering Institute of Canada ont organisé les 24 et 27 juin 1974 à San Francisco un congrès sur les méthodes rapides de construction des tunnels.

A cette occasion Monsieur BOUGARD, Ingénieur en Chef adjoint à la Direction des travaux neufs, a présenté une communication que nous avons le plaisir de reproduire intégralement ci-après.

Avant-propos

Le développement des grandes agglomérations et la densité d'urbanisation conduisent de plus en plus à l'exécution d'ouvrages souterrains, seule solution pour étendre le réseau de communications et s'affranchir des encombrements de la voirie.

Les excavations que nécessitent ces travaux provoquent habituellement dans le massif environnant une dégradation irréversible qui se traduit par des tassements pouvant atteindre de nombreux centimètres. Si ceux-ci ne sont pas inquiétants en zone non bâtie, ils sont inacceptables en site urbain et les dangers qu'ils représentent à l'égard des constructions existantes obligent à mettre en œuvre des dispositions techniques spéciales afin d'éviter la décompression des terrains supérieurs.

Les travaux souterrains parisiens destinés à l'extension du réseau ferré de la RATP ont été conduits dans cette optique et sont à l'origine de différentes techniques utilisées pour remédier aux conséquences néfastes de la décompression.

Enoncé du problème

Depuis quelques années, la RATP procède à la réalisation d'un important programme de travaux comprenant :

- une nouvelle ligne express de métro régional de 46 km de longueur traversant Paris d'Est en Ouest et

dont deux branches sont actuellement en service et l'exécution de la partie centrale en cours ;

- le prolongement en banlieue de nombreuses lignes du métro existant.

Dès l'origine des travaux, la RATP a été confrontée avec de nombreux problèmes techniques nouveaux pour lesquels les expériences antérieures en France et à l'étranger ont été de peu d'utilité. En effet, les ouvrages à construire possèdent de grandes dimensions, leur section pouvant aller de 40 à 300 m² et même exceptionnellement à 600 m². Ils sont implantés à grande profondeur, les couches supérieures du sous-sol étant déjà fortement encombrées par le métro existant, les collecteurs, égouts et les très nombreuses canalisations diverses. De ce fait, ces ouvrages sont souvent noyés dans la nappe aquifère et subissent des pressions d'eau pouvant dépasser 20 m. De plus, la géologie rencontrée, constituée en majorité de terrains meubles, est très variable puisqu'elle va du calcaire dur d'une résistance à la compression supérieure à 1 500 bars au sable incohérent gorgé d'eau. Enfin, dans le cas de la ligne Est-Ouest, les contraintes imposées à son tracé, dont les rayons ne doivent pas être inférieurs à 500 m, la situent à proximité immédiate ou fréquemment en-dessous d'ouvrages, d'immeubles ou de monuments.

Pour mener à bien ces travaux, il ne pouvait être question, comme à l'époque de la construction des souterrains du métro existant, de faire appel à une main-d'œuvre de mineurs-boiseurs autrefois disponible en grand nombre et d'intervenir, soit à ciel ouvert, soit en multipliant les attaques en rapprochant les puits de service tous les 100 m environ dans des rues où

règnent désormais une activité et une circulation intenses.

Il convenait donc de s'adapter aux conditions actuelles et de mettre au point des techniques nouvelles s'affranchissant au maximum d'une main-d'œuvre trop spécialisée et d'un prix de revient excessif et permettant d'opérer avec les procédés les plus industrialisés possible mais en évitant tout mouvement du sol préjudiciable à l'environnement.

Les principales solutions qu'a apportées la RATP au problème majeur qui consiste à combattre et si possible neutraliser la décompression des terrains et ses conséquences sont : les injections de consolidation et d'étanchement, la recompression des terrains surmontant les ouvrages, la protection des excavations par des tubes métalliques horizontaux, les injections de compensation, l'injection du contact revêtement-terrain. De plus, la méthode autrichienne de béton projeté sera évoquée comme solution possible dans certains cas.

Injections de consolidation et d'étanchement

Les techniques de l'injection des terrains ont pris depuis une dizaine d'années, une place de plus en plus importante dans les travaux publics en particulier.

Cet essor a été rendu possible par la mise au point de techniques nouvelles, par les progrès réalisés dans les méthodes d'exécution et dans l'automatisme des opérations et par la gamme très étendue des coulis d'injection qui permettent de traiter tous les terrains meubles quelle que soit leur granulométrie.

En même temps, les améliorations qu'apporte l'accroissement de la mécanisation au creusement des souterrains requièrent, pour être pleinement efficaces, une bonne cohésion et une bonne étanchéité des terrains excavés.

Ces conditions sont obtenues grâce aux injections qui permettent non seulement d'améliorer les conditions de travail et les performances des engins

d'excavation, mais qui limitent également au maximum dans l'espace et dans le temps les désordres du massif environnant ainsi que leurs conséquences sur la stabilité des ouvrages en surface.

Quels sont les progrès réalisés en matière d'injection ?

— D'abord l'amélioration des rendements de perforation dans les terrains graveleux sans cohésion. Les forages tubés, exécutés par percussion à l'air comprimé, ont été pratiquement remplacés par les forages à rotation. Ceux-ci sont réalisés en utilisant des sondeuses hydrauliques à haut rendement dont le fonctionnement peu bruyant est beaucoup mieux adapté au travail en site urbain : rues, cours et caves d'immeubles.

Un coulis de perforation de bentonite ou de bentonite-ciment maintient les parois du forage et supprime ainsi les opérations de tubage et de dé-tubage.

Toutes les orientations sont possibles ce qui permet de forer quelle que soit la position de la sondeuse depuis une galerie, une tranchée, un puits, un sous-sol, etc.

— Ensuite l'utilisation systématique de « tubes à manchettes » qui constitue la seule méthode efficace pour obtenir une répartition homogène du coulis et une bonne imprégnation du massif granulaire à traiter. Cette méthode permet en outre d'injecter par phases successives à l'aide de coulis de plus en plus pénétrants et indépendamment de la perforation.

Elle consiste à équiper le forage avec un tube comportant, tous les 33 cm, des trous disposés en auréole et recouverts par une manchette en caoutchouc jouant le rôle de clapet (figure n° 1).

Le tube, généralement en matière plastique pour ne pas gêner le terrassement, est scellé sur toute la hauteur du forage par un coulis d'argile-ciment plastique, suffisamment résistant pour éviter les remontées de coulis entre le tube et le terrain.

L'injection se fait par l'intermédiaire d'un obturateur double relié à l'injecteur qui est disposé successivement au droit de chaque manchette.

Toutes les opérations, depuis le dosage des matériaux, le malaxage des coulis, le pompage par des presses à vitesse variable, jusqu'au déplacement des obturateurs, sont commandées automatiquement à partir d'un poste de commande où sont enregistrés graphiquement les débits, les pressions d'injection, la production.

— Autre progrès enfin : la mise au point de gels durs de silicate de soude et de résines polymérisables à la température ambiante, permet de consolider les alluvions et les sables fins alors qu'auparavant cette consolidation avec des suspensions à base de ciment n'était que très partiellement possible.

Les gels durs sont obtenus à partir de silicate de soude et de réactifs organiques tels que les esters. Ceux-ci

provoquent, par réaction moléculaire, la gélification des silicates alcalins en un temps de prise réglable suivant la nature et le dosage du réactif.

L'injection en une seule phase représente un énorme progrès par rapport au procédé Joosten qui nécessitait l'injection des constituants en 2 phases.

Les résines organiques sont obtenues à partir de monomères solubles qui se polymérisent sous l'action d'un catalyseur à la température ordinaire, à l'abri de l'air et en présence d'eau, au bout d'un temps réglable à l'avance. Leur viscosité est voisine de celle de l'eau, ce qui leur permet de pénétrer partout où l'eau passe. Les plus utilisées pour consolider les sables fins ou limons sont les phénoplastes et les amnioplastes, ces derniers ayant l'inconvénient de ne pas polymériser en milieu basique.

Deux applications des techniques d'injection

Parmi toutes les réalisations qui ont associé les techniques d'injection à la construction d'ouvrages souterrains, il est intéressant de décrire rapidement les travaux de la station « Auber » du métro régional située en plein cœur de Paris (figure n° 2), travaux qui ont été réalisés par l'entreprise Solétanche, spécialiste parmi les plus qualifiés auquel la RATP fait fréquemment appel. Cette station est un ouvrage très vaste, long de 230 m, haut de 20 m et large de 40 m, s'engageant sur 8,50 m environ de part et d'autre de la rue Auber sous les immeubles riverains et entièrement située sous une ligne de métro en exploitation.

Le radier est à 36 m sous le niveau de la chaussée et à 18 m sous le niveau de la nappe.

Pour exécuter la station sans provoquer de tassements préjudiciables aux ouvrages existants, le toit de l'excavation a été protégé par une voûte de terrain injecté de 8 m d'épaisseur et de 40 m de portée.

Les coulis d'injection utilisés ont varié avec les formations à traiter : alluvions, sables de Beauchamp, mar-

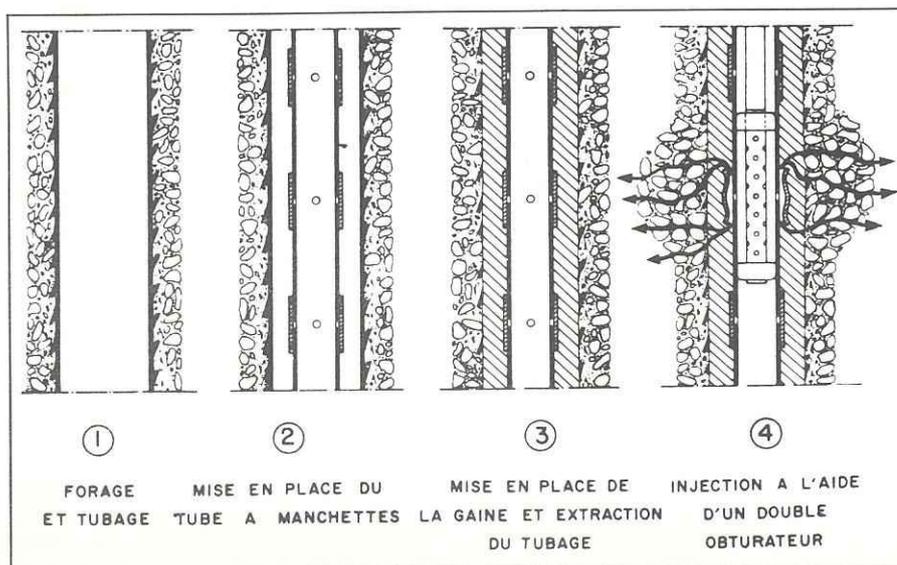
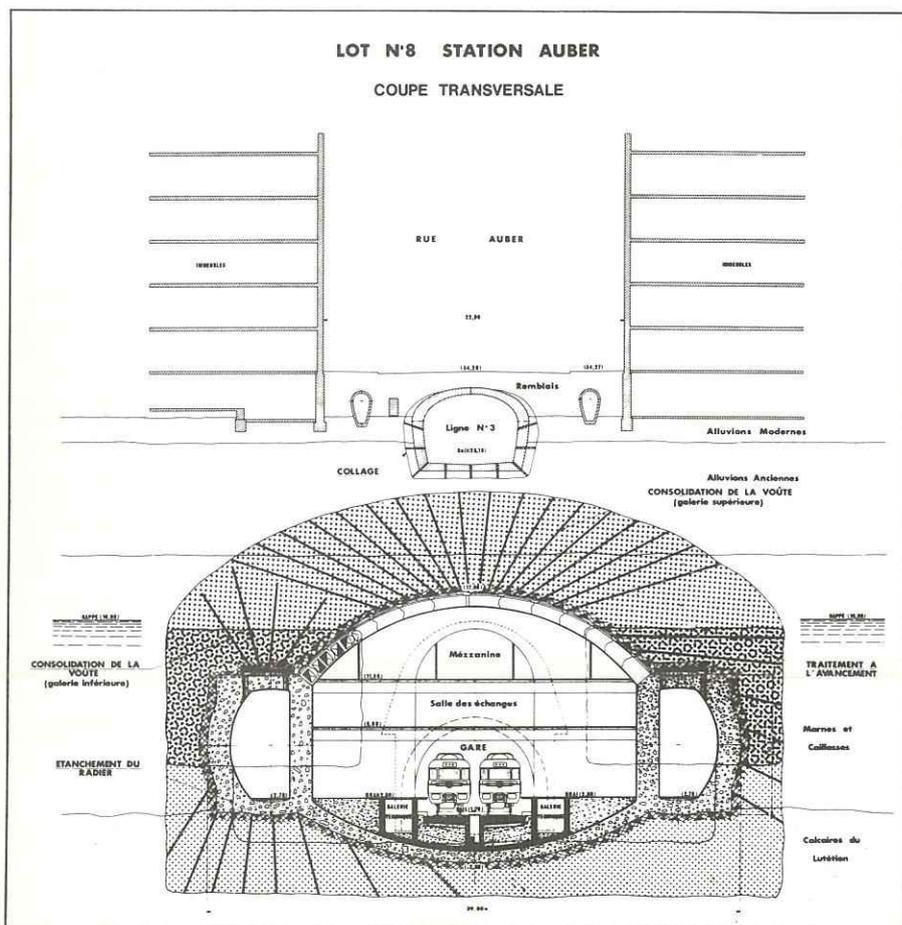


Fig. 1 - Tube à manchette : principe de l'injection.



no-calcaires et ont conféré à ces terrains, dans l'ensemble incohérents, une résistance globale de 20 bars.

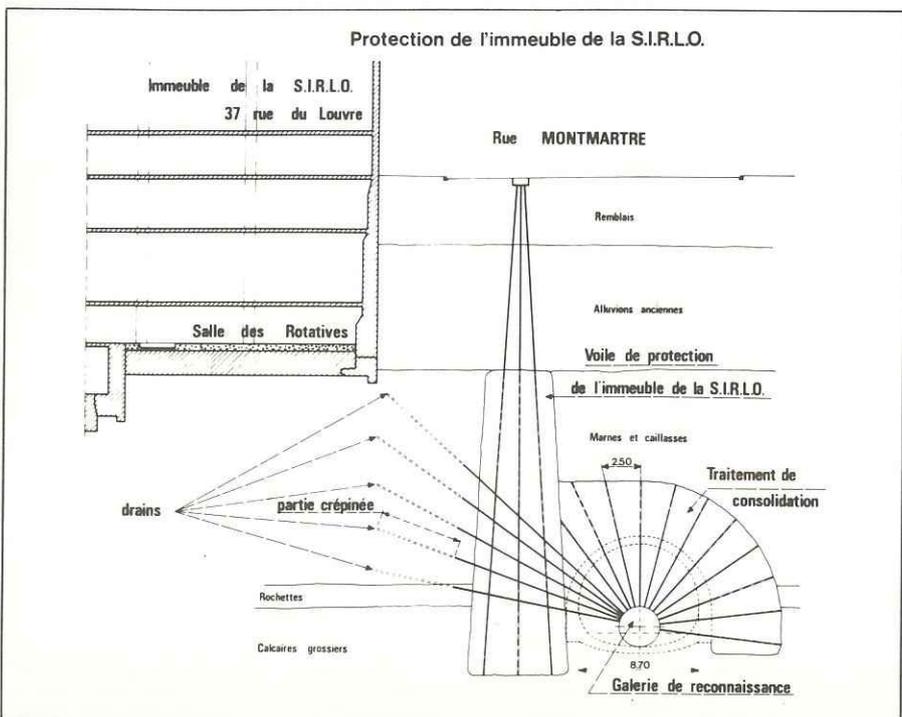
Afin d'éviter de rabattre la nappe, le reste de l'ouvrage a été entouré par un traitement d'étanchement de 3 m d'épaisseur.

Ainsi qu'il est de règle, la stabilité des ouvrages existants a été contrôlée de manière permanente, aussi bien pendant les travaux d'injection que pendant ceux de percement du souterrain par l'auscultation de tout un ensemble de repères de tassements et de détecteurs de mouvements relatifs.

Malgré l'importance de l'excavation aucun dommage n'a été provoqué aux ouvrages et les tassements ont toujours été inférieurs à 10 mm.

Une autre application très intéressante des injections est illustrée par l'exemple suivant.

Le souterrain du métro régional est implanté à proximité immédiate en plan d'un immeuble abritant des alignements de rotatives qui impriment les millions d'exemplaires de grands quotidiens parisiens. Ses fondations ne devaient subir aucun mouvement, si faible fût-il, et il était indispensable de prendre des dispositions particulières.



Après étude, ces dispositions ont consisté à exécuter entre cet immeuble et le futur tunnel un mur de soutènement artificiel de terrain injecté de cinq mètres d'épaisseur destiné à isoler les sols de fondation des perturbations éventuelles que risquait de provoquer l'excavation.

La consolidation a été réalisée au moyen d'injections dans trois lignes de forages exécutés à partir de la surface (figure n° 3). La difficulté de ce traitement a résidé dans le fait que les produits injectés ne devaient pas cheminer dans les couches horizontales de terrain jusque sous les fondations, risquant de les soulever. C'est pourquoi, afin de capter de tels cheminements, des drains constitués par des forages crépinés ont été exécutés à partir d'une galerie pilote établie précédemment sur le tracé du tunnel. L'expérience a démontré leur utilité et, grâce à eux, le traitement a été réalisé dans d'excellentes conditions. Par la suite, lors de la construction du souterrain, aucun mouvement des fondations de l'immeuble n'a été enregistré.

Fig. 2 - Station Auber.
Fig. 3 - Protection de l'immeuble de la S.I.R.L.O., rue Montmartre.

Recompression

Lors du terrassement d'une excavation les terrains surmontant celle-ci se détendent, engendrant ainsi le phénomène de la décompression qui se traduit par des tassements. Bien entendu, mieux les terrains sont traités, moins cette décompression se manifeste, mais elle subsiste néanmoins. En outre, il faut bien voir que l'injection est une opération coûteuse qu'il faut donc limiter au strict nécessaire et qu'elle ne dispense pas de prendre certaines précautions au cours des terrassements. C'est pourquoi l'un des principaux soucis techniques de la RATP a consisté à mettre au point, parallèlement aux traitements par injections, des procédés de génie civil capables de s'opposer à la décompression des tunnels en tendant à restituer aux terrains traversés leur état de contrainte initial.

La première disposition prise à cet égard a consisté à substituer aux traditionnels cadres en bois en usage jusqu' alors, un étaielement (poteaux, chapeaux, cintres) composé de profilés métalliques dont l'abandon possible dans le revêtement de voûte évite les changements de bois auparavant nécessaires et qui contribuaient à favoriser la décompression. Il s'agit là d'une technique habituelle aux USA.

Néanmoins, cette technique efficace, qui permet d'exécuter les voûtes à pleine section à l'avancement et non plus suivant le principe des sections divisées, ne suffit pas pour supprimer la décompression. En effet, les arcs de décharge se créent effectivement entre le front de taille et les cintres et entre ceux-ci et le revêtement — lequel doit donc suivre le terrassement au plus près — mais la perturbation due au creusement entraîne un certain fluage du terrain. De plus, le temps séparant le terrassement du blindage, si faible soit-il, favorise la décompression.

C'est pourquoi les recherches entreprises ont porté sur la réduction de cette « détente » en repoussant le ciel de l'excavation vers le haut grâce à différents procédés. Baptisés improprement « recompression » (il y a plutôt lieu de parler de limitation de la décompression) ces procédés varient suivant la nature de l'ouvrage à exécuter.

Ainsi pour l'exécution de galeries (figure n° 4 montrant les galeries de travail de la station « Auber ») les chapeaux métalliques de chaque cadre disposés tous les 1,60 m, sont repoussés vers le haut grâce à des vérins hydrauliques capables d'exercer une pression variant en fonction de la couverture et pouvant aller jusqu'à 4 bars. Les soulèvements enregistrés du terrain en ciel de galerie vont de 2 à 7 ou 8 cm. C'est la valeur du tassement qu'engendrerait, à ce niveau, la décompression qui se traduirait à elle

seule par un tassement de l'ordre de plusieurs centimètres en surface.

Il faut remarquer à ce sujet l'intérêt qu'il y a à réaliser cette recompression le plus tôt possible après le terrassement car plus on attend, plus la décompression se développe et plus il est difficile de la limiter.

Suivant le même principe, dans le cas d'exécution de voûtes, les cintres métalliques, mis en place tous les mètres ou tous les 1,60 m, sont étayés au

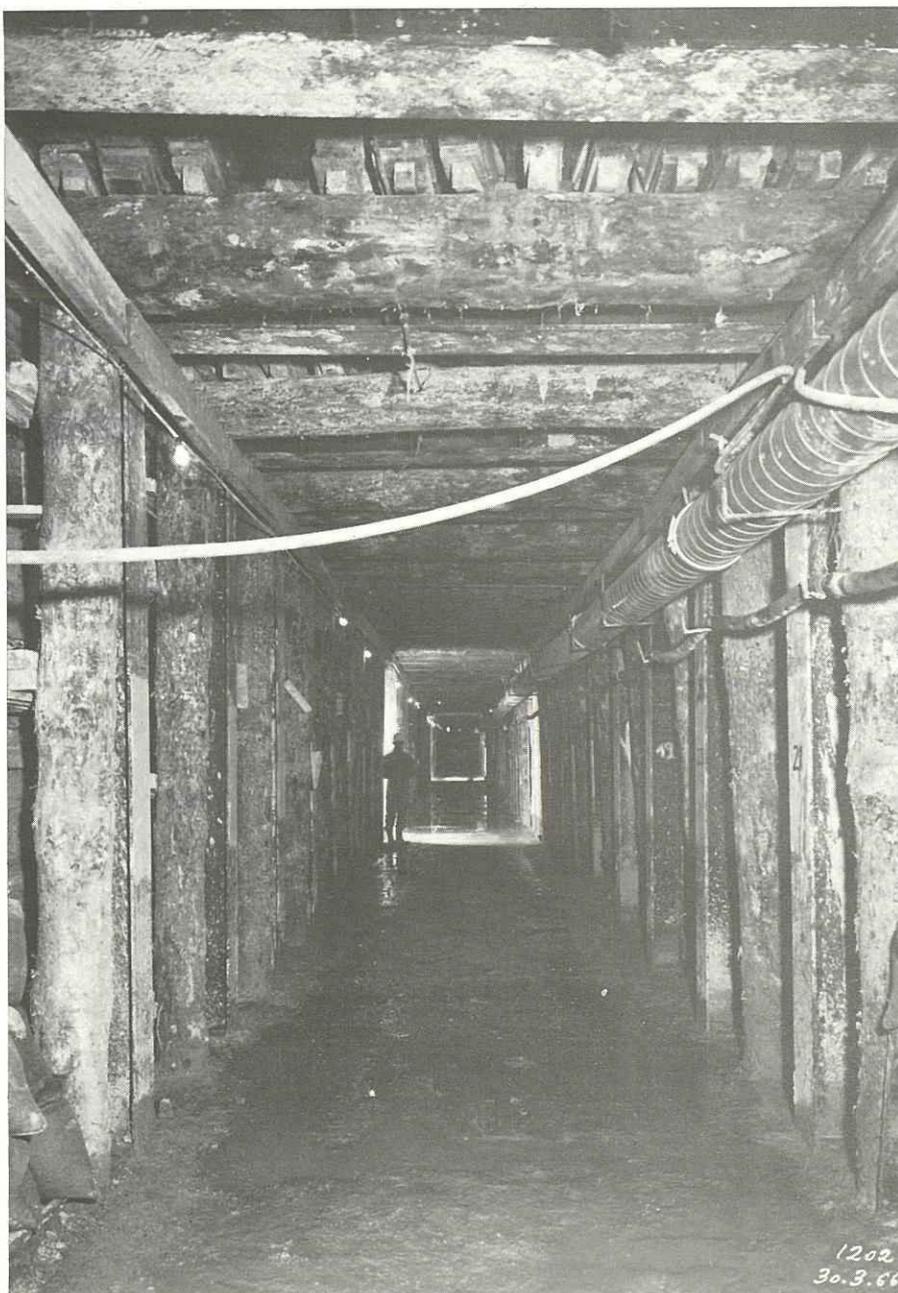


Fig. 4 - Galerie de travail - Station Auber - « Recompression » du toit par chapeaux métalliques.

moyen de vérins ou d'étauçons hydrauliques disposés radialement qui les plaquent au terrain en repoussant celui-ci (figure n° 5).

Néanmoins, cette dernière méthode présente le défaut d'encombrer l'accès au front de taille et de rendre difficile l'utilisation, de plus en plus répandue, de machines à forer à attaque ponctuelle (mineurs continus).

Dans ce cas, un autre procédé a été mis au point sur le tunnel reliant les stations « Auber » et « Châtelet » dans le centre de Paris. Il est basé sur l'utilisation de deux cintres métalliques lourds posés sur vérins hydrauliques et extensibles en clef par l'action d'autres vérins horizontaux (figure n° 6). Ces cintres peuvent exercer une pression de 2 à 4 bars et soutiennent le blindage jusqu'à la prise du béton. Le cintre le plus en arrière est ensuite récupéré et replacé au front de taille.

Parallèlement aux procédés précédents, la RATP a élaboré d'autres méthodes plus spécialement réservées aux ouvrages de grande portée ou aux passages difficiles avec de faibles couvertures sous les ouvrages existants mais en général dans des terrains cohérents ou rendus tels grâce aux injections.

Il venait en effet naturellement à l'esprit de conjuguer l'étalement provisoire avec le revêtement définitif grâce à la préfabrication qui permet de concevoir des arcs composés d'éléments en béton armé articulés entre eux et plaqués au terrain par la mise en compression de vérins plats disposés dans l'élément de clef.

Cette conception a été mise en œuvre sur de nombreux chantiers et a trouvé son application la plus spectaculaire lors de l'exécution de la voûte de la station « Auber », voûte de 225 m de longueur et 24 m d'ouverture, sous de nombreux ouvrages et immeubles (figure n° 7).

Après exécution des culées, le terrassement de la voûte y était effectué sur la longueur d'un arc, soit 80 cm et chaque élément de l'arc était mis en place grâce à un cintre métallique lourd. Chacun de ces éléments comportait à sa partie supérieure un décaissement où était disposée une enveloppe en caoutchouc surmontée d'une dalle en béton.

L'espace libre entre l'arc et le terrain était rempli à l'aide de mortier projeté. Lorsque sa prise était suffisante, les deux vérins de clef étaient mis en compression de manière à appliquer l'arc au terrain, les articulations entre éléments permettant à l'anneau de s'adapter aux hétérogénéités du terrain et de centrer la ligne des pressions.

Enfin, les enveloppes de chaque voussoir étaient injectées de coulis et soulevaient les terrains supérieurs par l'intermédiaire de la dalle en béton.

Les résultats de cette méthode qui permet un excellent rendement sont très intéressants puisque pratiquement aucun tassement n'a été enregistré en dehors d'une certaine relaxation naturelle du terrain.

Protection par voûte de tubes métalliques

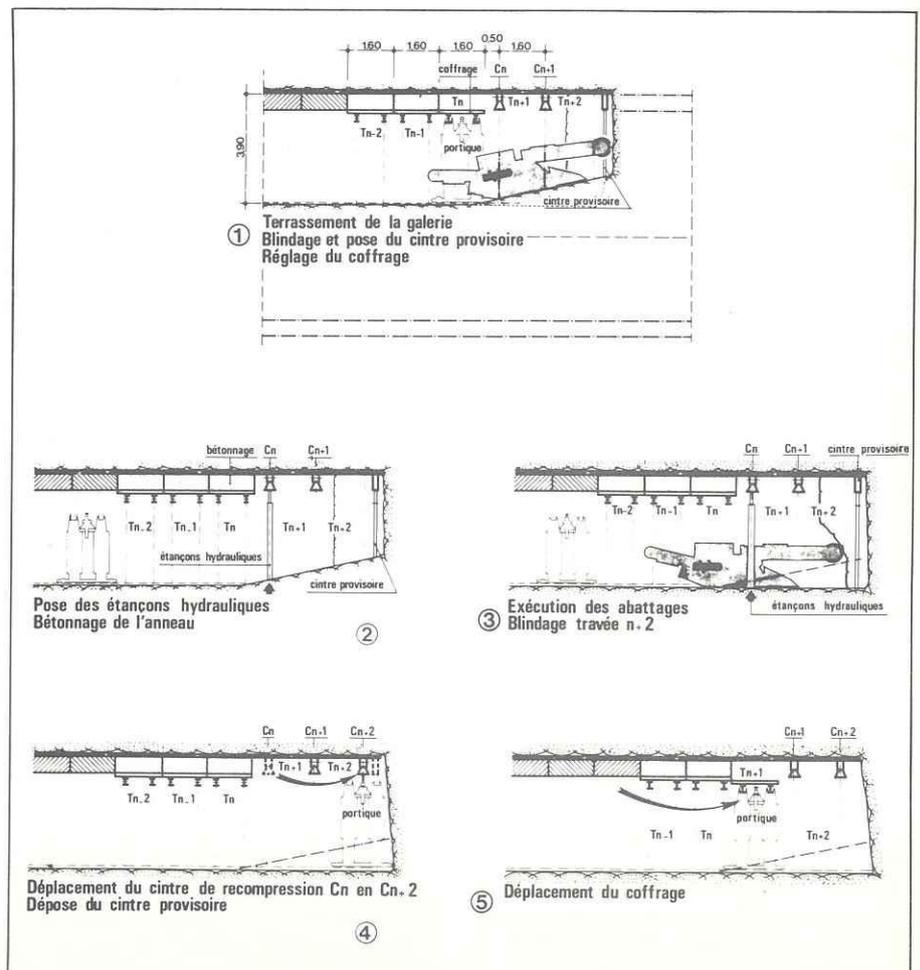
Pour créer une protection mécanique au-dessus d'une galerie, d'un tunnel ou d'un souterrain, une méthode très classique consiste à pousser dans le terrain à partir du front de taille et au fur et à mesure de l'avancement des planches, des plaques métalliques, des poutrelles ou des tubes.

Ces éléments de protection sont généralement enfoncés sur une faible distance et presque toujours obliquement de façon à passer entre les cadres de soutènement déjà posés.

Du fait de leur faible longueur, ils ne permettent pas de protéger l'excava-

Fig. 6 - Page de gauche - Construction d'une galerie : blindage sur cintres métalliques lourds à vérins hydrauliques.

Fig. 5 - Page de droite - en haut - Terrassement d'une voûte, cintres métalliques étayés...





tion dans les terrains pulvérulents à fort angle de talus naturel en s'appuyant au-delà de la zone perturbée, à moins que l'on décompose le travail en galeries pilotes de faible section entièrement blindées à l'avancement, ce qui augmente considérablement le délai d'exécution et le prix de revient.

La RATP, dans un secteur particulièrement délicat du métro régional entre la Nation et la gare de Lyon, où la ligne s'engage en deux tunnels distincts à 10 m sous les fondations des immeubles, a utilisé une méthode de soutènement des terres par une voûte composée de tubes métalliques horizontaux de 20 m de portée, parallèles à l'axe de l'ouvrage à construire, directement à l'extrados de la future voûte des tunnels (figure n° 8).

La section des tubes, les caractéristiques mécaniques de leur acier et leur écartement avaient été calculés de façon qu'ils puissent supporter le poids représenté par une couche de sable de 5 à 6 m d'épaisseur.

Les tubes ont un diamètre de 200 mm raccordés par éléments filetés de 1,50 m. Ils sont mis en place à partir d'une chambre de travail disposée perpendiculairement à la future galerie



Fig. 7 - Voûte de la station Auber : arcs composés d'éléments en béton armé articulés, plaqués au terrain par la mise en compression de vérins plats, dans l'élément de clef

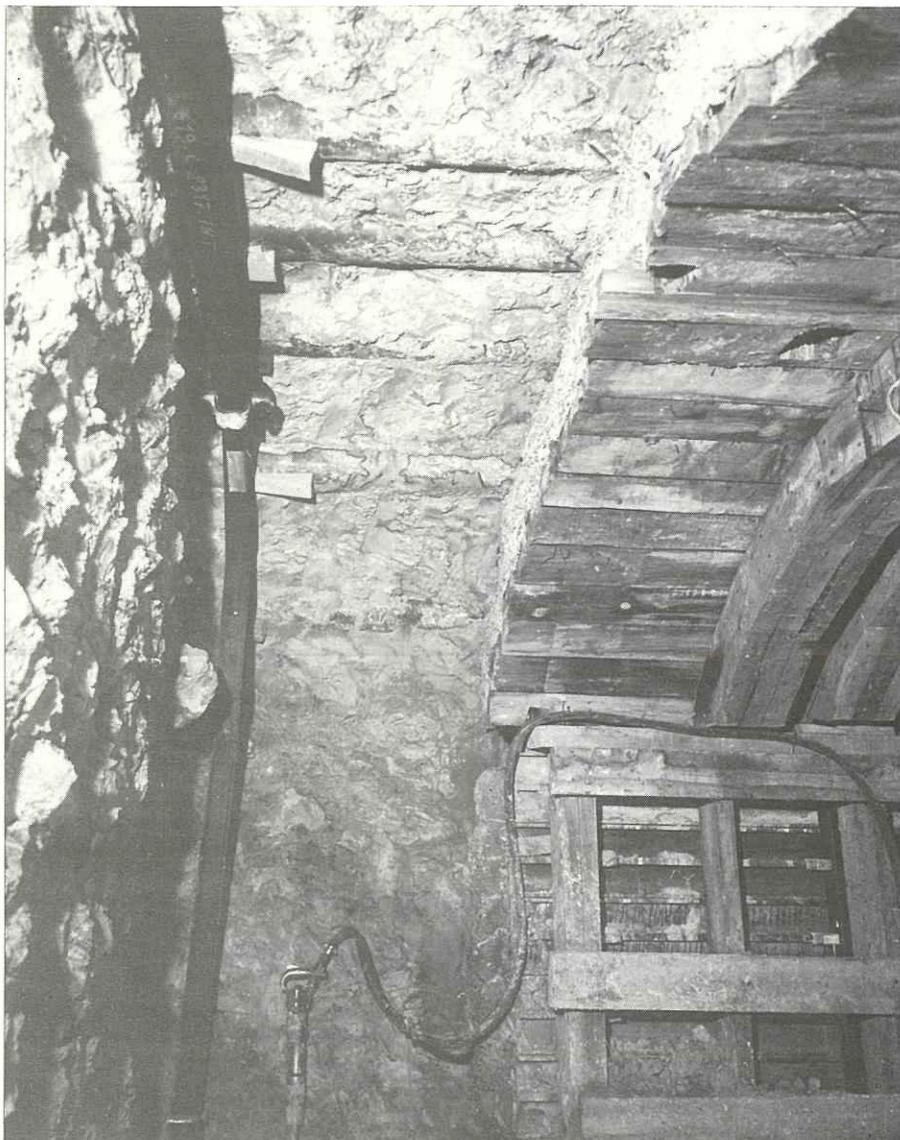


Fig. 8 - Protection par voûte de tubes métalliques.

au niveau du toit de celle-ci. La distance entre tubes en projection horizontale est de 0,50 m, ce qui représente 15 à 18 tubes par tunnel à protéger.

Les tubes pénètrent dans les sables, entraînés par une sondeuse hydraulique spéciale capable de développer un couple élevé de 2 000 m.kg et sont lubrifiés par un coulis de bentonite-ciment. Ce coulis, qui fait prise après fonçage des tubes, assure le scellement au terrain.

Une très grande précision est nécessaire pour maintenir la direction des tubes et l'écartement entre ceux-ci.

Elle a toujours été inférieure à 0,5 % grâce à la rigueur du positionnement de la machine et la forte inertie des tubes.

L'attaque à partir de chambres de travail implantées tous les 40 m permet de mettre les tubes en place d'une façon continue avant tout creusement du tunnel. Pour augmenter l'écartement entre ces chambres, dont la construction entraîne des frais élevés, il est envisagé de forer des tubes à une distance supérieure à 25 m. Des essais ont été tentés à 40 m qui n'ont pas été suffisamment expérimentés pour déterminer l'optimisation du coût de l'opération.

L'excavation est réalisée à pleine section en toute sécurité en disposant des cintres récupérables tous les 1,60 m. Le dernier cintre posé est à une distance de l'extrémité des tubes telle que la portance soit suffisante pour que le front de taille en talus naturel soit stable ou du moins n'ait pas à supporter d'efforts anormaux susceptibles de causer des décompressions en toit.

Avant la construction du revêtement définitif, les parois de l'excavation sont protégées contre l'altération par un enduit de béton projeté.

Trois cents mètres de tunnels ont été ainsi protégés, facilitant l'excavation dans des terrains sableux pulvérulents. Cette technique a donné le maximum de sécurité pour la protection des immeubles.

Injections de compensation

Les techniques exposées jusqu'ici sont des méthodes préventives destinées à éviter ou limiter les perturbations provoquées par l'ouverture d'une excavation dans les conditions de stabilité naturelle du massif environnant.

Dans certains cas où la nature du terrain ne conduit pas à prévoir une consolidation ou un soutènement systématique, il peut être fait appel à la technique des injections de compensation dès que les tassements de surface dépassent la limite de sécurité.

Cette technique consiste à injecter du coulis d'argile-ciment sous une couche de terrain imperméable ou rendue imperméable à ce coulis en vue de provoquer un soulèvement localisé à l'emplacement de la zone ayant tassé.

L'exécution des injections est délicate car elle doit être conduite à partir d'un certain nombre de forages tubés et équipés de manchettes au niveau du contact. La répartition du coulis injecté sur chaque forage en phases successives et en quantités limitées doit être programmée en relation avec les mesures effectuées sur l'ensemble des repères de surface disposés sur toute la zone à soulever.

La RATP a fait procéder au cours de la construction de ses lignes souter-

raines à des injections de compensation en plusieurs points où le tassement des immeubles était supérieur à 15 ou 20 mm, d'abord pour stabiliser le mouvement, ensuite pour remonter les immeubles à leur position initiale. Dans certains cas même, un pré-soulèvement de la même amplitude que le tassement envisagé au cours de la construction de l'ouvrage permettait d'avoir un crédit suffisant pour prévenir tout dommage aux constructions existantes. Disposer dans les zones instables un réseau de forages équipés de tubes à manchettes en vue de procéder à des injections de compensation est un investissement qui peut être assimilé à une prime d'assurance sur les dommages immobiliers, que ces tubes soient ou ne soient pas injectés.

A proximité de la place de la Nation, plusieurs groupes d'immeubles ont été remis à niveau en injectant au contact des sables de Beauchamp avec les calcaires de Saint-Ouen. Ceux-ci avaient été préalablement injectés pour constituer un toit.

Dans le secteur de l'Opéra autour de la station « Auber » du métro régional, les injections de compensation ont permis de maintenir la stabilité de certains immeubles sensibles aux déformations.

Le théâtre de l'Opéra lui-même a été mis en observation et quelques millimètres de tassements ont été récupérés par injection au contact des alluvions et des marno-calcaires.

Cette technique est parfaitement accessible, mais elle demande beaucoup de soin et de maîtrise pour compenser en temps opportun l'amorce d'un phénomène nuisible.

Injection du contact revêtement-terrain

Quelles que soient les précautions prises pour empêcher que le terrain ne se décomprime au moment de l'ouverture d'une cavité, il est essentiel que le revêtement de l'ouvrage souterrain intervienne rapidement dans la stabilité de la masse, c'est-à-dire qu'il soit collé au terrain sans discontinuité dans le temps ni dans l'espace.

C'est la raison des injections de contact revêtement-terrain par un mortier de sable-ciment, généralement suivi d'un clavage au coulis de ciment.

Dans le cas d'un revêtement coulé en place, ces injections doivent être exécutées le plus tôt possible après le décoffrage, obturant ainsi les vides pouvant exister près du revêtement et assurant de surcroît une recompression supplémentaire des terrains supérieurs.

Un autre cas est celui des boucliers ou des machines à forer équipées de bouclier dont l'utilisation est de plus en plus répandue en raison des performances qu'elles permettent dans la construction de tunnels circulaires.

Le vide annulaire créé par l'avancement du bouclier, d'un diamètre supérieur à celui du revêtement, doit être immédiatement comblé pour rétablir la butée du terrain et éviter la déformation des anneaux.

Une solution classique consiste à remplir le vide de gravette au fur et à mesure de l'avancement avant de procéder à la cimentation.

La mise au point de coulis spéciaux thixotropiques, dont les caractères essentiels sont une forte rigidité initiale au repos et une prise accélérée, permet de bloquer rapidement les éléments du revêtement au terrain.

Les tunneliers proposent différentes solutions pour mettre en place des voussoirs directement au contact du terrain. Calweld a réalisé à San Francisco un chantier sur lequel des voussoirs en 3 éléments étaient mis en place par la machine et ensuite collés au terrain, ce qui évitait toute injection de bourrage par la suite.

Un ingénieur de la RATP a breveté une machine permettant de réaliser simultanément les 3 opérations essentielles : perforation, soutènement provisoire, mise en place du revêtement définitif.

Cette machine comprend 2 éléments cylindriques solidaires, l'un de diamètre égal au diamètre intérieur du revêtement définitif. L'espace annulaire est occupé par une poche en caoutchouc gonflée par un fluide. Derrière cette poche, au fur et à mesure de l'avancement, on injecte un béton qui refoule la poche et le fluide qu'elle contient.

Méthode autrichienne du béton projeté

Cette méthode est basée sur un principe fondamental : perturber le moins possible le terrain autour de l'excavation en projetant dès son ouverture du béton sur les parois de manière à bloquer le massif avant l'apparition des premiers effets de la décompression.

L'action de soutènement du béton projeté accéléré, légèrement ferrailé par treillis soudé, est amplifiée par la mise en œuvre du boulonnage et éventuellement de cintres légers dans les cas difficiles.

L'ensemble constitué par le revêtement et les ancrages permet donc au terrain de participer pour une grande part au soutènement du milieu, ceci en raison de la formation d'une voûte monolithique composée par le béton et le terrain.

Le facteur temps joue un rôle très important dans le processus de décompression, suivi des phénomènes de délatance et de dislocation. C'est pourquoi les chances de réussite seront d'autant plus grandes que la mise en place et la prise du béton projeté seront plus rapides.

Le domaine d'application de la nouvelle méthode autrichienne de construction des tunnels en site urbain est cependant limité. En effet, malgré sa grande souplesse d'utilisation, il n'est possible de la mettre en œuvre que dans les massifs très compacts ou dans certaines roches altérées. Ainsi ne peut-elle pas être utilisée lorsque les terrains ne présentent pas une cohésion suffisante pour permettre l'ouverture d'une excavation partielle assez grande ou lorsqu'ils sont soumis à une pression d'eau interne. La mise en œuvre et la bonne tenue du béton projeté imposent impérativement une réduction des pressions interstitielles de l'eau dans le massif. Cela sous-entend dans certains cas des traitements particuliers du terrain par drainage ou rabattement de la nappe, voire par injections.

C'est sa relative nouveauté et les restrictions pesant sur ses possibilités

d'application qui n'ont pas permis jusqu'à maintenant d'appliquer cette méthode en dehors de quelques essais sur les chantiers parisiens. Il n'est pas douteux toutefois que l'expérience des dernières années en Europe Centrale et dans les pays de langue allemande, n'incite les ingénieurs à retenir cette technique pour résoudre économiquement certaines phases de soutènement où les conditions géologiques y sont favorables. La mise en œuvre de cette méthode, qui nécessite en effet une bonne connaissance géologique et hydrogéologique ainsi qu'une identification géotechnique des terrains rencontrés résulte d'une étude théorique qui permet de donner les caractéristiques du soutènement, mais c'est surtout à partir d'observations faites pendant l'exécution des travaux que le soutènement optimum peut être déterminé.

Conclusion

La décompression des sols résultant de l'exécution d'excavations souterraines peut avoir des conséquences très graves sur l'environnement. C'est le cas de l'aménagement des nouvelles lignes de métro de Paris, où la RATP, soucieuse d'assurer le maximum de sécurité aux ouvrages existants, a développé les méthodes qui viennent d'être évoquées.

Ces techniques sont encore largement perfectibles, mais alliées à une grande vitesse d'avancement, laquelle tend à accroître la sécurité tout en favorisant une diminution des coûts, elles permettent de réaliser sans risque des ouvrages dans des terrains réputés jusqu'alors dangereux.

Amélioration des intercommunications SNCF-RATP à la gare de Paris-Saint-Lazare

Nous avons signalé à diverses reprises, et en particulier dans notre numéro de janvier-février 1974, les travaux exécutés à Saint-Lazare (lignes n^{os} 12 et 13) pour faciliter les intercommunications avec la gare SNCF.

Un article du numéro de février 1974 de la Revue Générale des Chemins de Fer, est consacré à l'ensemble des travaux effectués par la RATP et la SNCF; il est signé par MM. Lucien Lupiac, Directeur des Travaux Neufs

de la RATP et Raymond Champvillard, Ingénieur en chef, Chef de la division de l'Équipement de la région de Paris-Saint-Lazare de la SNCF.

Cet article, illustré de neuf figures, décrit les divers ouvrages réalisés et les modes d'exécution suivis, aussi bien sur les chantiers de la RATP que sur ceux de la SNCF. Il définit les partis adoptés pour la décoration, et donne les caractéristiques des escaliers mécaniques installés : 11 par la RATP et 15 par la SNCF.

Télécommunications et commande automatique de la ligne Est-Ouest du métro express régional

La Revue Générale des Chemins de Fer a publié, dans son numéro de février 1974, un article sur les télécommunications et la commande automatique de la ligne est-ouest du métro express régional. Cet important article de 18 pages illustré de 9 figures, est signé par MM. Pierre Genevoy, Henri Schwebel et Alain Chesnoy, de la Direction des travaux neufs de la RATP et M. Jean-Pierre Riff de la Direction des services techniques.

Le chapitre I de cet article décrit l'ensemble des équipements de télécommunications qui permettent entre exploitants, ou entre exploitants et voyageurs, l'échange d'informations parlées, écrites, visuelles ou phoniques.

Le chapitre II traite des télétransmissions qui relient au poste de commande centralisée d'exploitation (PCC - à Vincennes) l'ensemble des équipements commandés et contrôlés dans chacune des gares de la ligne.

Le chapitre III concerne le système d'identification des trains qui permet, au passage d'un train à proximité de balises d'identification, la transmission du numéro de ce train au poste de commande centralisée.

Enfin, le chapitre IV est relatif au système de commande automatique qui, constitué par un ensemble informatique complétant le PCC, exécute les tâches routinières des aiguilleurs.

Vues de travaux en cours

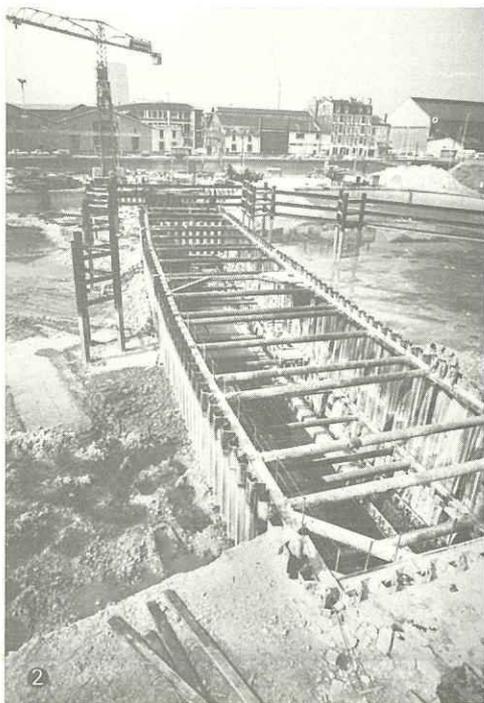
Ligne 13 — Prolongement à Basilique. Traversée du canal Saint-Denis.

1. — Vue du batardeau nord avant assèchement du canal.

2. — Vue du batardeau après assèchement du canal. Il est procédé tous les cinq ans par le service de la navigation à une mise hors d'eau du canal pour une durée de 30 jours afin de procéder aux opérations d'entretien. La Régie a planifié ses travaux de manière à profiter au maximum des facilités procurées par l'assèchement du canal.

Ligne 8

3. — Station Créteil Université.

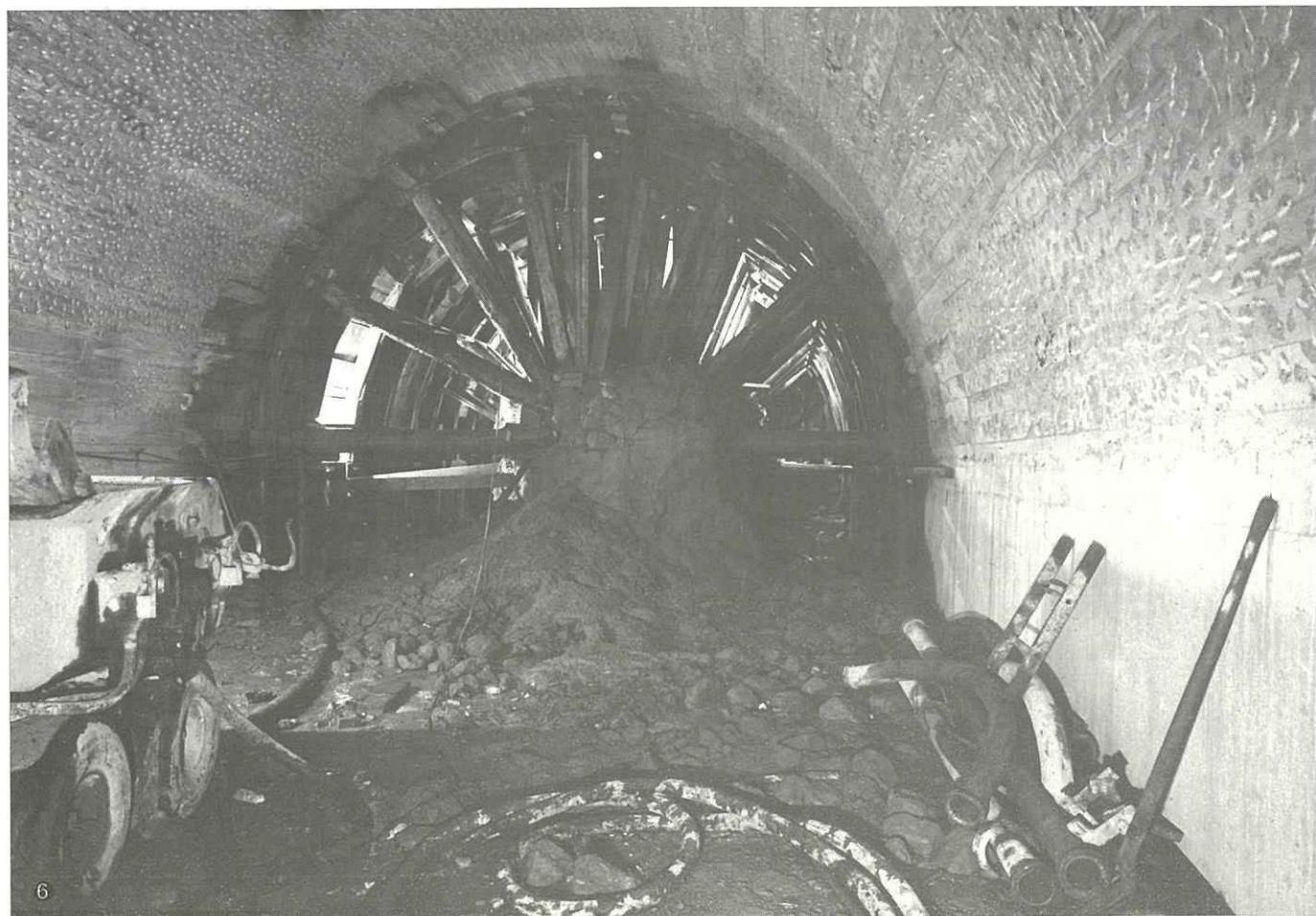


4. — Station Créteil Préfecture.

Métro régional (jonction Auber-Nation).

5. — Construction des piedroits du tunnel situé au droit de la station Châtelet, entre la rue des Colonnes et la rue de Turbigo.

6. — Construction d'une gaine de ventilation sous l'avenue Daumesnil.





Régie autonome des transports parisiens Conseil d'administration

Séance du 26 avril 1974

Le 26 avril, le Conseil d'administration a approuvé le schéma de principe du prolongement à Gennevilliers de la ligne n° 13 *bis*. Ce projet s'insère dans le remaniement d'ensemble des lignes n°s 13 et 14 qui permettra, en réalisant leur jonction entre Miromesnil et Invalides, puis en prolongeant cette nouvelle ligne, d'une part, vers Gennevilliers et Stains et, d'autre part, vers Châtillon, de créer dans l'ouest de Paris une transversale nord-sud à petit gabarit.

Il a également autorisé la tacite reconduction, pour une durée de 9 ans, à partir du 1^{er} juillet 1976, du contrat à effet du 1^{er} juillet 1967 passé avec la Régie publicitaire des Transports parisiens pour l'exploitation des supports publicitaires dépendant de la RATP.

Le Conseil a ensuite délibéré sur le projet de rapport au Ministre de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports pour l'exercice 1973.

Les comptes de la Régie pour l'exercice 1973 ont été examinés en vue de leur transmission au Ministre de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports et au Président du Conseil d'Administration du Syndicat des Transports parisiens. Ils font apparaître un solde créditeur du compte d'exploitation de 52,88 MF et un solde créditeur du compte de pertes et profits de 56,05 MF qui sera inscrit sous le titre « report à nouveau » au bilan de la Régie de 1974.

Approbation a été donnée aux propositions fixant le montant des subventions définitives à attribuer pour 1973 au Comité d'Entreprise et à la Fondation « Les Enfants du Métro » pour le fonctionnement des œuvres sociales.

Une décision du Conseil autorise, sous réserve de l'approbation ministérielle prévue par les textes en vigueur, de souscrire, pour un montant maximum de 2,4 MF, à l'augmentation du capital de la Société française d'études et de réalisations de transports urbains qui sera proposée à l'Assemblée générale extraordinaire de cette société en vue de porter son capital de 1,2 à 3,6 MF.

Programme d'installation d'escaliers mécaniques dans les stations du métro urbain

L'installation d'escaliers mécaniques dans les stations existantes du métro urbain est une opération très appréciée du public et vivement encouragée par les Pouvoirs publics.

Une augmentation spectaculaire du nombre de ces appareils élévateurs se trouve facilitée par les dispositions qui ont été essayées avec succès ces dernières années : les appareils protégés contre les intempéries pouvant aboutir

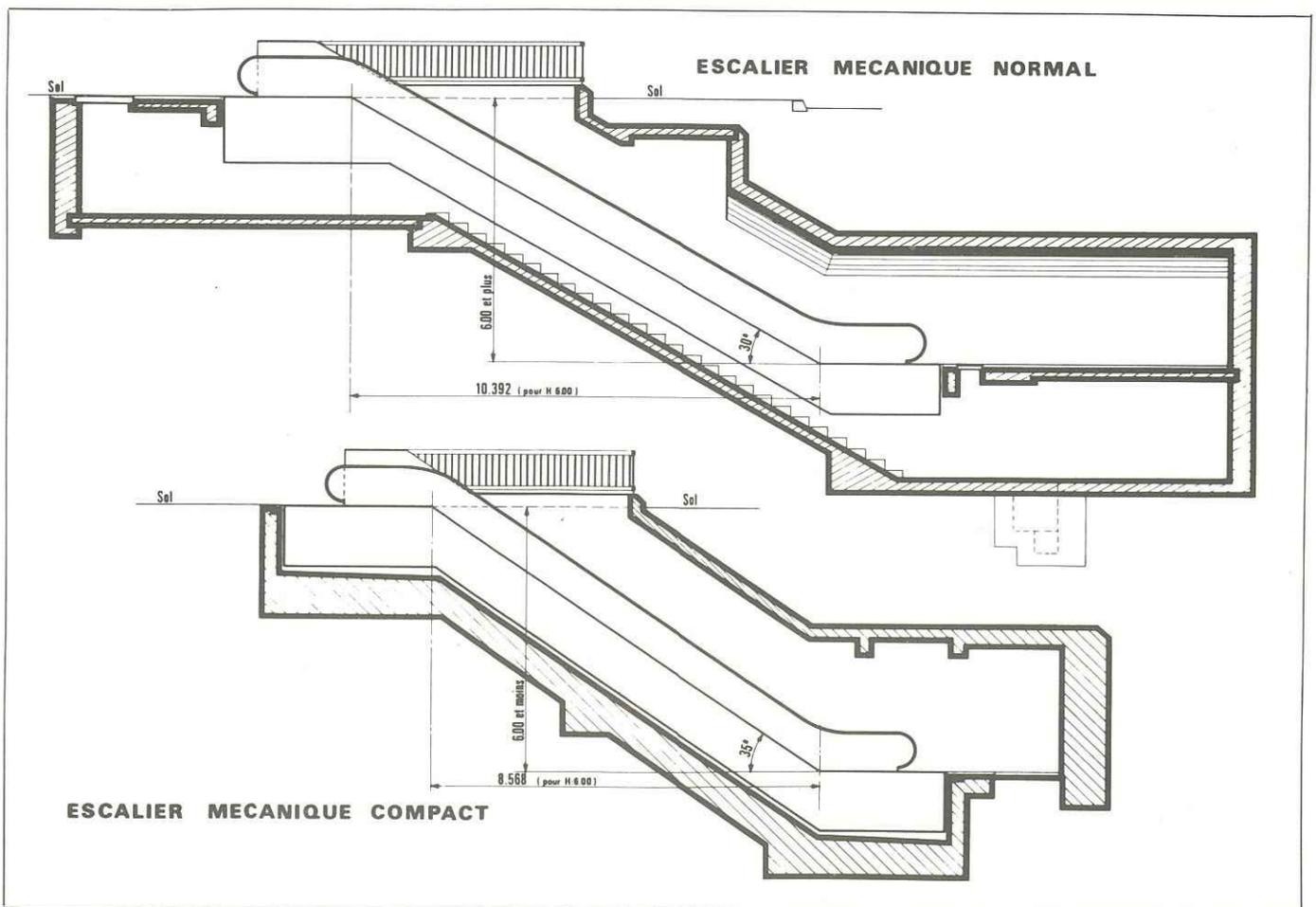
au niveau du sol sans être abrités (installés depuis 1966) et les appareils compacts dont le premier a été mis en service en février 1973 à « Faidherbe-Chaligny ».

Rappelons que les escaliers mécaniques « normaux » de type « mi-lourd », qui continueront à être installés pour les dénivellations allant de 6 à 13 m, ont une inclinaison de 30°, une largeur des marches de 1 m et une largeur hors tout de 1,70 m ; leur groupe moto-réducteur d'entraînement est généralement installé dans un local de machinerie ménagé sous le palier supérieur ; le mécanisme est accessible également par un local de machinerie inférieure et par des gaines de visites encadrant l'appareil.

L'escalier mécanique compact, qui peut déboucher à l'air libre, a l'avantage de pouvoir être installé avec des travaux de faible importance, par

exemple en emprise dans des escaliers fixes existants ; il ne nécessite ni locaux de machinerie, ni couloirs de visite, le mécanisme étant accessible par des trappes des paliers. L'inclinaison de cet appareil est de 35° pour faciliter son implantation dans des gaines existantes et réduire au maximum les refouillements ; la largeur des marches est de 0,90 m, la largeur hors tout étant de 1,50 m ; la vitesse de la bande des marches, du même ordre, que celle des escaliers normaux, sera comprise entre 0,50 et 0,60 m/sec. Les escaliers compacts ne seront utilisés en principe que pour les dénivellations inférieures ou égales à 6 m.

La Régie a obtenu des constructeurs de ces appareils une réalisation robuste et fiable afin d'avoir le taux d'immobilisation le plus réduit pour l'entretien et les incidents. Un premier marché portant sur une tranche de 100 appareils a été passé en 1972 avec la



société « Constructions navales et industrielles de la Méditerranée » (CNIM).

Préparation du programme de mécanisation

Pour comparer l'intérêt respectif de la mécanisation des diverses dénivellations existantes, on considère le « moment de trafic » de chaque escalier, produit de la dénivellée par le nombre de milliers de voyageurs montants par jour ouvrable. Actuellement, le moment total des escaliers de sortie est 36 450 dont 25,6 % étaient mécanisés à la fin de 1973 ; pour des escaliers de correspondance, les chiffres étaient de 11 850 et 19,3 %. Pour l'ensemble des escaliers, le taux de mécanisation était de 24,2 à fin 1973.

Le taux maximal de mécanisation, excluant la mécanisation des très faibles dénivellées et celles nécessitant des remaniements d'accès coûteux, est estimé à 55 %. L'objectif que la Régie s'est fixé à l'horizon 1978 est un taux voisin de 44 %, les opérations élémentaires étant engagées en suivant l'ordre décroissant des moments de trafic ; ce classement sera modulé suivant l'avancement des études, les possibilités de réalisation et la rentabilité de l'installation.

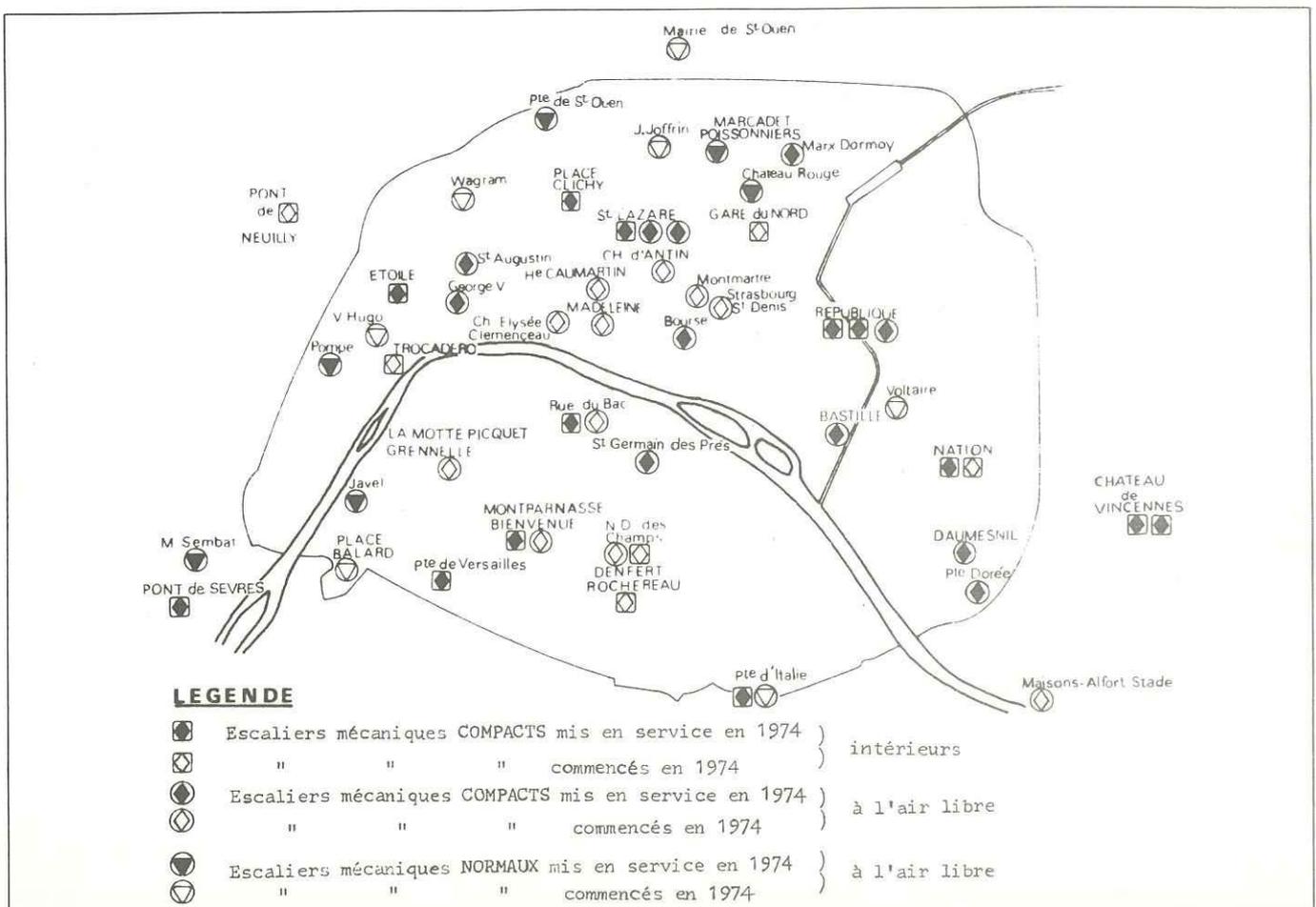
Le programme doit comprendre pour les 5 années 1974 à 1978, en dehors des équipements des prolongements de la ligne, la mise en service d'environ 40 escaliers mécaniques normaux et 115 escaliers mécaniques compacts. Ces appareils se répartissent entre des sorties à l'air libre, des escaliers de sortie entre le niveau des quais et celui de la salle de recettes et des escaliers assurant des correspondances.

Au cours de l'année 1973, au titre des différents programmes, la Régie a mis en service 25 escaliers mécaniques normaux et 8 appareils compacts, améliorant ainsi de 5,13 % le taux de mécanisation général.

De plus, sur le programme 1973, la construction de 6 appareils normaux et 11 appareils compacts a été lancée, pour une mise en service en 1974.

Pour 1974, il est prévu d'entreprendre l'installation de :

- 28 appareils compacts dont 13 seront en service en 1974 et 15 en 1975 ;
- 7 appareils normaux à mettre en service en 1975.



Implantation des escaliers mécaniques à mettre en service et à commencer en 1974.

Mise en service d'un couloir de sortie avec escalier mécanique à la station Montparnasse Bienvenüe

Au début d'avril 1974 a été mis en service le couloir de sortie complétant les accès des lignes n^{os} 6 et 14, place Bienvenüe pour assurer la traversée de l'avenue du Maine.

Autrefois un tel couloir existait déjà, débouchant dans la salle de recettes sous la place Bienvenüe. L'établissement du passage souterrain pour voitures le long de l'avenue du Maine avait rendu sa reconstruction nécessaire, d'autant que la présence de la trémie du passage souterrain rend impossible la traversée à niveau. Le couloir passant sous la trémie est complété par un escalier, doublé par un escalier mécanique montant qui amène les voyageurs sortant au niveau de la rue de l'Arrivée (chaussée au niveau ancien longeant les immeubles); les escaliers débouchent dans un passage public pour piétons, construit le long du passage pour voitures et réunissant la chaussée ancienne de la rue de l'Arrivée aux sous-sols de la tour, en passant sous les chaussées nouvelles de cette voie qui prolongent le Boulevard de Vaugirard.

Application du système des départs programmés sur la ligne n° 3

Le 22 avril 1974, le système des départs programmés automatiques (DPA) a été mis en service sur la ligne n° 3, exploitée depuis juillet 1973 avec pilotage automatique. Ce système est identique à celui qui a été appliqué, à la fin de 1973, sur la ligne n° 4, et qui a fait l'objet d'articles du bulletin de Nov-Déc. 1973 et Jan-Fév. 1974.

Actuellement trois lignes sont exploitées avec le départ programmé automatique (L 1, 3 et 4) et cinq lignes avec le « départ programmé affiché »

(L. 2, 5, 7, 9 et 12). Deux lignes sont en cours d'équipement (L. 6 et 8).

Les orientations pour le renouvellement du matériel roulant du métro

Dans le cadre du plan d'entreprise de la Régie, une étude a été faite sur l'utilisation et l'affectation optimales du parc de matériel moderne du métro urbain; à la suite de cette étude, des orientations nouvelles ont été adoptées.

L'élimination du matériel à équipement Sprague-Thomson, construit de 1908 à 1938, devrait avoir lieu vers la fin de 1980; à ce moment, le parc du matériel comprendrait les types de construction suivants :

- le matériel articulé construit en 1951-53, qui sera en service sur la ligne n° 10; ce matériel aura pu être modernisé et modifié pour permettre la conduite à un agent;
- le matériel sur pneumatiques qui, en plus des lignes n^{os} 11, 1, 4, 6 pourrait également équiper la ligne n° 2;
- le matériel MF 67, matériel fer moderne de 1^{re} génération, qui roulera sur les lignes n^{os} 3 et 7 (toutes deux en service), 9, 12 et 5 :
 - lignes n^{os} 3, 7 et 9, matériel MF 67 A à D avec freinage rhéostatique (fin des livraisons mi-1975);
 - lignes n^{os} 12 et 5, matériel MF 67 E et F avec freinage à récupération type JHR (107 trains à livrer entre décembre 1974 et mi-1977);
- le matériel MF 77, matériel fer moderne de 2^{ème} génération, qui roulerait essentiellement sur les lignes n^{os} 8 et 13/14.

Ce dernier type, qui portera sur 200 trains environ, sera commandé en 1975 et ses livraisons débiteront en 1977; il comportera de nombreux perfectionnements qui ont été expérimentés sur des trains MF 67; il aura, en particulier, un équipement de traction

« bi-vitesse » assurant une marche optimale à la fois sur les parties urbaines des lignes à courtes interstations et sur les prolongements à plus grandes interstations, qui constitueront une caractéristique des lignes 8 et 13/14. En outre, cet équipement, à récupération, sera vraisemblablement du modèle à KESAR (à hacheurs de courant) qui permet une économie de 30% sur la consommation de courant (15% seulement pour le JHR).

★

Les décisions récentes qui ont été prises touchent l'utilisation provisoire du matériel MF 67 E et F avant leur affectation définitive aux lignes n^{os} 12 et 5; il serait pendant quelques années (75 à 77-78) mis en service sur les lignes n^{os} 7 et 10).

Ces orientations résultent de considérations diverses dont certaines sont particulièrement impérieuses :

a) Il y a avantage, pour l'image de marque de la Régie, à faire circuler du matériel neuf sur des lignes qui font l'objet d'extensions successives en banlieue (13, 14 et 8) ou dans Paris (jonction 13/14), le passage de trains démodés dans des stations très modernes est, en effet, peu souhaitable.

Il est également souhaitable, sur la ligne n° 13, de remplacer par du matériel plus moderne le matériel articulé dont le parc deviendra insuffisant dès le prolongement de la ligne à Saint-Denis.

b) Le matériel fer moderne de 2^{ème} génération pourra sans inconvénients être garé à l'extérieur dans les nouveaux terminus de banlieue, alors que le matériel ancien, mal protégé contre la pluie, exige des abris nombreux et disgracieux.

c) Le pilotage automatique, qui peut équiper le matériel moderne, permet d'exploiter les lignes avec un seul agent à bord des trains; cet avantage sera très important sur la ligne n° 8 sur laquelle le terminus Balard, comme tous ceux du sud-ouest de Paris, est très déficitaire en personnel par suite des difficultés de logement (cette raison a déjà fait hâter l'application du pilotage automatique sur la ligne n° 9).

d) Enfin, le pilotage automatique est compatible avec une nouvelle signalisation permettant des intervalles ré-

duits, de l'ordre de 80 s (signalisation sans section tampon adaptée à l'intervalle (1)). Il permet, en outre, de mieux régulariser la marche des trains et de rapprocher ainsi la capacité de transport pratique de sa valeur théorique.

Ce dernier avantage a été déterminant pour ce qui concerne la ligne 13/14 dont la jonction se fera au début de 1977. En effet, la Régie dispose maintenant d'un modèle de prévision de trafic sur ordinateur qui permet d'évaluer avec une marge d'erreur réduite les trafics futurs. Ce nouvel outil de travail a montré que la charge de la ligne 13/14 serait plus importante qu'il n'était prévu auparavant, cet accroissement se faisant aux dépens de la ligne n° 12 dont le trafic baissera sensiblement. Il est donc indispensable de doter les lignes 13, 14 puis 13/14 de tous les moyens permettant une augmentation très forte de la capacité de transport sans surcharge des trains.

Le matériel MF 67 E et F livré entre le début 1975 et mi-77 (107 trains) sera donc affecté provisoirement comme suit :

- ligne n° 13 (jusqu'à Basilique) : 27 trains (équipement total) ;
- ligne n° 8 : 25 trains (équipement partiel pour les rames garat à Balard) ;
- Ligne n° 10 : 4 trains en complément du matériel articulé ;
- Ligne n° 7 : 9 trains pour renforcement du service avec une exploitation à 80 s d'intervalle (avec signalisation nouvelle).

(1) Rappelons que la signalisation à section tampon appliquée au métro de Paris comporte l'apparition derrière un train de deux feux rouges.

Équipement de contrôle des moteurs de traction JHR permettant le freinage par récupération

Le Bulletin a relaté en son temps l'expérimentation satisfaisante sur le matériel roulant du métro d'un équipe-

ment de traction de commande électronique KESAR, permettant le contrôle, « sans perte », des moteurs de traction et le freinage par récupération. Outre ce premier prototype, de construction Jeumont-Schneider, qui a fait place à un train complet actuellement en service normal sur la ligne n° 1, et deux autres voitures prototypes KESAR de constructions respectives CEM-Oerlikon (en service sur la ligne n° 1) et Alsthom (en service sur la ligne n° 7), la Régie a également mis en service, sur la ligne n° 3, dès le

printemps 1972, une motrice du matériel MF 67, à bogies monomoteurs, modifiée pour permettre le freinage par récupération suivant un procédé de la Société Jeumont-Schneider. Ce nouvel équipement, dit JHR, conserve essentiellement les contacteurs — mus par un arbre à cames à commande électrique — et les résistances du système classique JH à freinage rhéostatique et comporte en plus un dispositif, composé principalement d'éléments électroniques, qui permet le freinage par récupération.

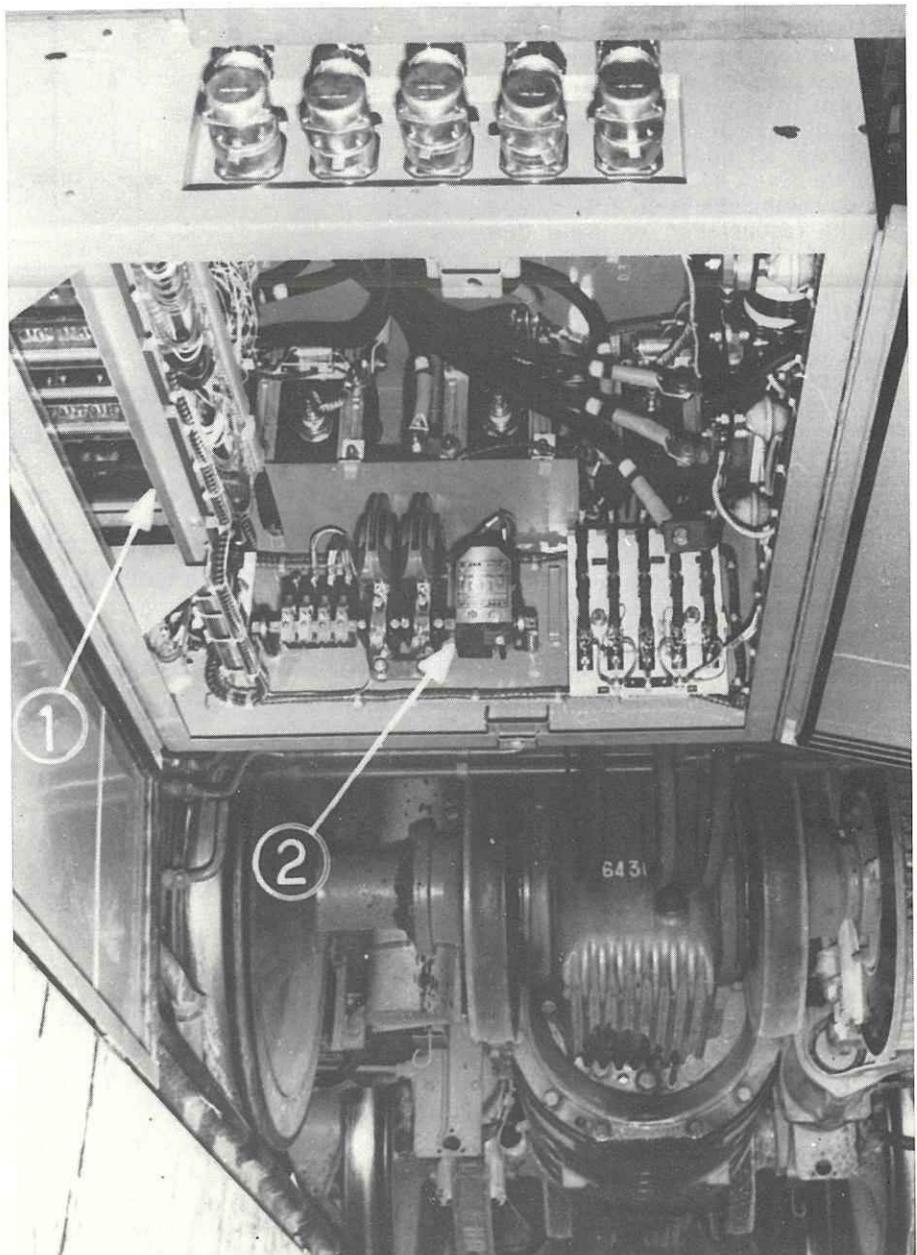


Fig. 1 - Coffre de l'appareillage de récupération.

L'économie d'énergie que permet l'équipement JHR est sensiblement moitié de celle qu'offre un équipement KESAR, soit 15% environ, mais le prix en est sensiblement moindre, en sorte qu'en considération de cette seule économie d'énergie le JHR a pu être estimé plus avantageux, et c'est ainsi qu'il a été choisi pour les deux dernières commandes (1973 et 1974) de matériels types MF 67 E et MF 67 F (539 voitures dont 325 motrices) et qu'il a été adopté pour le matériel futur du métro de Marseille.

La motrice modifiée (sans loge) ne diffère pas, extérieurement, des autres motrices sans loge de la ligne n° 3, les organes supplémentaires ont pu être disposés dans un coffre à l'emplacement du groupe moto-compresseur la figure p. 33 montre, vue de dessous le coffre ouvert avec en 1, l'électronique de commande et en 2, le contacteur de récupération en série CFR.

Le schéma ci-contre montre la disposition des organes en freinage par récupération, on y voit les deux moteurs 1 et 2 excités séparément, ces moteurs travaillant en génératrices, d'abord en parallèle (contacteur CFR ouvert) puis en série lorsque le CFR est fermé.

La régulation consiste à ajuster à tout instant l'excitation des moteurs travaillant en génératrices, concurrentement avec un déplacement de l'arbre à cames, agissant sur les résistances, de façon que le couple de freinage (quotient de la puissance par la vitesse) reste égal à la valeur commandée par le manipulateur ou le pilote automatique : la transition parallèle-série intervient automatiquement, vers 40 km/h, lorsque la valeur de cette excitation dépasse un seuil donné.

Naturellement le système comporte un dispositif de conjugaison avec le frein pneumatique qui fait que ce dernier intervient automatiquement pour réaliser le degré de défaillance, éventuel ou normal, du freinage électrique.

Ainsi se trouve enfin résolu le problème du freinage par récupération avec un équipement à résistances qui, depuis plus de 40 années, a suscité des recherches et expérimentations sans succès.

Dans le cadre des mesures touchant l'économie de l'énergie, il a été décidé de généraliser le système à récupération JHR sur tout le matériel moderne,

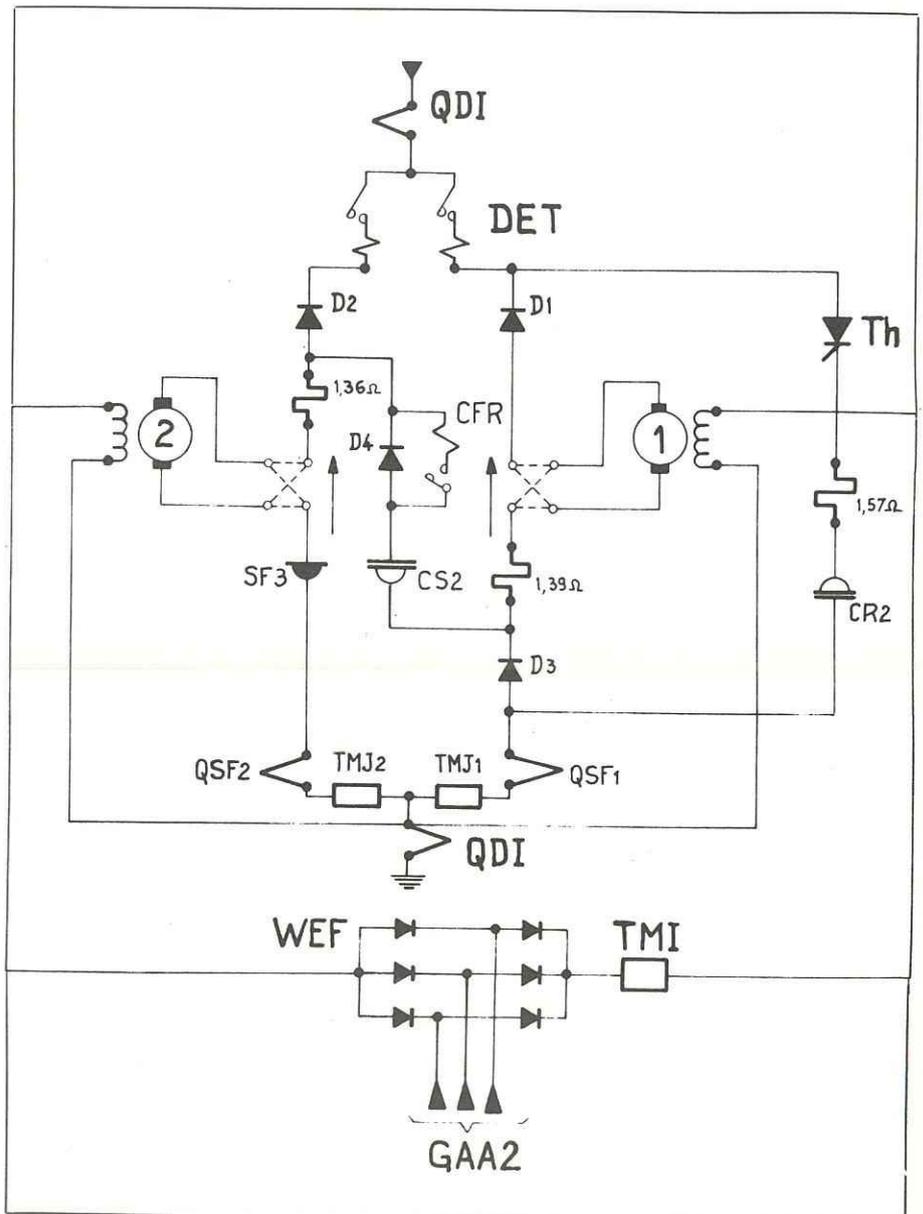


Fig. 2 - Schéma de l'équipement JHR en position de freinage avec récupération. (Ce schéma est donné pour montrer l'utilisation complémentaire d'organes classiques et électroniques).
 DET - Disjoncteur double.
 CFR - Contacteur électro magnétique de récupération en série.
 CR₂, CS₂, SF₃ - Contacteurs mus par l'arbre à cames.
 D₁, D₂, D₃, D₄ - Diodes.
 Th - Thyristor (redresseur commandé) de limitation de surtension.

actuellement à freinage rhéostatique : matériel MF 67 A à D en service sur les lignes n° 3, 7, et qui le sera sur la ligne n° 9, et matériel du métro régional.

Par ailleurs, comme on l'a vu dans l'article précédent, il est envisagé d'équiper d'un KESAR le matériel fer moderne de 2^e génération.

Automatisation de la commande des postes haute tension

La modernisation du système d'alimentation en énergie électrique des réseaux de la Régie, entreprise en 1958 et terminée vers 1968, comportait l'alimentation des postes de redressement de traction et des postes d'« éclairage-force » des stations par quatre postes haute tension (PHT) répartis dans Paris : Montessuy, Lamarck, Père-Lachaise et Denfert.

Chacun de ces postes, alimenté par deux câbles 63 kV venant de postes EDF, comprend deux transformateurs 63/15 kV alimentant eux-mêmes en 15 kV des « ponts traction » et des « ponts éclairage-force » sur lesquels sont branchés les départs individuels des postes de redressement et les départs des artères vers les postes d'« éclairage-force » des stations.

Nous avons signalé (septembre-octobre 1973) que la puissance de certains des PHT serait renforcée, qu'un nouveau poste à 225 kV compléterait celui de Père-Lachaise et que deux nouveaux postes 225 kV devaient être créés au nord et au sud de Paris.

La commande des divers disjoncteurs d'un PHT s'effectuait, depuis leur création, à partir d'une salle de commande établie au 4^e étage du poste, comprenant des tableaux de contrôle optique et des pupitres; les différents appareils de commande et de contrôle équipant tableaux et pupitres sont reliés par fils aux divers disjoncteurs à commander.

Ces dernières années, il est apparu qu'il serait intéressant de concentrer dans un poste de commande unique (PCE), la commande de l'ensemble des PHT de la Régie. Cette concentration, rendue aisée par les progrès des systèmes de télécommande-télémesure et les possibilités de miniaturisation des appareillages, est d'autant plus avantageuse que le nombre des PHT commandés doit passer de 4 à 7.

Mise en service du PCE

Le nouveau poste de commande de la distribution d'énergie (PCE) a été installé dans l'immeuble du boulevard Bourdon qui abrite déjà le poste de commande et contrôle centralisés de l'exploitation des lignes du réseau ferré (PCC). Les salles du PCE et du PCC sont contiguës et communiquent entre elles.

Les 2 et 8 avril 1974, a eu lieu la mise en service de la partie du PCE correspondant au PHT Lamarck, dont la commande s'effectue désormais à partir de ce poste central. Les organes de commande et de mesure correspondant à un PHT sont réunis, d'une part, sur un pupitre, qui groupe toutes les commandes « traction » (départs vers les postes de redressement), d'autre part sur un tableau de contrôle optique muni de boutons et d'interrupteurs « tournez-poussez » lumineux; ce tableau de commande-contrôle comprend les organes de commande :

- des départs des artères à « éclairage-force »;
- des disjoncteurs correspondant aux « sources » du courant alimentant les ponts (arrivées 63 kV, liaisons de secours 15 kV entre PHT, protection générale 15 kV au secondaire des deux transformateurs d'un poste, ponts traction et ponts d'« éclairage-force »).

Il reste à terminer, pour le PHT Lamarck, la télécommande du groupe électrogène de secours de l'éclairage qui existe dans chacun des postes.

Phases ultérieures d'équipement du PCE

Actuellement, les travaux de raccordement du PHT Denfert au PCE ont été

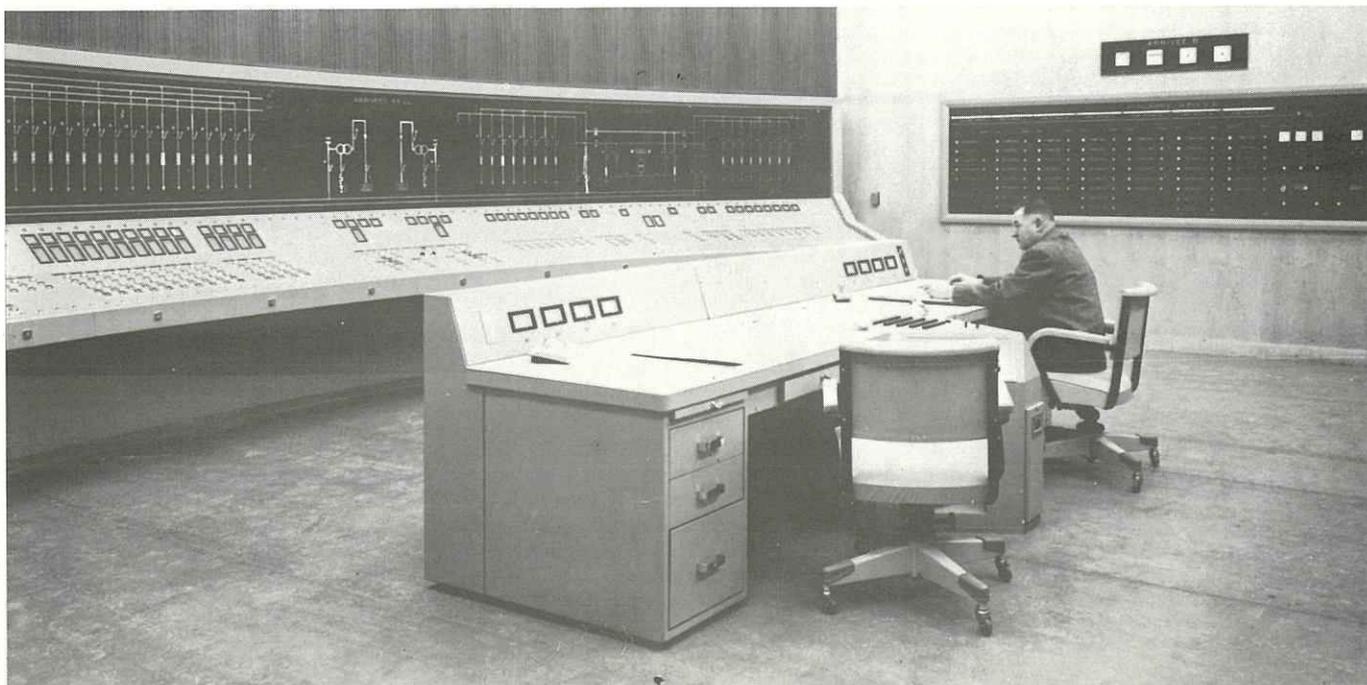
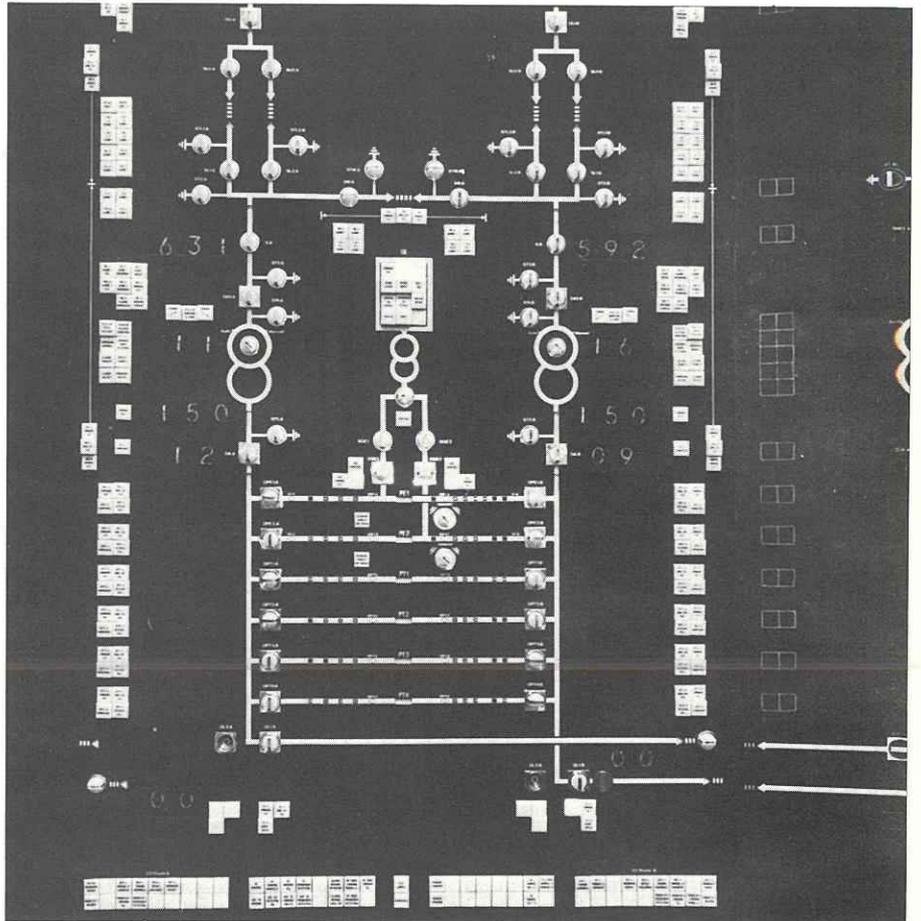


Fig. 3 - Salle de commande primitive d'un poste haute tension (1963).

entrepris, les postes de Père Lachaise et Montessuy vont suivre. Après rattachement de tous les postes en service, il est prévu une deuxième phase d'équipement comprenant l'installation d'un ordinateur qui aidera l'équipe exploitante à prendre ses décisions ; ce ordinateur recevra la télé-mesure des courants de tous les câbles d'arrivée et de départ, il affichera les mesures intéressantes pour l'exploitant, déclenchera des signaux d'alarme en cas de surintensité et assurera tous les calculs et enregistrements nécessaires pour le contrôle global de l'exploitation.

Une autre partie de l'équipement du PCE concernera l'automatisation des artères d'« éclairage-force ». Chaque artère va d'un PHT à un autre en passant par un certain nombre de postes d'« éclairage-force » de station, des interruptions étant obtenues sur le parcours de l'artère, constituée ainsi en sections mises en série par des interrupteurs qui seront motorisés et qui existent dans chacun des postes ; chaque artère est doublée pour assurer une alimentation dédoublée de chaque poste de station.

Pour l'isolement des sections défectueuses, l'équipement prévu permettra la détection des sections d'artères éventuellement affectées d'un « défaut à la terre » et la télécommande des interrupteurs des postes de station.



Le réseau des câbles du péage automatique du métro urbain

Dans le système de péage automatique qui équipe le métro urbain le traitement informatique des billets émis ou contrôlés dans les stations est centralisé dans l'immeuble Crillon (boulevard Bourdon); on a voulu éviter la dispersion de petits centres d'informatique dans les 272 stations du réseau.

Cette configuration a nécessité l'établissement d'un réseau de câbles spécialisés reliant les stations au poste central. Chaque appareil de passage automatique de contrôle est relié au poste central par une paire de fils;

chaque appareil distributeur de billets codés, qui sera prochainement installé dans chaque bureau de station, sera réuni au poste central par deux paires de fils.

Ce réseau de câbles, le plus important jamais réalisé par la Régie en une seule opération, représente environ 32 000 km de circuits à 2 fils comportant plus de 300 000 points de connexion.

Il est à noter que cette opération a donné l'occasion de faire appel à des techniques originales, notamment celles des connexions, assurant un taux de malfaçons extrêmement faible.

Le réseau est constitué par 246 km de câbles dont la capacité s'étend de 14 à 448 paires, répondant à la spécification RATP K 13 A; ces câbles sont posés le long des lignes du métro, à l'exception d'une canalisation multi-

tubulaire sous voie publique de 220 m entre l'immeuble Crillon et la sous-station Bastille.

Le réseau partant du répartiteur central, comprend six « artères de transport » aboutissant à sept « armoires frontières »; des « artères de distribution » partent de ces armoires et sont raccordées par des « manchons d'éclatement » aux « câbles dérivés » (de 14 à 56 paires) propres à chaque station; au total 4 600 circuits ont été constitués.

On a décidé, pour les raccordements, d'abandonner la méthode traditionnelle des connexions soudées, dont la fiabilité à l'exécution paraissait insuffisante. De nombreuses méthodes ont été essayées, après enquêtes auprès des principaux utilisateurs. Trois procédés ont été utilisés :

- le connecteur « Picabond » pour les jonctions de câbles et dérivations :

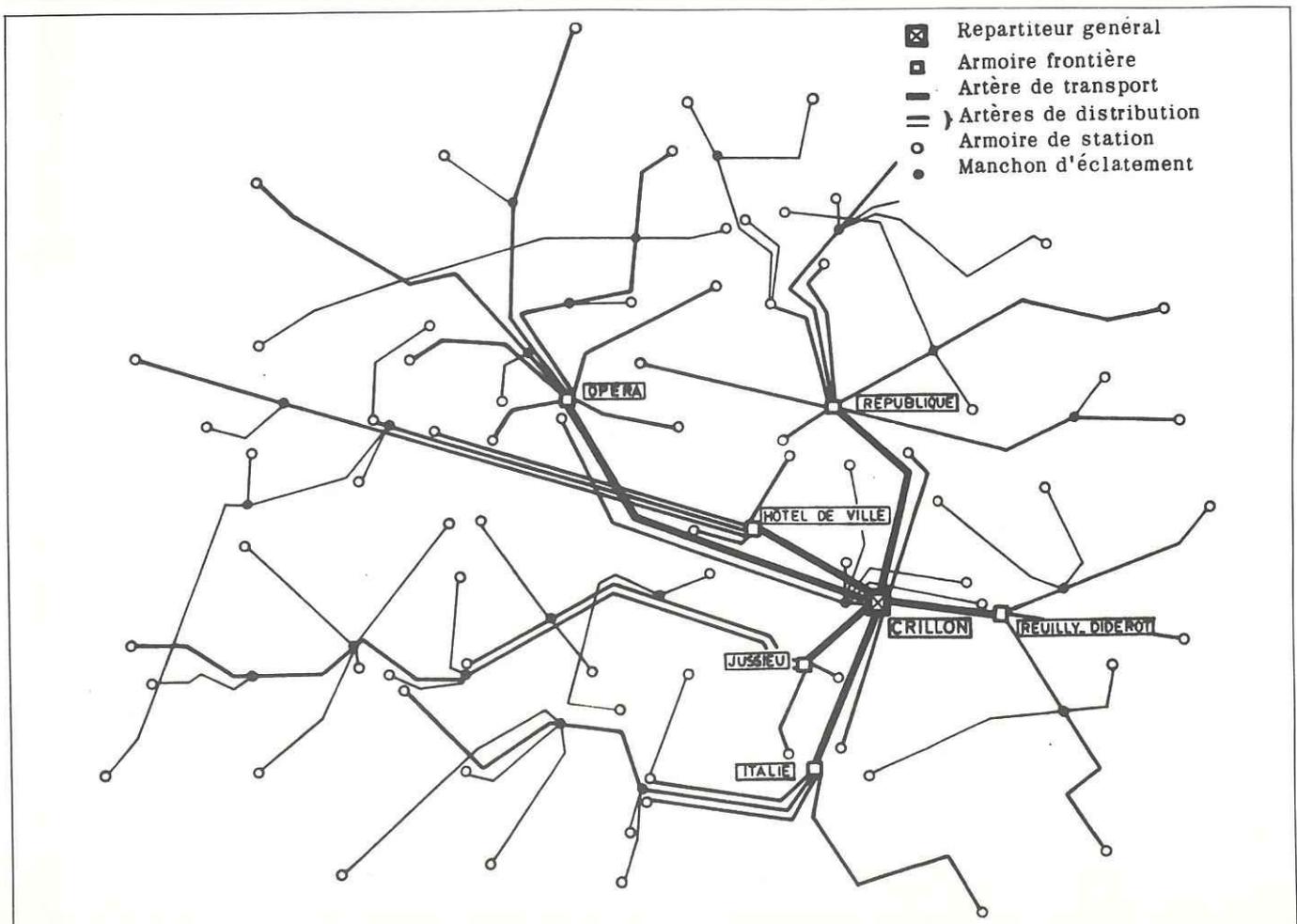
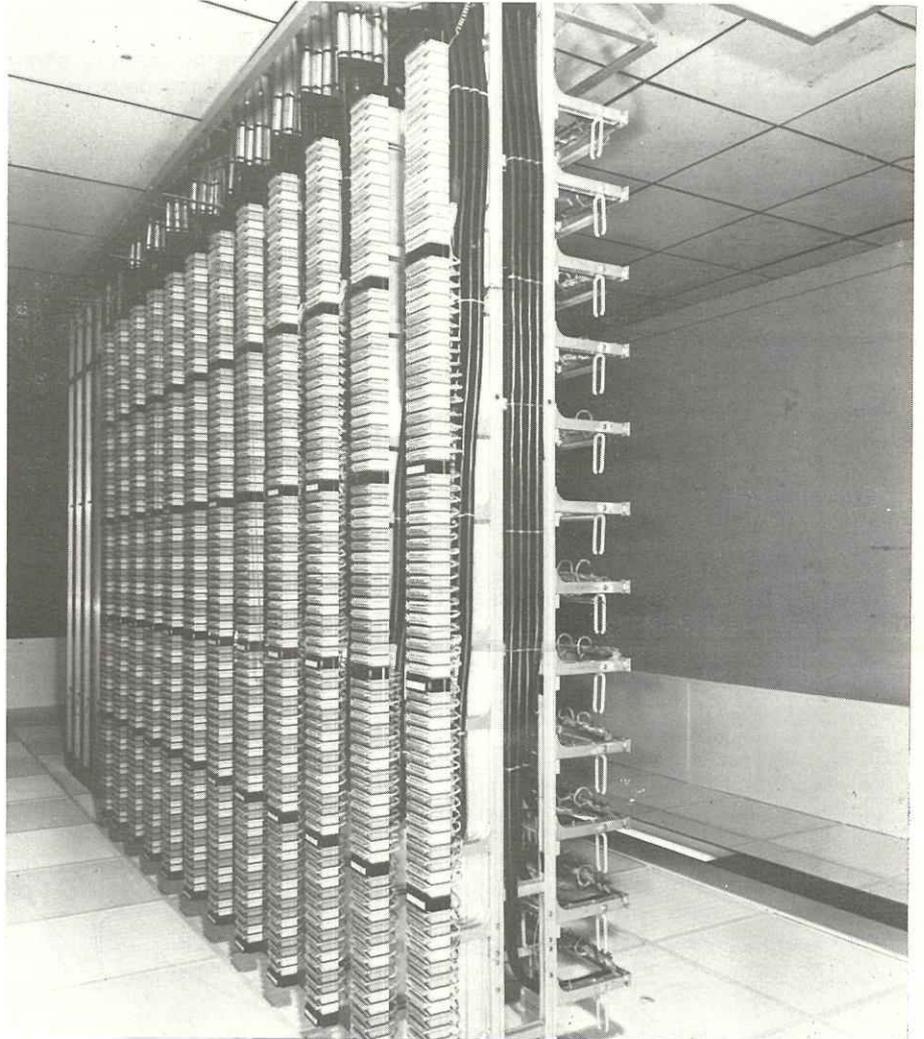


Fig. 6 - Structure du réseau.

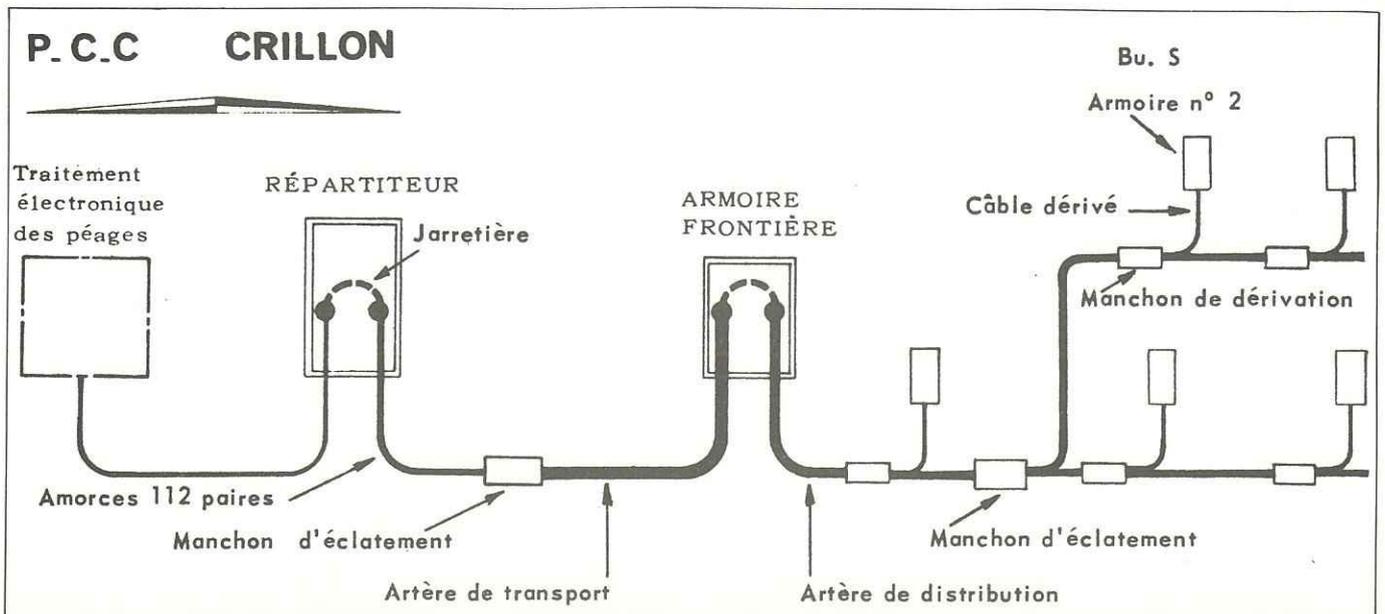
cosse munie de griffe, sertie par un appareil spécial ;

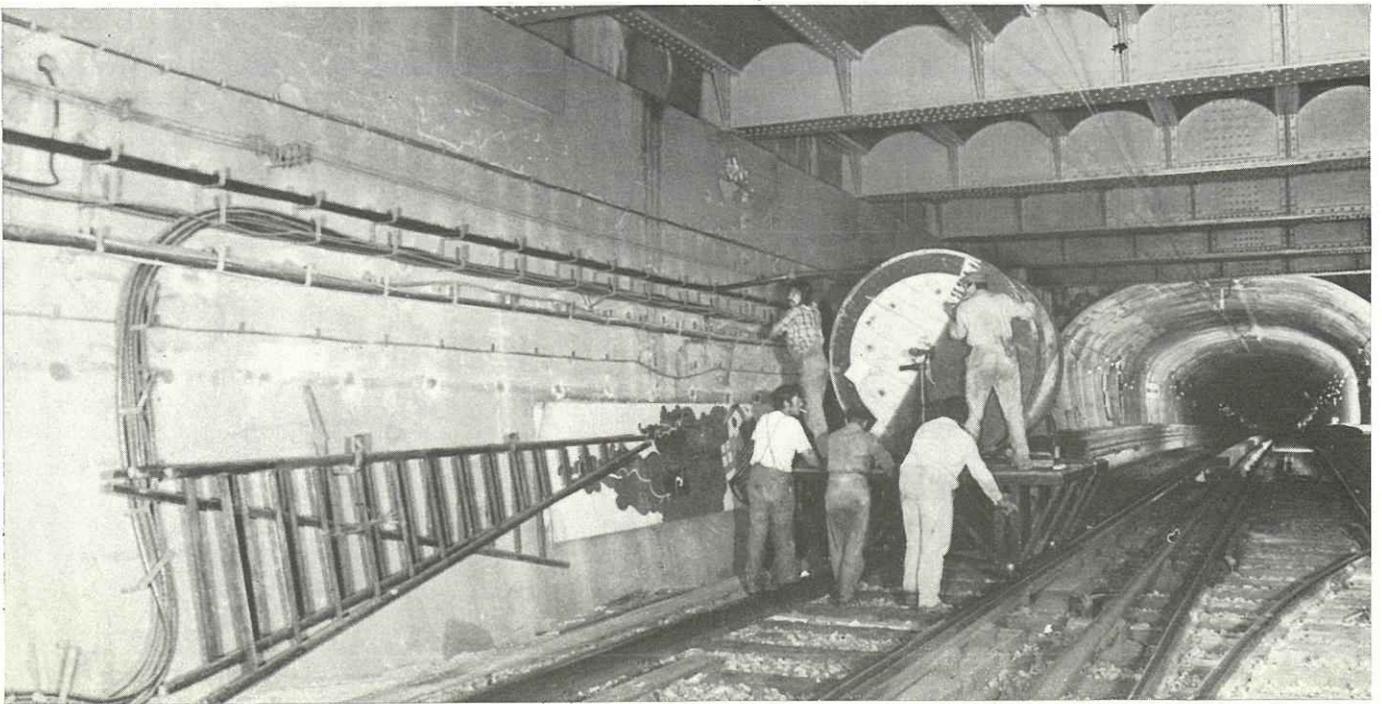
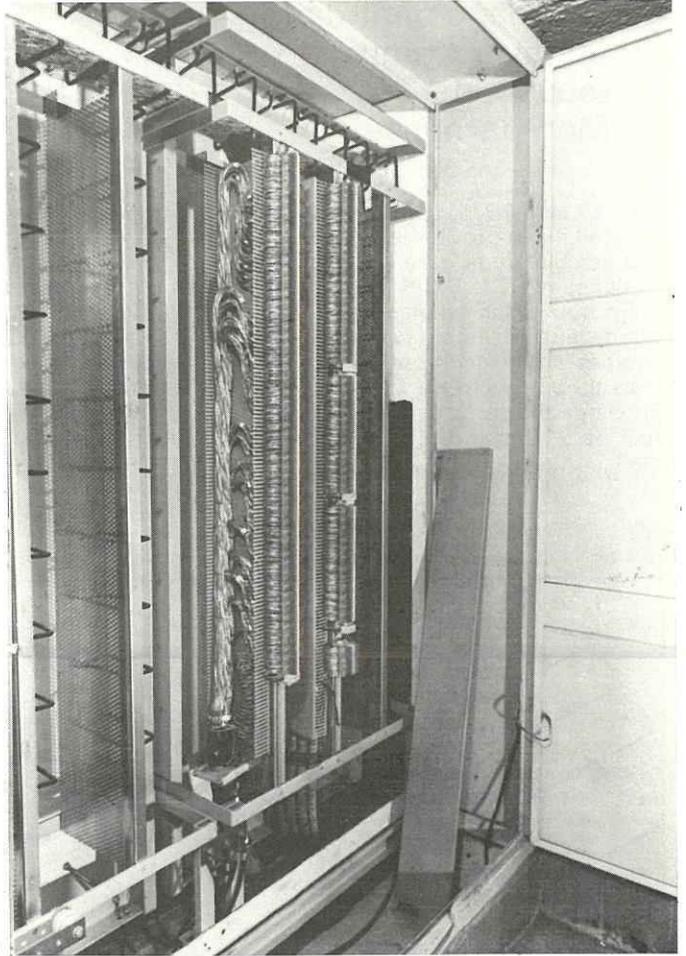
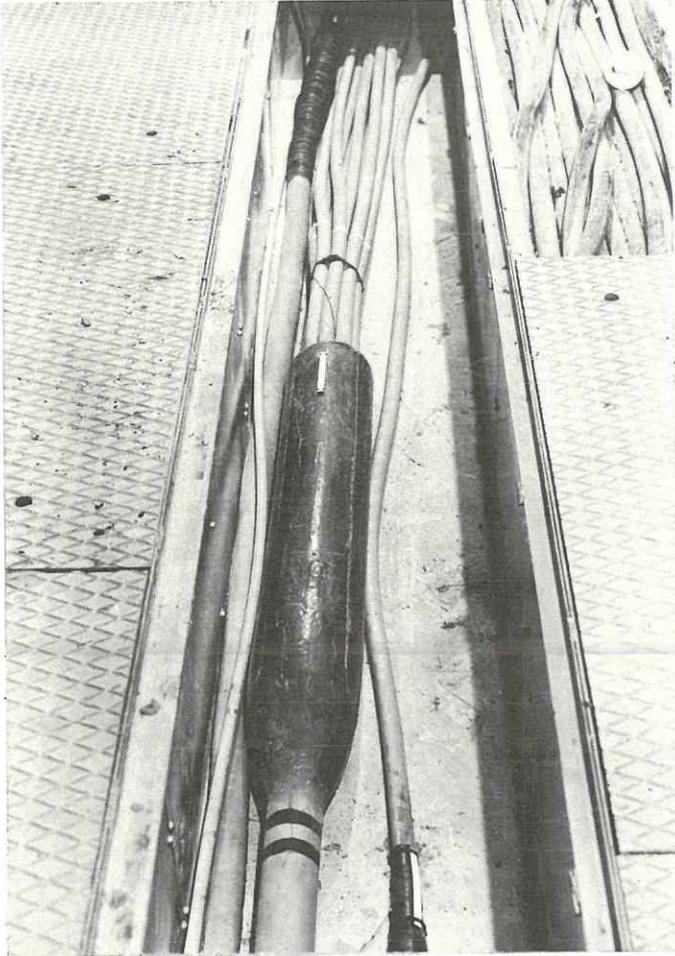
- le connecteur Termi-point, clip en bronze phosphoreux, posé en bout de fil par un pistolet pneumatique de sertissage, pour le raccordement à une borne rectangulaire (répartiteurs et armoires frontières).
- la connexion enroulée (procédé WIRE-WRAP) pour le raccordement d'un fil à une borne calibrée (armoires frontières et armoires des stations).

Les travaux, généralement effectués de nuit après l'interruption du service, ont duré 14 mois (10 000 nuits d'ouvriers). Six entreprises, dont trois groupées, ont exécuté les travaux, distribués en 8 lots géographiques et 7 chantiers simultanés, organisés et surveillés par le personnel de la Régie. 88 convois ont été nécessaires pour le transport de 500 tourets de câbles à partir du magasin de Charonne, qui avait été affecté à cette opération.



Page de gauche - en haut : Répartiteur général Crillon (face avant : arrivée des câbles - face arrière : raccordement avec les calculateurs).
 - en bas : Schéma du répartiteur général.
 Page de droite - en haut à gauche : Câble 896 paires, divisé en 8 câbles 112 paires, aboutissant au répartiteur général Crillon.
 - en haut à droite : Armoire frontière (des « jarretières » permettent les mesures et les changements de circuits).
 - en bas : Déroulage de câble dans le tunnel pendant la nuit.





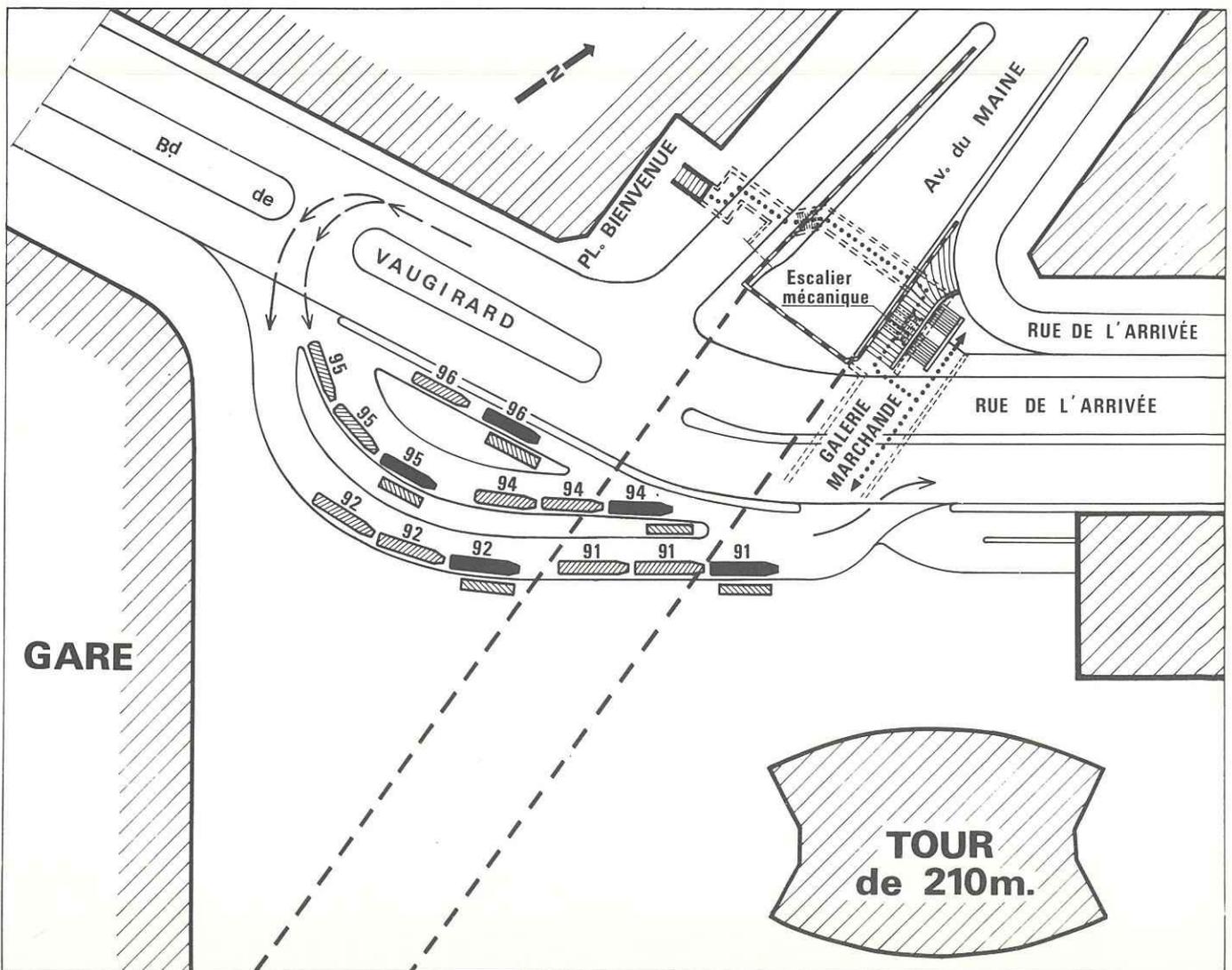
● Aménagement définitif du terminus d'autobus de la gare Montparnasse.

Le 17 avril 1974, après neuf années d'installations provisoires, le terminus des autobus de la gare Montparnasse — lignes nos 91, 92, 94, 95, 96 — a enfin trouvé son emplacement définitif, devant la gare, sur trois pistes courbes aménagées entre les chaussées du boulevard de Vaugirard et le parvis-jardin qui sépare la gare de la tour de 210 m et du centre commercial.

Rappelons que ce terminus, disposé autrefois devant l'ancienne gare, avait été reporté une première fois devant la nouvelle, pendant la construction du secteur III (tour et centre commercial), puis déplacé le long de la rue de l'Arrivée, pendant la construction du passage souterrain de l'avenue du Maine, entre la gare et la tour.

Chaque terminus est équipé d'un abri du modèle qui a été généralisé dans Paris pour les points d'arrêt; le bureau des gradés surveillant l'exploitation des lignes, à partir duquel les départs des autobus sont commandés par l'intermédiaire d'un appareil régulateur, est installé dans un local loué à la SNCF, en façade de la gare.

Le terminus est disposé à proximité à la fois de la gare et de la tour; les autobus, à l'arrivée et au départ, suivent la rue de l'Arrivée et ont des arrêts sur la place du 18 juin 1940, desservant ainsi commodément le centre commercial et le reste du quartier.





● **Modification des terminus du métro et des autobus au Carrefour Pleyel.**

Le Carrefour Pleyel est un nœud routier important de la commune de St-Denis où se croisent le boulevard Anatole France (ancienne route de la Révolte qui réunit la Porte Maillot à St-Denis) et le boulevard Ornano (puis le boulevard de la Libération) qui vient de la Porte de Clignancourt. De plus, la rue Pleyel fait un angle aigu vers le carrefour avec le boulevard Ornano; cette rue bordait autrefois les usines du célèbre facteur de pianos.

En 1952, au moment du prolongement du métro jusqu'au carrefour, un important terminus d'autobus a été organisé de part et d'autre du boulevard Anatole France et, de plus, sur un terrain formant un passage nouveau entre les deux boulevards, terrain que la Régie avait dû acquérir et aménager.

La station du métro (sous le boulevard Anatole France) comportait divers débouchés sur la voie publique, deux de chaque côté du boulevard Anatole France et un dans le passage entre boulevards.

Une importante transformation a dû être apportée aux terminus d'autobus et aux accès du métropolitain pour suivre l'évolution actuelle et future du quartier et des réseaux de transport :

- a) La voirie a été modifiée de plusieurs façons pour améliorer la circulation automobile :
 - les deux boulevards ont été mis à sens unique près du carrefour (le boulevard Ornano vers le carrefour),
 - le carrefour lui-même a été agrandi par la suppression du pâté de maisons qui formait l'angle des boulevards et par le rescindement de divers trottoirs.
- b) Dans une phase ultérieure, compte tenu de la création d'une voie express aux abords du carrefour, on a prévu la création d'un viaduc pour l'un des boulevards pour obtenir un croisement à deux niveaux.
- c) Le terrain des usines Pleyel a été utilisé par une société civile immobilière pour la construction d'une tour à usage de bureaux, complétée par un centre commercial.
- d) Lorsque le métro sera prolongé jusqu'à la Porte de Paris à St-Denis, en 1976, le terminus d'autobus actuel de Carrefour Pleyel y sera reporté; seuls les points d'arrêt de

deux lignes subsisteront près du carrefour.

Le terminus des lignes d'autobus a donc été entièrement réaménagé avec des équipements économiques puisqu'il s'agit de dispositions temporaires; il est maintenant réparti :

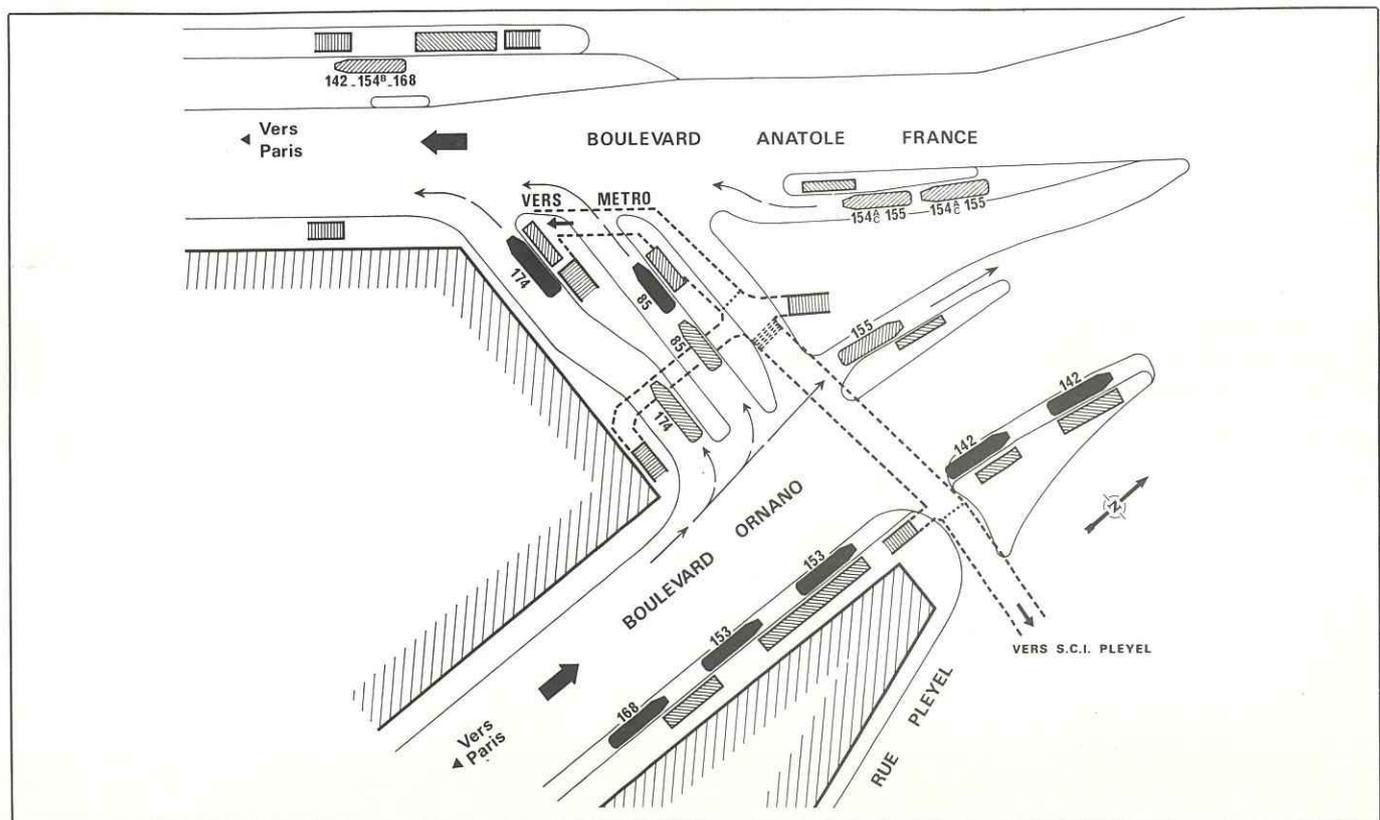
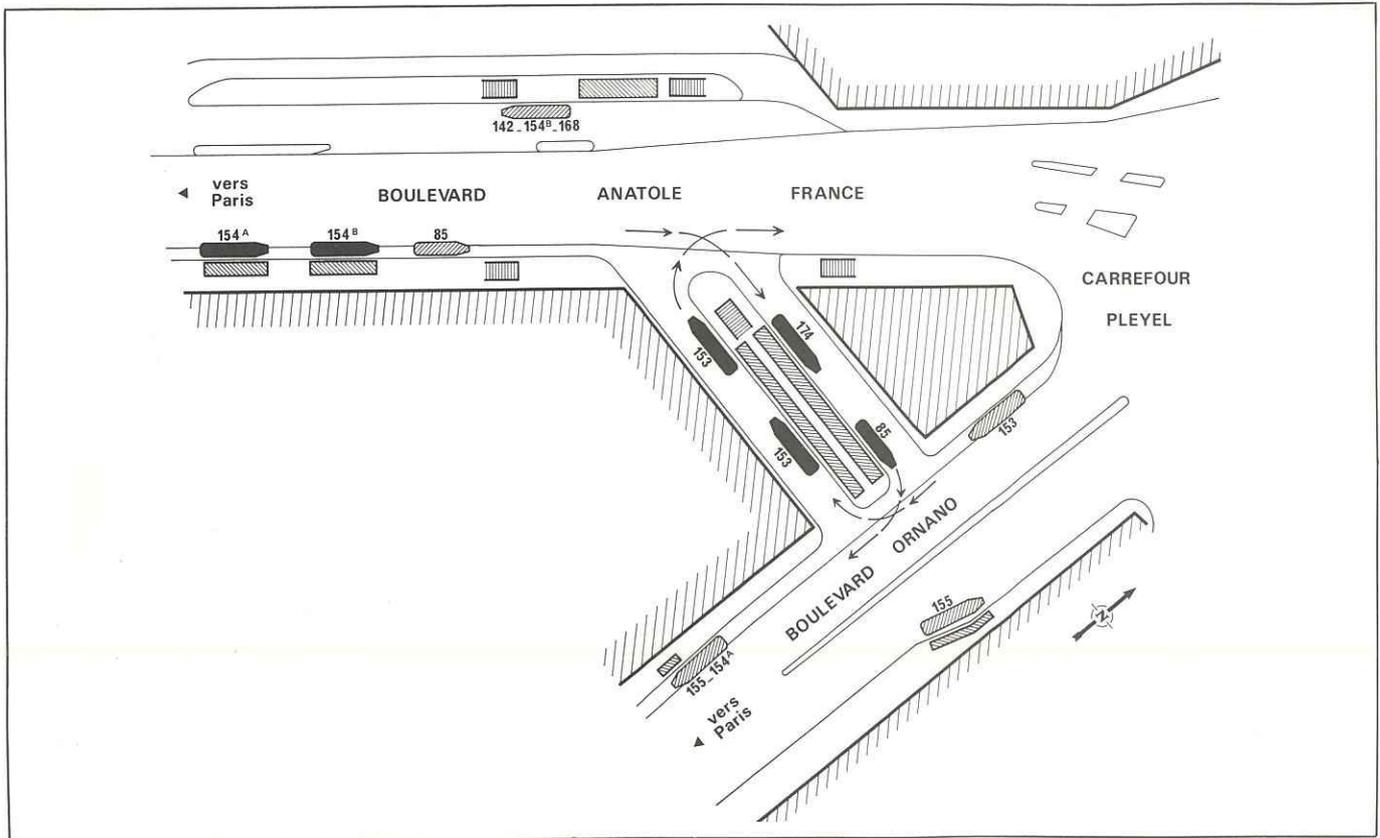
- sur l'ancien passage entre boulevards (lignes 85 et 174),
- sur le côté ouest du boulevard Anatole France (arrivée des lignes 142, 154 et 168),
- sur le côté est du boulevard Anatole France, le long du triangle curviligne de trottoirs proche du carrefour (lignes 154 et 155),
- sur le côté ouest du boulevard Ornano, le long du même triangle curviligne (ligne 155),
- et principalement sur le côté est du boulevard Ornano (lignes 154 A et B, 168, 153, 142).

Les accès du métro ont été modifiés pour tenir compte à la fois des besoins actuels et futurs; un des débouchés le long du boulevard Anatole France a été supprimé. Mais surtout une galerie nouvelle a été établie sous le passage entre boulevards et sous le boulevard Ornano, avec trois débouchés encadrant cette artère, deux à l'ouest et un à l'est. Une partie de cette galerie avec les trois débouchés qui, à partir de 1976, ne desserviront plus de terminus d'autobus, ont un rôle de passage public souterrain sous le boulevard Ornano, sur lequel aucun feu n'assure plus la traversée des piétons. A ce titre, les ouvrages ont été financés par le département et la commune et ils peuvent être séparés des ouvrages de la Régie par une grille articulée de façon à pouvoir rester ouverts en permanence.

La galerie définie ci-dessus est prolongée par une autre section qui, passant sous la rue Pleyel, aboutit au centre commercial et à la tour Pleyel; cette partie a été financée par la société immobilière.



Page de droite :
En haut - Situation ancienne.
En bas - Nouveau terminus.



● Une aire de manœuvre pour la formation des machinistes.

Le Centre d'instruction et de perfectionnement du réseau routier a mis en service, il y a quelques mois, à Créteil, une aire de manœuvres pour la formation des futurs machinistes. La création de ce terrain spécialement aménagé constitue une véritable innovation dans le domaine de l'apprentissage de la conduite des autobus.

Jusqu'à une date récente, l'apprentissage de la conduite sur autobus-école s'était toujours effectué sur la voie publique. Les moniteurs donnaient leurs premières leçons aux élèves-machinistes débutants dans des rues tranquilles où les voitures ne risquaient, ni de gêner les autres automobilistes, ni d'être gênées par eux.

Cette formation ne posait pas de problème il y a une trentaine d'années dans le secteur des Lilas où se trouve le Centre d'instruction et de perfectionnement.

Mais elle devenait de plus en plus aléatoire au fil des années, en raison de la densité croissante de la circulation et surtout de l'anarchie généralisée du stationnement.

Ainsi, il était impossible de laisser un néophyte manquer une manœuvre : virage, passage d'un obstacle latéral fixe, placement dans un carrefour, sous peine de provoquer des embouteillages et de susciter les récriminations des autres automobilistes. La seule solution à envisager était de créer un terrain de manœuvres, spécialement aménagé, sur lequel les élèves pourraient se familiariser avec le matériel. C'est pour répondre à ce besoin qu'a été attribuée au Centre d'instruction une aire cimentée, attenante au dépôt d'autobus de Créteil (Val-de-Marne).

En fonction de la surface utilisable, l'inspecteur chargé de la formation des machinistes, et son adjoint, ont conçu et mis au point une série d'exercices, matérialisés par des jalons blancs et rouges - les blancs sont à renverser, les rouges à éviter - et par des repères au sol.

Chacun de ces exercices correspond à un objectif précis et ils doivent être abordés dans un ordre rigoureux, car les difficultés s'y échelonnent de façon progressive et rationnelle. Le circuit d'examen qui leur fait logiquement suite réalise la synthèse de l'ensemble de ces exercices.

Cette formation donne à l'élève la maîtrise et le contrôle du matériel qui lui permettront dans une phase ultérieure d'aborder, mieux armé que par le passé, les problèmes ardues que posent la progression d'un véhicule lourd et encombrant dans la circulation urbaine et son placement correct.



- **Modification de l'exploitation de la ligne n° 42 « Gare du Nord-Balard-Lecourbe ».**

Le 1^{er} avril 1974, l'itinéraire de la ligne n° 42 a été modifié dans le 7^e arrondissement entre le pont de l'Alma et la place du Général Gouraud. Les voitures empruntent désormais dans les deux directions l'avenue de la Bourdonnais et le quai Branly.

- **Prolongement de la ligne n° 46 « Gare du Nord - Saint - Mandé (Demi-Lune, Parc zoologique) ».**

Le 3 avril 1974, la ligne n° 46 a été prolongée à titre d'essai de Saint-Mandé (Demi-Lune, Parc Zoologique) jusqu'au Bois de Vincennes (Parc floral) afin de permettre la desserte du parc floral du Bois de Vincennes. Ce prolongement fonctionne tous les après-midi des mercredis, samedis, dimanches et jours de fêtes du mois d'avril au mois de septembre inclus et constitue une section supplémentaire.

- **Modification de l'exploitation de la ligne n° 148 A « Pantin (Église) Blanc-Mesnil (Rond-Point du Général Leclerc) ».**

Le 1^{er} mai 1974, et à titre d'essai, le service de la ligne n° 148 A a été prolongé en soirée entre Drancy (Mairie) et Blanc-Mesnil afin d'assurer une meilleure desserte de ce quartier après 21 heures.

- **Modification de l'exploitation de la ligne n° 190 B « Issy-les-Moulineaux - Vélizy - Villacoublay (Vélizy II) ».**

Le 13 mai 1974, l'itinéraire de la ligne n° 190 B a été modifié pour desservir le Centre commercial de Vélizy II aux heures d'ouverture de celui-ci. A partir de « Vélizy-Villacoublay, Europe-Nord », les voitures empruntent l'avenue Morane Saulnier (voie nord) jusqu'à Vélizy-Villacoublay, Europe-Sud ou jusqu'à « Paul-Dautier » suivant les heures, et rejoint le Centre commercial par la rue Dewoitine et l'avenue de l'Europe.

- **Prolongement de la ligne n° 195 B « Porte d'Orléans - Meudon - la - Forêt (aérodrome Morane) ».**

Le 13 mai 1974, la ligne n° 195 B a été prolongée jusqu'à « Vélizy-Villacoublay-Europe-Sud » pour desservir la zone industrielle de Vélizy-Villacoublay. Ce prolongement fonctionne du lundi au vendredi aux heures de rentrées et de sorties des établissements industriels. Les voitures empruntent les voies nord et sud de l'avenue Morane-Saulnier.

- **Mise en service du nouveau matériel sur les lignes d'autobus.**

Des autobus standard à un agent, à deux accès à l'avant, ont été mis en service :

— le 1^{er} mai 1974
sur la ligne n° 164 « Porte de Champerret, Argenteuil (Val d'Argenteuil) ».

sur la ligne n° 166 A « Porte de Clignancourt, Colombes (Europe-Ile Marante) ».

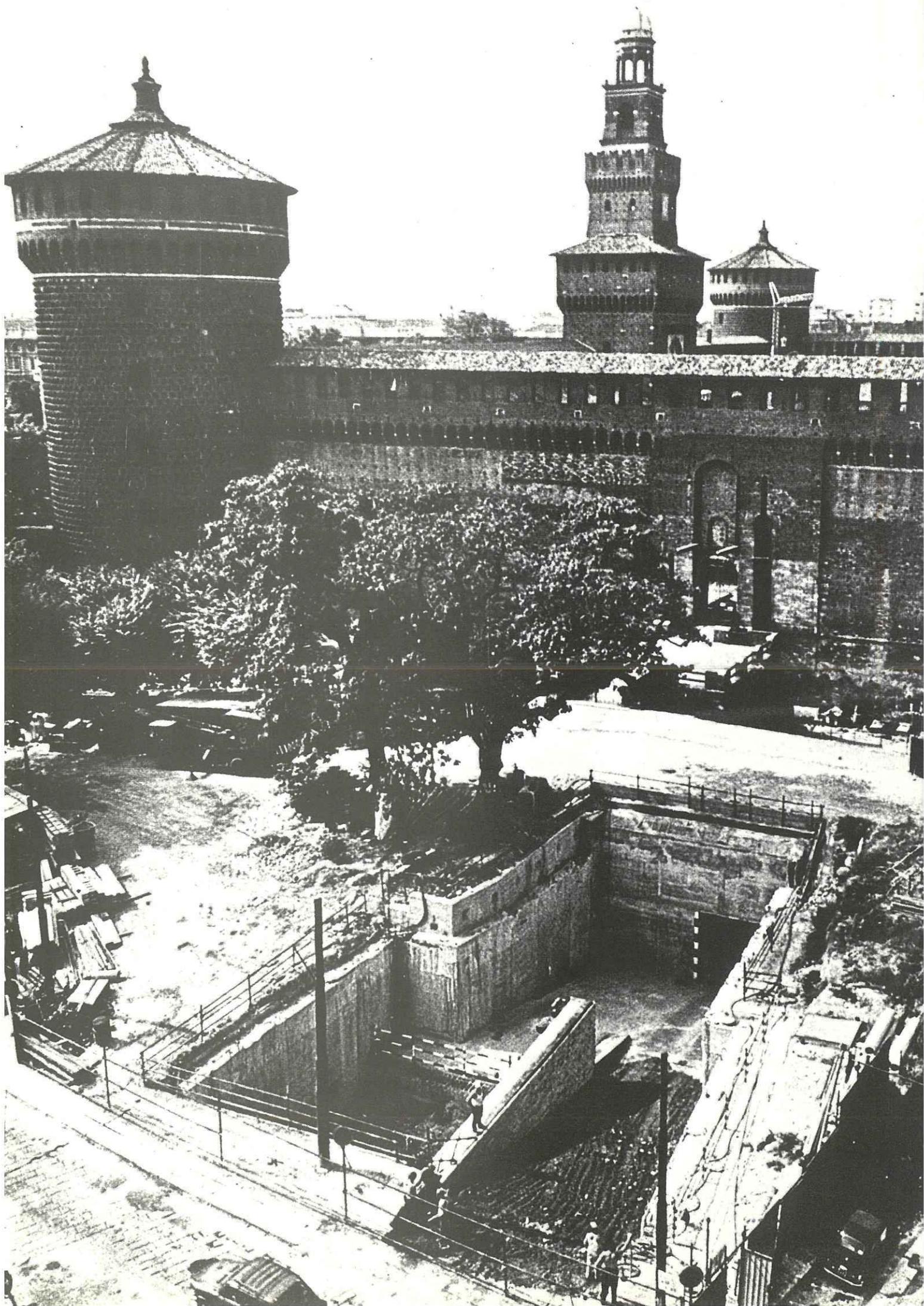
sur la ligne n° 166 B « Asnières Gennevilliers (Stade Léo Lagrange)-Colombes (Rond-Point du Petit Colombes) ».

— le 4 juin 1974
sur la ligne n° 124 « Vincennes (Château - Fontenay - sous - Bois (Mairie) ».

Avec cette dernière ligne l'ensemble du réseau est désormais entièrement exploité avec du matériel à un agent.

- **Mise en service de nouveaux couloirs de circulation réservés aux autobus.**

Le 1^{er} mars 1974, 9 nouveaux couloirs de circulation ont été mis en service en banlieue, portant ainsi à 21 le nombre de ceux-ci, totalisant 9,010 km et intéressant 3 lignes urbaines sur 1,530 km de leur itinéraire et 39 lignes de banlieue sur 29,600 km de leur itinéraire.



Comité international des métropolitains

Le Comité international des métropolitains a tenu sa 33^e session à Oslo (Norvège), les 30 et 31 mai 1974, sous la présidence de M. J. OTAMENDI, Comte d'Almaraz, administrateur délégué de la Compañia Metropolitana de Madrid.

Les dirigeants de 22 réseaux d'Europe et d'Amérique ont participé à cette session.

Ils ont été accueillis par M. Ivar MATHISEN, président de la commission

des transports urbains et suburbains du Conseil municipal d'Oslo.

Entre les séances de travail, les membres du comité ont visité, sous la conduite de MM. O. SKAUG, directeur général du métro d'Oslo et F.W. OPSAL, directeur, diverses stations du réseau de banlieue et du réseau de métro ainsi qu'un atelier. Ils ont notamment apprécié la beauté architecturale de la station de métro ROMSAS dont la mise en service devait avoir lieu deux jours plus tard.

Le métro de Milan



Le métro de Milan, dont la première ligne a été mise en service en 1964, est exploité par l'« Azienda Trasporti Municipali » (ATM), entreprise municipale qui exploite également tous les transports publics de surface de l'agglomération milanaise. Compte tenu du développement économique et de l'expansion démographique de cette agglomération fortement industrialisée — 1,7 million d'habitants pour la ville et 2,2 millions pour la couronne urbaine — il a été prévu, dans le cadre d'un programme d'intégration des divers modes de transport, d'étendre considérablement le réseau.

Le réseau actuel

Contexture

Le réseau actuel est constitué par 2 lignes d'une longueur totale de 34,2 km, dont 20,7 km en tunnel, et comporte 43 stations, dont 32 sont souterraines.

Le tracé de la ligne n° 1 (Marelli-Lotto-Gambara) est entièrement urbain. Mise en service en 1964, complétée par une courte branche en 1966, cette ligne a une longueur de 14 km, avec 24 stations.

La ligne n° 2 (Cadorna-Gorgonzola), longue de 20,2 km, avec 19 stations,

ouverte partiellement à l'exploitation en 1969, comprend, depuis décembre 1972, un prolongement suburbain en surface de 12 km de longueur, aménagé sur le site d'une ancienne ligne de tramway à voie unique desservant la banlieue nord-est de Cascina Gobba à Gorgonzola et dite « ligne rapide de l'Adda », qui a été entièrement transformée pour être adaptée à l'exploitation de type métro.

L'interstation moyenne est de 600 m pour la partie urbaine du réseau et de 1 500 m pour la section suburbaine.

Trafic voyageurs

Le nombre de voyageurs transportés est en constante augmentation : de 37 millions en 1965, première année

complète d'exploitation du métro, il est passé à 135 millions en 1973 ; si on tient compte de la longueur du réseau qui est passée de 12,3 km à 34,2 km, l'accroissement annuel par kilomètre de ligne exploité a été de 9 %.

Les six heures d'exploitation les plus chargées représentent 54 % du trafic voyageurs journalier.

Par ailleurs le service offert est passé de 4,2 millions de km-voitures en 1965, à 16,7 millions en 1973.

Équipements fixes

Le souterrain de la ligne n° 1, de section rectangulaire, a été entièrement construit à ciel ouvert par la méthode des parois moulées, alors que celui de la ligne n° 2 l'a été essentiellement par la méthode du bouclier. La section suburbaine, totalement en surface, comporte de nombreux viaducs en béton armé pour le franchissement des rivières et des routes.

Sur la ligne n° 1, les stations ont des quais latéraux de 106 m de longueur. Les stations urbaines de la ligne n° 2 ont des quais soit centraux, soit latéraux, longs de 110 m. Les quais, tous latéraux, de la section suburbaine,

ont 120 m de longueur. Les stations souterraines, c'est-à-dire toutes les stations urbaines sauf trois, ont une salle de contrôle en mezzanine, au-dessus des quais, qui est reliée au niveau de la rue par des escaliers fixes et deux escaliers mécaniques au minimum. Il y a au total 116 escaliers mécaniques sur le réseau. Les stations suburbaines ont une salle de contrôle placée, selon le cas, au-dessus ou au-dessous de la voie.

La voie est posée, pour la ligne 1 et la plus grande partie de la section suburbaine de la ligne 2, sur traverses et ballast, tandis que la section urbaine et un tronçon de 3 km de la partie suburbaine de la ligne n° 2 ainsi qu'une section expérimentale de 1 km de longueur de la ligne n° 1 ont une pose directe élastique sur béton.

La déclivité maximale est de 30‰, le rayon de courbure minimal de 135 m.

Sur la ligne n° 1, l'alimentation en courant de traction (750 V) s'effectue par 3^e rail, avec retour du courant par un rail spécial posé au centre de la voie. L'alimentation de la ligne n° 2 se fait par caténaire à 1 500 V. Les deux lignes disposent de 15 sous-stations.

La signalisation, à circuits de voie, est du type « signalisation en cabine » à 4 indications de vitesse et une indication d'arrêt, avec un dispositif d'arrêt automatique. Un dispositif permettant l'arrêt des trains en station avec une précision de $\pm 1,5$ m ainsi qu'un système de pilotage automatique des trains sont expérimentés sur la ligne n° 1.

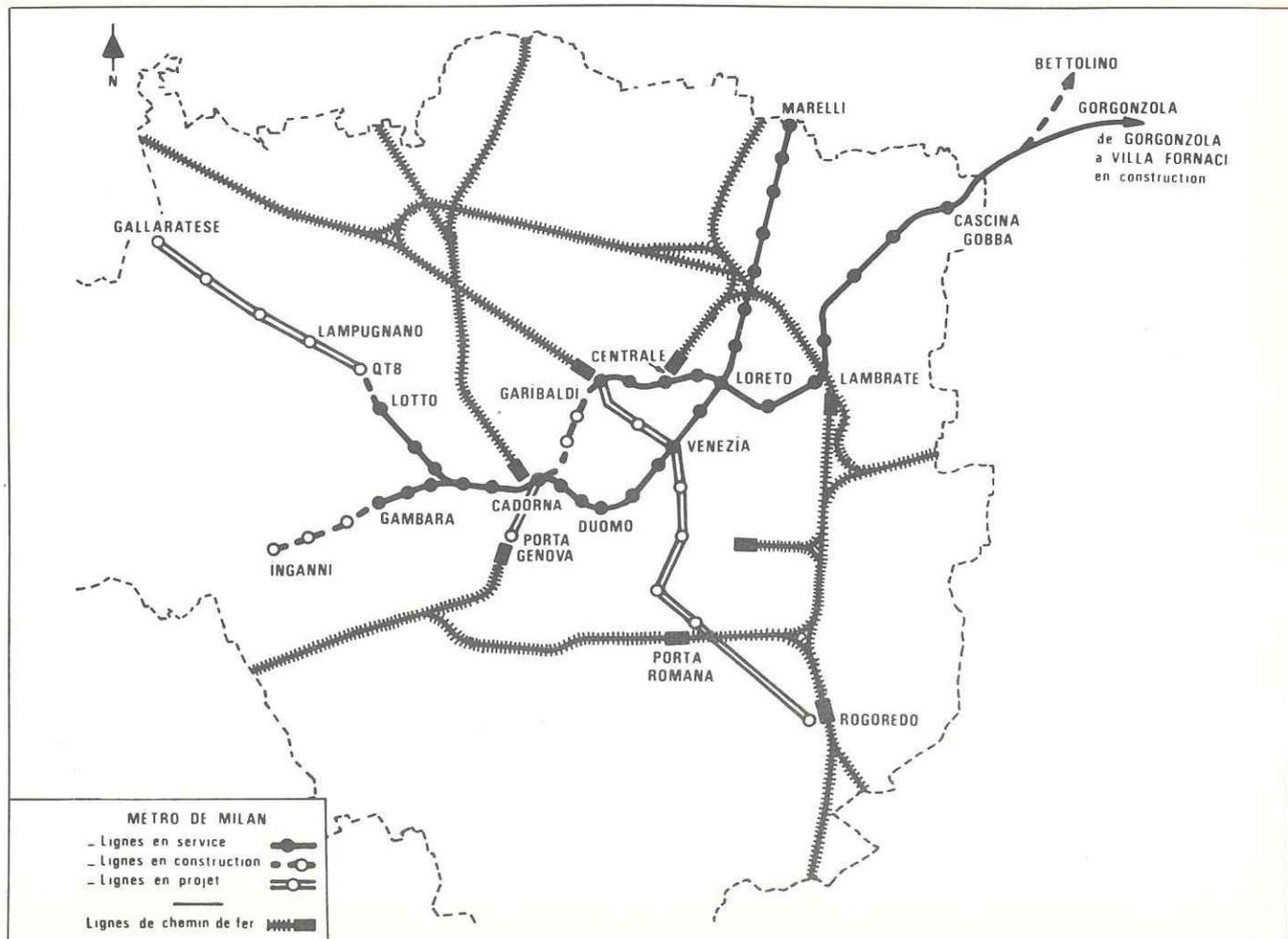
posé de 219 voitures, dont 164 motrices et 55 remorques. Pour faire face à l'accroissement du trafic actuel et au trafic des lignes qui seront prolongées, 147 voitures supplémentaires ont été commandées et leur livraison commencera en 1974. Les trains de la ligne n° 1 comportent de 2 à 6 voitures, groupées en éléments de 2 ou 3 unités (deux motrices ou deux motrices encadrant une remorque), et ceux de l'autre ligne, de 3 à 6 voitures, groupées en éléments de 3 unités.

Les dimensions du matériel roulant des 2 lignes sont identiques : 17,03 m de longueur et 2,85 m de largeur.

Les motrices de la ligne n° 1 ont une capacité de 200 à 213 voyageurs, les remorques de 228 voyageurs. Les sièges sont soit longitudinaux, soit transversaux, selon la série de construction. Les voitures ont sur chaque face 4 portes de 1,20 m d'ouverture.

Matériel roulant

Le parc du matériel roulant est com-



Plan du réseau : Ligne 1, MARELLI à GAMBARA et LOTTO. Ligne 2, GARIBALDI à GORGONZOLA.

Les caisses du matériel de la ligne n° 2 sont en alliage léger. La capacité des voitures est de 200 ou 227 voyageurs, selon qu'il s'agit de remorques ou de motrices. Les sièges sont disposés transversalement et longitudinalement. Sur chaque face de la caisse il y a trois portes, dont les vantaux coulissent à l'extérieur de la caisse et qui ont une ouverture de 1,30 m.

Pour l'ensemble du matériel roulant, le freinage rhéostatique est complété par un frein électropneumatique; en outre, un freinage électromagnétique sur rail intervient en cas d'urgence. Les motrices de la ligne n° 1 ont 4 moteurs d'une puissance de 90 kW, celles de la ligne n° 2, 4 moteurs de 135 kW. Par ailleurs, 8 voitures prototypes avec équipements à hacheurs de courant effectuent des essais sur la ligne n° 1.

Deux ateliers assurent l'entretien du matériel roulant; pour la ligne n° 1, le dépôt de Precotto, situé près du terminus nord Marelli; pour la ligne n° 2, celui de Gorgonzola.

Exploitation

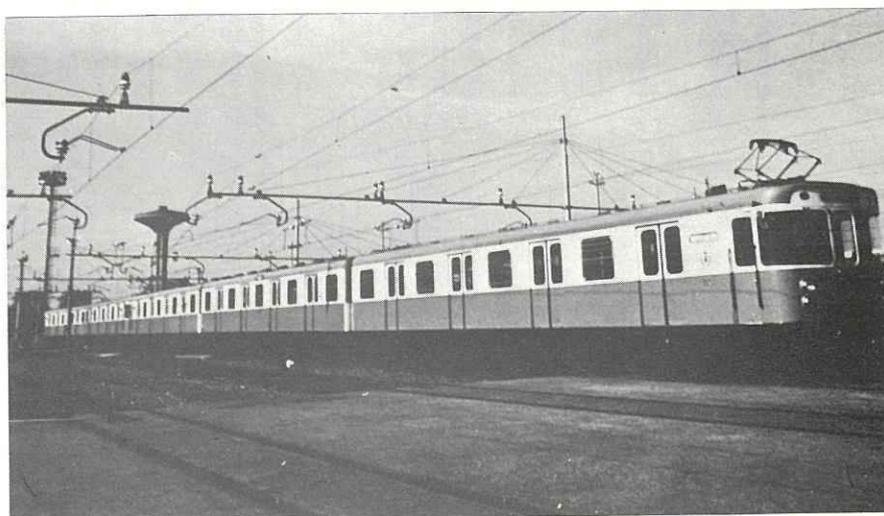
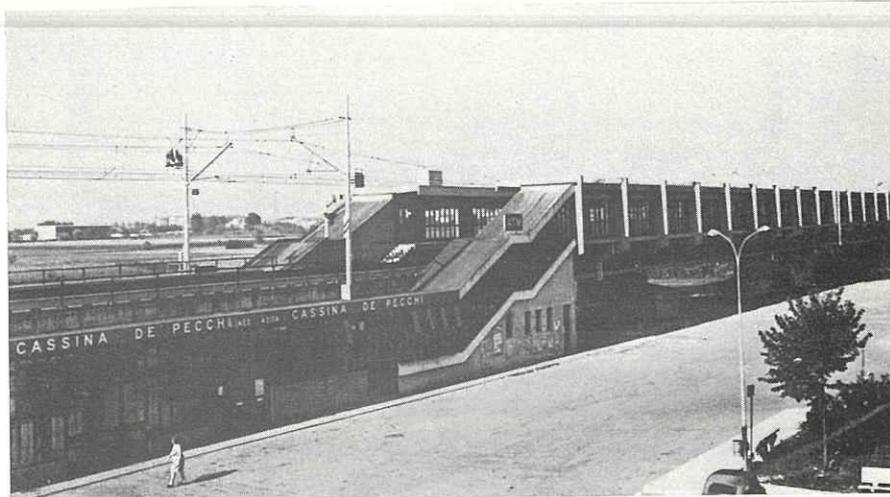
Les lignes sont exploitées par des trains omnibus, avec un seul agent à bord, qui circulent de 6 h 00 à 1 h 00. L'intervalle entre les trains est de 2 mn 45 - 3 mn aux heures d'affluence et peut atteindre 5 mn aux heures creuses; sur la section suburbaine, les intervalles correspondants sont respectivement de 6 mn et 30 mn. La vitesse commerciale moyenne est d'environ 30 à 33 km/h sur les sections urbaines, de 40 km/h sur la section suburbaine; la vitesse maximale en ligne atteint 85 km/h.

Dans chaque station, il n'y a qu'un seul agent, qui surveille, d'une part, les tourniquets d'admission et, d'autre part, les quais à l'aide d'installations de télévision. Cet agent peut également faire des annonces au public par haut-parleur et en cas de danger il peut couper l'alimentation de la ligne.

En haut :
Station (ligne n° 2).

Au centre :
Station de la section suburbaine de la ligne n° 2.

En bas :
Matériel roulant de la ligne n° 1.





En haut :
Matériel roulant de la ligne n° 2.



En bas :
Vue intérieure du matériel de la ligne n° 2.

Le poste de commande centralisée d'exploitation, installé à la station San Babila, comprend une salle « exploitation » et une salle « alimentation électrique ». Ce PCC, qui contrôle le mouvement des trains, est équipé d'écrans de télévision qui lui permettent de surveiller les quais et les mezzanines des stations et d'un dispositif de sonorisation pour faire des annonces aux voyageurs en station, conformément à l'organisation générale des services de l'exploitation qui consiste à ramener en parallèle au PCC tous les contrôles et commandes dont dispose l'agent unique de chaque station. Un système de liaisons téléphoniques permanentes entre le PCC et les conducteurs est, en outre, en cours de mise au point.

Tarifcation et contrôle des voyageurs

Sur les sections urbaines, un tarif unique est en vigueur, sous forme de billets simples (100 lire) ou de carnets hebdomadaires de billets pour les travailleurs, utilisables à certaines heures seulement, donnant droit à 2 ou 4 voyages quotidiens pour 5 ou 6 jours (prix du voyage : 50 lire). Ces billets permettent la correspondance avec le réseau de surface dans l'heure qui suit le début du voyage. En outre, il existe des cartes d'abonnement mensuelles et annuelles.

Sur la section suburbaine, le tarif est différentiel : 50 lire par section d'environ 3 km, les billets pouvant être combinés avec le réseau urbain (métro et autobus), avec validité horaire.

En 1973, la répartition des voyageurs selon le type des titres de transport était la suivante :

Billets simples	: 59 %
Carnets hebdomadaires	: 29 %
Cartes d'abonnement	: 12 %

La vente des billets s'effectue par des distributeurs automatiques ou dans les kiosques à journaux des stations. Le contrôle d'entrée des voyageurs porteurs de billets se fait par des tourniquets automatiques équipés d'oblitérateurs de type électromécanique ; les porteurs de cartes utilisent un passage devant l'agent unique de la station.

L'extension du réseau

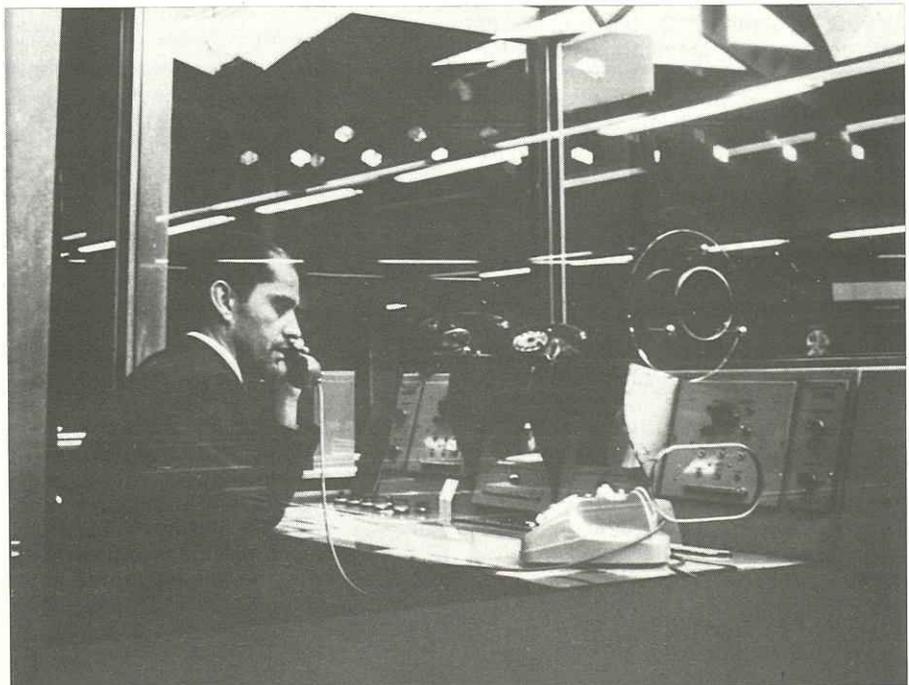
Les travaux de construction des prolongements des deux lignes en service sont en cours et d'autres extensions du métro sont à l'étude. D'une manière générale, l'extension du réseau s'inscrit dans une politique de coordination des transports de l'agglomération milanaise.

Dès maintenant, les principales gares des Chemins de fer italiens (Garibaldi, Centrale, Lambrate et Cadorna), sont en correspondance avec les lignes du métro, et les autres le seront également, comme on le verra plus loin.



Tourniquets automatiques d'admission.

*Cabine de l'agent unique de station
(au milieu de la ligne des tourniquets d'admission).*



Dans les zones périphériques, notamment, des parcs de stationnement situés près des stations de métro implantées à proximité des autoroutes convergeant vers Milan, inciteront les automobilistes à emprunter le métro à leur arrivée dans la ville : il est d'ores et déjà prévu de construire 13 nouveaux parcs de stationnement offrant une capacité totale de 15 300 places.

Enfin, les réseaux urbain et suburbain de transports publics de surface, seront restructurés de façon à permettre le rabattement des voyageurs sur les nouvelles stations du métro, avec création de gares routières d'échange.

Prolongements en construction

Les travaux en cours portent sur la construction de 11,3 km de lignes et de 12 stations.

Sur la ligne n° 1, deux sections souterraines sont en construction : vers le nord-ouest, de Lotto à QT 8, un tronçon de 1,3 km de longueur, avec une station, qui sera mis en service en été 1974 et, vers l'ouest, de Gambara à Inganni, un tronçon de 1,9 km, avec 3 stations, qui desservira une zone résidentielle à forte densité d'habitat, sera aussi ouvert à l'exploitation au cours de l'été 1974.

Pour la ligne n° 2, les travaux de construction de la section Garibaldi-Cadorna, qui reliera les deux gares ferroviaires du même nom, se poursuivent également en plein centre de Milan. Cette section souterraine (2 km, 3 stations) devrait être mise en service au printemps 1976.

Au nord-est, à partir de Cascina Gobba, la mise en chantier d'une branche de cette même ligne n° 2 a commencé récemment : longue de 3,5 km, avec 3 stations, elle sera construite en viaduc sur presque toute sa longueur jusqu'au terminus Bettolino et desservira une zone fortement peuplée de la banlieue nord-est. Ce sera le premier prolongement du métro à être construit au-delà des limites administratives de la ville de Milan. A Bettolino, implanté à proximité d'une autoroute, un parc de stationnement de 2 000 places sera construit ainsi qu'une gare routière pour les lignes d'autobus de rabattement et un nouvel atelier d'entretien du matériel roulant.

Enfin, à l'est, de Gorgonzola à Villa Fornaci, une nouvelle section de la « ligne rapide de l'Adda », longue de 2,8 km, avec 2 stations, est en cours de construction.

Villa Fornaci sera le nouveau terminus de la ligne n° 2 où celle-ci sera en correspondance avec les lignes d'autobus de la banlieue est.

Projets d'extension

Plusieurs autres projets d'extension du métro à plus ou moins long terme sont à l'étude : ils concernent la poursuite du prolongement des deux lignes en service ainsi que la construction d'une 3^e ligne.

C'est ainsi que la ligne n° 1 sera prolongée, en tunnel, sur 3,5 km, avec 4 stations, pour desservir une vaste zone résidentielle, dite Gallaratese, édiflée au cours de ces dernières années dans les quartiers nord-ouest de Milan. A la station intermédiaire Lamagnano, où aboutissent 4 autoroutes,

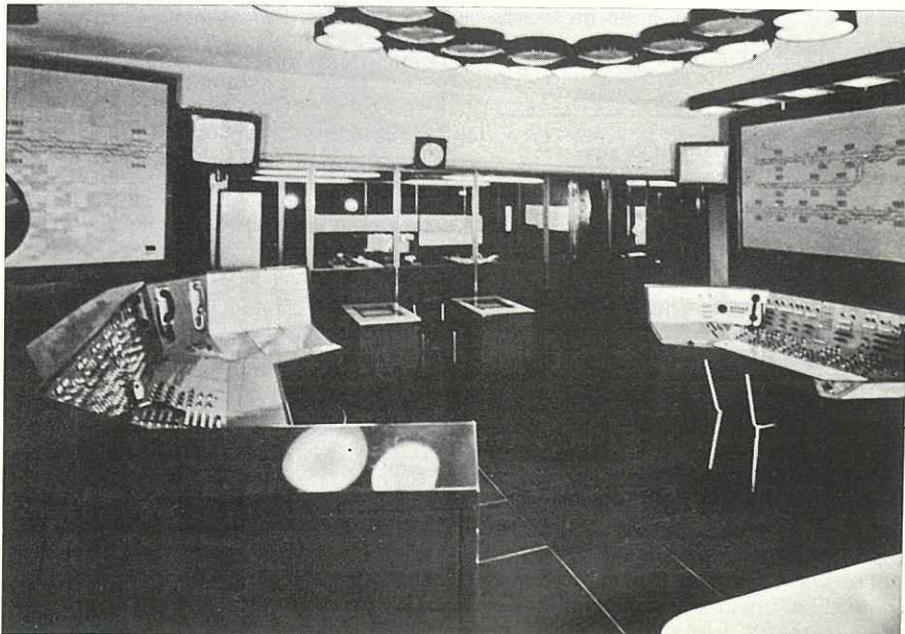
un parc de stationnement de 4 500 places et une gare routière d'autobus seront construits.

De plus, il est prévu de prolonger la ligne n° 2 de Cadorna à Porta Genova, terminus de la ligne Milan-Vigevano des Chemins de fer italiens.

Enfin, l'étude d'un projet d'une 3^e ligne en est à un stade avancé. Orientée du nord au sud, elle aura, dans une première phase, une longueur de 5,7 km, avec 7 stations, de Garibaldi à Porta Romana, et desservira des quartiers très peuplés de Milan. Cette nouvelle ligne, qui sera en correspondance avec les deux autres lignes du métro et, à ses deux terminus, avec le réseau des Chemins de fer italiens, sera construite au gabarit international de façon à permettre la circulation des trains des chemins de fer, ce qui permettra une interconnexion des deux réseaux ferroviaires de Milan. Prolongée ultérieurement jusqu'à la gare de Rogoredo, au sud-est, elle constituera alors un axe essentiel, de type régional, pour la restructuration des transports publics de l'agglomération milanaise.

Photos ATM des studios MIRTO FACCO Milan.

Poste de commande centralisée, salle « exploitation ».



Nouvelles de France

Lille

Un projet de métro entièrement automatique

La métropole nord va se doter d'un métro, qui devrait entrer en service à la fin de 1976. Ainsi en a décidé, à l'unanimité, le conseil de la communauté urbaine dans sa séance du 30 mars. Les crédits engagés au cours des quatre prochaines années seront de l'ordre de 504 millions de francs, dont 27 millions pour l'année 1974. La part de l'État devrait être d'environ 50 %.

En prenant cette décision et en approuvant un plan d'ensemble des transports publics, la communauté a décidé de percevoir, à partir du 1^{er} mai 1974, la taxe sur les salaires, dite « versement de transport », prévue par la loi du 11 juillet 1973. Son taux a été fixé à 0,75 %, mais il sera porté à 1 % au 1^{er} janvier 1975.

Les transports en commun, dans l'agglomération de Lille-Roubaix-Tourcoing, sont sans doute parmi les plus défectueux qui se puissent trouver en France. Un million d'habitants, répartis sur quatre-vingt-sept communes (61 000 hectares), disposent de plusieurs moyens de locomotion non coordonnés, et le service rendu est finalement médiocre. Une enquête a révélé que le pourcentage des déplacements effectués en transports collectifs est de 14 %, pourcentage nettement inférieur à celui des autres capitales régionales. Les liaisons sont assurées à la fois par les compagnies fermières (autobus lillois et tramways de Lille à Roubaix-Tourcoing), la SNCF et une trentaine de transporteurs privés.

L'idée maîtresse du nouveau projet est donc de mettre fin à cette situation anarchique par un plan d'ensemble qui devrait aboutir vers les années 80. Alors, il y aura un organisme unique... et aussi, sans doute, un tarif unique. La métropole nord disposera à ce moment d'un réseau d'autobus innervant l'ensemble du territoire. A cela, il conviendra d'ajouter les lignes de banlieue de la SNCF qui, avec la participation financière de la communauté, va étudier un système de « desserte cadencée » plus complet.

Roubaix-Tourcoing (un million cinq cent mille habitants en 1990) imposait la création d'un nouveau moyen de transport en site propre, rapide et à fort débit (six à quinze mille voyageurs/heure). Le métro a été retenu. Un métro original cependant, car il se caractérise à la fois par son petit gabarit (voitures larges seulement de 2,06 m, stations de 55 mètres de longueur) et par un automatisme intégral, évitant toute intervention humaine sur les rames.

En cela, le futur métro de Lille hérite des études lancées dès 1970 dans la ville nouvelle de Lille-est avec la participation de la société Matra pour un prototype appelé VAL, qui devait, à l'origine, relier le campus universitaire à la gare de Lille. En fait, c'est ce modèle, qui suppose un investissement minimum pour les infrastructures et des frais d'exploitation moins lourds que ceux du métro classique, qui servira à toute l'agglomération.

Les études techniques ne sont toutefois pas encore achevées, notamment pour ce qui concerne l'automatisme, et on se demande comment réagira le public devant des engins entièrement téléguidés et surtout quelle sera son attitude en cas d'incident.

Les infrastructures, en tout état de cause, vont être mises en chantier. La surveillance des travaux sera assurée par les techniciens de la RATP. Le réseau sera formé de trois grandes lignes, qui formeront une étoile à six branches à partir de la gare de Lille. La ligne numéro 1, la première mise en chantier, reliera la ville nouvelle au centre hospitalier régional, en traversant de part en part la capitale des Flandres. Elle comportera quinze stations, dont cinq sur un viaduc à travers la ville nouvelle, et drainera la clientèle la plus nombreuse.

(Le Monde, 1^{er} avril 1974)

Rennes

Première expérience en France de « libre-service » intégral à bord des autobus

Pour la première fois en France, une expérience de « libre-service » intégral dans les autobus est réalisée par l'entreprise de transports en commun de Rennes : le machiniste n'a d'autre tâche que la conduite de son véhicule, la délivrance des billets en détail étant effectuée par un distributeur automatique.

Le « libre-service » a été introduit en décembre 1973 sur une ligne exploitée avec des nouveaux autobus SAVIEM de type SC 10, à trois portes doubles avec dispositif de sécurité.

Deux oblitérateurs sont placés sur les plates-formes arrière et médiane et un distributeur de billets est installé derrière le conducteur.

Les voyageurs munis de cartes à vue et de carnets de billets montent par les portes arrière et médiane ; les voyageurs achetant leur billet au détail, empruntent la porte avant et se procurent leur titre de transport au distributeur automatique. Celui-ci admet les pièces de 1 franc et de 50, 20 et 10 centimes ; toutes les combinaisons sont donc permises pour atteindre le prix du billet, fixé actuellement à 1,40 F. L'appareil ne rend pas la monnaie mais émet cependant un billet si la somme versée est supérieure à 1,40 F (cas du voyageur n'ayant sur lui qu'une pièce de 1 F et une de 0,50 F).

La descente s'effectue aux portes arrière et médiane. Pour la montée comme pour la descente, la commande d'ouverture de ces deux portes est effectuée par les voyageurs eux-mêmes (bouton lumineux à l'extérieur, boîtier de commande à l'intérieur).

(Transports Urbains, janvier-mars 1974 - Résumé)

Toulouse

Un autobus « design »

Pour la première fois en Europe, un autobus vraiment différent est présenté au public. La ville de Toulouse, à qui il est destiné, puis Lille, où il est exposé, en ont la primeur. Ses créateurs, la Saviem et Lonsdale International Design Consultants, ont baptisé « design » ce véhicule de cent places qui apporte une petite révolution dans le

transport en commun. Plus de travée centrale, plus de sièges bien alignés deux par deux, l'un derrière l'autre. Fini le simili-cuir. La moquette et les tissus sont de rigueur, ainsi que la sonorisation. La sécurité a fait l'objet de beaucoup de soins : les portes et les marchepieds sont « sensibles ». A la moindre menace d'un doigt coincé dans une charnière, les portes se rouvrent aussitôt. Tant qu'un voyageur pose le pied sur une marche d'accès, le véhicule ne peut démarrer.

L'innovation principale réside dans la division de la cabine en trois compartiments communiquant entre eux et disposés face à chacune des portes. L'aménagement particulier des sièges (escamotables aux heures d'affluence) rappelle celui des grands canapés de salon. Des passagers tournent le dos à la rue dans une ambiance plus chaude où les contacts sont plus faciles.

D'autre part, les composteurs de tickets sont placés au centre du véhicule. Les titres de transport peuvent être vendus dans les stations ou délivrés par une machine placée dans l'autobus. La tâche du conducteur est simplifiée et les temps d'arrêt écourtés. Des emplacements sont prévus pour les bagages encombrants.

L'initiative de ce projet revient conjointement au ministère des Transports (direction des transports terrestres), à l'Institut de recherche des transports et à la ville de Toulouse. Les usagers toulousains n'ont pas été directement consultés et l'expérience qui va être entreprise dans leur ville, où l'autobus « design » va être mis prochainement à l'essai sur plusieurs lignes, sera donc intéressante à suivre. Il n'est pas certain, en effet, que tous les aménagements nouveaux soient bien acceptés : le fait que peu de sièges se trouvent placés dans le sens de la marche, par exemple, peut rebuter bien des voyageurs.

(Le Monde, 24 avril 1974)

Nouvelles de l'étranger

Amsterdam

L'aéroport de Schiphol sera relié à Amsterdam et à La Haye

Le gouvernement des Pays-Bas a autorisé la construction de la ligne ferrée de Schiphol, qui doit relier l'aéroport aux villes d'Amsterdam et de La Haye. Des négociations sont actuellement en cours entre les services gouvernementaux et les Chemins de fer néerlandais; elles portent sur les modalités de financement de l'infrastructure. La ligne sera étudiée pour s'insérer dans le réseau à très grande vitesse des chemins de fer européens.

A Amsterdam, le niveau du terminus au centre de la ville, près du Rijksmuseum, fait l'objet de discussions; les Chemins de fer néerlandais aimeraient qu'il soit à une profondeur suffisante dans le sol pour faciliter ultérieurement le prolongement de la ligne, sous la cité, vers la banlieue nord.

Cette décision confirme une nouvelle étape dans la conception de la coopération chemins de fer aviation dans le contexte géographique européen. Il ne s'agit plus seulement de relier une ville à son aéroport, mais d'assurer à partir de grands aéroports une véritable « desserte en surface » par rail à moyenne distance. Les futurs aéroports ne seront plus seulement desservis par une gare du type « terminus de banlieue », mais aussi par une gare « de passage de grande ligne ».

(Revue générale des chemins de fer, février 1974)

Berlin-Ouest



Livraison de nouvelles voitures de métro à grand gabarit

Les vingt-huit éléments de deux voitures de métro à grand gabarit, (type F), qui seront livrés d'avril 1974 à mai

1975, permettront de satisfaire les besoins supplémentaires en matériel roulant résultant de l'extension du réseau.

Contrairement au matériel roulant existant, les sièges (38 voyageurs assis) des nouvelles voitures sont disposés transversalement; la capacité totale est de 197 voyageurs. La largeur et la longueur des caisses sont restées inchangées, compte tenu du gabarit du tunnel et de la longueur des quais, et s'élèvent respectivement à 2,65 m et environ 16 m. Les caisses sont en métal léger. Elles sont d'un type entièrement nouveau, l'épaisseur des parois étant réduite de 120 mm à 70 mm. Afin que la montée et la descente des voyageurs se fassent plus facilement, la largeur d'ouverture des trois portes a été augmentée d'une vingtaine de centimètres pour atteindre 1,20 m.

Tous les essieux sont moteurs : 4 par voiture avec un moteur par bogie, ce qui était estimé nécessaire depuis longtemps pour le métro de Berlin, compte tenu des accélérations au démarrage élevées (de 1,2 à 1,3 m/s²).

L'annonce des stations, avec indication des possibilités de correspondance, est enregistrée sur bande magnétique.

Le prix d'un élément de deux voitures s'élevait, au moment de la commande, à environ 1,03 million de DM.

(Nahverkehrs-Praxis, janvier 1974 - Résumé)

Düsseldorf

Projet de liaison ferroviaire entre la gare de Düsseldorf et l'aéroport

Après Francfort, Düsseldorf va être doté d'une liaison ferroviaire avec l'aéroport de Lohhausen.

Un contrat vient d'être signé, entre le ministre des Transports du Land de Rhénanie du Nord-Westphalie et le président de la Deutsche Bundesbahn, qui définit le financement tripartite

(Etat, Land, DB). Les travaux devraient débuter incessamment, la mise en service étant prévue pour l'automne 1975, à raison d'un mouvement toutes les 30 minutes.

Cette ligne sera prolongée jusqu'à Solingen-Ohligs; toutefois la mise en service de ce tronçon n'interviendrait que d'ici 5 à 6 ans. En phase finale, les mouvements se succéderaient à intervalles de 20 minutes.

(Revue générale des chemins de fer, février 1974)

Budapest

Rénovation du vieux métro

Le vieux métro de Budapest, appelé « Földalatti » (souterrain), date de 1896 et est l'un des plus anciens d'Europe : long de 3,5 km environ avec 11 stations, il s'étendait de la place Vörösmarty, près du Danube, jusqu'au parc municipal Varosliget. A l'origine, seuls circulaient des « trains » constitués par une unique motrice et ce n'est que beaucoup plus tard qu'on construisit des voitures avec cabine de conduite à distance pour pouvoir former des trains de deux voitures.

Après la mise en service du nouveau métro en 1970, il avait été décidé d'adapter cette ligne à gabarit réduit aux besoins d'une exploitation moderne et de modifier son tracé à l'est en la prolongeant de 1,5 km en souterrain jusqu'à Mexikói ut (rue du Mexique). C'est pourquoi l'exploitation du « Földalatti » a été interrompue au cours de l'été 1973.

Le « Földalatti » a été remis en service au mois de janvier 1974, avec deux nouvelles stations et un nouveau dépôt-atelier. Le matériel roulant entièrement renouvelé est constitué maintenant par dix éléments articulés à 8 essieux, à 3 caisses, qui peuvent atteindre la vitesse de 60 km/h et circulent à droite et non plus, comme auparavant, à gauche.

(Der Stadtverkehr, novembre-décembre 1973 et février 1974; International Railway Journal, janvier 1974; La Vie du Rail, 13 janvier 1974 - Résumé)

Londres



Expérimentation de nouveaux types de revêtement de sol pour les voitures du métro

Les voyageurs du métro, habitués au plancher en bois utilisé généralement sur les trains depuis la mise en service du métro, sont maintenant consultés sur le choix d'autres revêtements.

Une voiture de la Piccadilly Line est équipée de moquette, des carreaux en amiante vinylique et un revêtement composite sont expérimentés sur deux trains de la District Line et des essais d'autres matériaux de revêtement seront effectués dans les prochains mois.

Selon le London Transport, le bois d'érable, l'une des rares espèces de bois qui convienne aux planchers à lames utilisés d'habitude, devient plus difficile à se procurer et son coût a augmenté. C'est pourquoi le London Transport expérimente un certain nombre d'autres matériaux de revêtement pour évaluer leur résistance, leurs besoins du point de vue de l'entretien et leur coût relatif ainsi que la contribution qu'ils apportent au confort et à l'insonorisation. Les réactions des voyageurs seront prises en compte avant de décider s'il faut abandonner le revêtement en bois traditionnel pour adopter un autre matériau.

(Press Information London Transport, G.P.N. 423, 14 mars 1974)

Des radios portatives pour les contrôleurs des lignes d'autobus

Le London Transport a décidé de lancer un programme d'une valeur de 98 000 £ consistant à doter de radios portatives les contrôleurs de lignes d'autobus.

Ce programme résulte de l'expé-

rience couronnée de succès qui avait été réalisée à partir de 1970 dans le secteur de West Ham.

On espère créer au début de 1975 un certain nombre de réseaux à rayon d'action limité qui ne nécessiteront pas l'existence d'antennes fixes. Ces réseaux fonctionneront essentiellement dans le secteur sud et plus de 400 contrôleurs utiliseront des radios portatives.

En temps normal, ces radios fonctionneront indépendamment du réseau radio des voitures de surveillance et sur une fréquence différente. Mais elles seront également utilisées à bord de ces voitures pour faciliter des liaisons locales rapides en cas d'urgence.

(Motor Transport, 5 avril 1974)

Manchester

Le premier autobus britannique à batterie en service commercial

Le premier autobus britannique à propulsion électrique par batterie va bientôt être mis en service commercial à Manchester. Dénommé « Silent Rider », cet autobus, qui peut transporter 50 voyageurs, est dû à la collaboration du groupe industriel Chloride et de l'entreprise qui exploite les transports en commun de Manchester - le SEL-NEC PTE. Son rayon d'action est de 65 km, sans recharge, et il peut atteindre la vitesse maximale de 65 km/h. Sa source d'énergie consiste en batteries plomb-acide à 330 V, d'un poids total de 4 tonnes, équipées d'un dispositif automatique de remise à niveau. Un dispositif de recharge de conception révolutionnaire permettra de recharger toutes les batteries en moins de la moitié des huit heures nécessaires avec une installation de charge ordinaire.

Des études sont en cours pour mettre au point un autre modèle qui aura des batteries interchangeables, ce qui, du point de vue des dépenses d'exploitation, avantagera de beaucoup l'autobus à batterie par rapport aux véhicules à moteur diesel, alors qu'actuellement ces dépenses sont de même niveau.

L'autobus pourrait être rechargé en dehors des heures de pointe et il bénéficierait d'une plus grande souplesse d'exploitation. Les dépenses d'investissements pour un autobus à batterie « Silent Rider » s'élèvent à 20 000 £, contre 13 500 £ pour un autobus à moteur diesel.

(Traffic Engineering and Control, avril-mai 1974)

Moscou

Le transport par tramway

Sur environ treize millions de voyageurs utilisant quotidiennement les transports en commun à Moscou, près de deux millions empruntent le tramway. Le métro, les autobus, les trolleybus, les taxis ont progressivement chassé ce dernier du centre de la capitale, mais il fonctionne encore dans de nombreux quartiers et de nouvelles lignes sont même construites dans des secteurs en cours d'urbanisation.

Les six dépôts de Moscou groupent plus de 1 200 véhicules qui circulent sur des dizaines de lignes dont la plus courte est de 2,6 km et la plus longue de 21 km.

Le matériel ancien est progressivement remplacé par des véhicules confortables et silencieux construits en Tchécoslovaquie.

Près de 4 000 de ceux-ci sont en exploitation à Moscou et dans d'autres villes du pays. Avant la fin du neuvième quinquennat (1971-1975) leur nombre sera accru de près de 1 700.

Le tramway fonctionne dans plus d'une centaine de villes de l'URSS et, dans les années à venir, de nombreuses lignes doivent être ouvertes dans plusieurs autres agglomérations urbaines.

(La Vie du Rail, 10 mars 1974)

Le programme d'extension et d'équipement du métro en 1974

En 1974, il est prévu d'achever la

construction du prolongement vers le sud de la ligne Kaloujsko-Rijski, c'est-à-dire de la station Novyé Tchéré-mouchki à Béliaevo (3,8 km, avec 2 stations) et de terminer le réaménagement du complexe constitué par les trois grandes stations de correspondance adjacentes situées autour de la place Rouge.

La construction de la jonction centrale entre la place Noguine et la station Krasnoprésnenskaïa sera poursuivie ainsi que celle du prolongement de la ligne Krasnoprésnenski, de la station qui porte ce nom jusqu'à Planernaïa, vers l'ouest, soit un total de 12,8 km qui devraient être mis en service en 1975.

De plus commenceront la construction du prolongement vers le nord, jusqu'à Medvedkovo, de la ligne Kaloujsko-Rijski (8,3 km, avec 4 stations) ainsi que les travaux préliminaires de la nouvelle ligne radiale Kalininski, de la station Taganskaïa jusqu'à Novoguiévo.

Au cours de cette année s'achèveront les essais de ligne des nouvelles voitures de type I, dont le confort, la capacité, les performances sont plus élevés que ceux du matériel actuellement en service. Il est prévu d'équiper 75 voitures d'un dispositif de régulation de la vitesse à thyristors, ce qui permettra d'obtenir une économie d'énergie électrique de plus de 3 millions de kW. On projette également de supprimer les cabines de conduite sur 45 voitures intermédiaires, ce qui rendra possible une augmentation de la capacité des voitures, dont résultera un accroissement de la capacité de transport de 10 000 voyageurs par jour.

Sur les lignes Krasnoprésnenski et Kaloujsko-Rijski, soit au total 50 km de voie unique, on prévoit de mettre en service un système de conduite automatique des trains, ce qui permettra d'augmenter la qualité de l'exploitation et de supprimer cent postes de chefs de train. Dix kilomètres de ligne seront équipés d'un dispositif de régulation automatique de la vitesse, ce qui assurera un accroissement de la sécurité et de la fréquence de passage des trains.

Les travaux destinés à accroître la vitesse des escaliers mécaniques et à améliorer les techniques pour les entretenir et les réparer seront poursuivis. En ce qui concerne la méca-

nisation des opérations de péage et de contrôle, il est prévu d'installer 100 tourniquets aux sorties des stations, 10 changeurs automatiques fonctionnant avec de nombreuses pièces de monnaies et 10 calculatrices de monnaie électroniques. On envisage d'équiper la station Kolkhoznaïa d'un système de télécommande centralisée des mouvements de voyageurs.

(Gorodskoïé Khoziaïstvo Moskv, février et mars 1974)

Kharkov

Achèvement de la construction de premier kilomètre de ligne de métro

A la fin de l'année 1973, après quatre années de travaux, la construction du premier kilomètre de ligne du futur métro a été achevée.

(Der Stadtverkehr, février 1974)

Minsk

Un huitième métro soviétique

Un métro est actuellement en construction dans la capitale de la République biélorusse. Dans la phase finale, ce réseau aura une longueur totale de 70 km. Trois lignes principales se croiseront dans le centre de la ville.

Minsk sera la huitième ville soviétique à être desservie par un métro.

(International Railway Journal, mai 1974)

Nota : Les sept autres villes soviétiques dotées d'un métro sont Moscou, Leningrad, Kiev, Tbilissi, Bakou, Kharkov et Tachkent, le métro de ces deux dernières villes étant en construction.

Prague

Mise en service du métro

Le 9 mai 1974, une première section de ligne de métro a été mise en service dans la capitale tchécoslovaque. Longue de 6,7 km, presque entièrement souterraine, elle comprend 9 stations et est exploitée avec 50 motrices.

Séville

Approbation du projet de métro

La municipalité a approuvé le projet de construction d'une ligne de métro de 8 km de longueur, à écartement de voie de 1,435 m.

Les appels d'offres devraient être lancés dans le courant de l'année 1974.

La population de l'agglomération de Séville s'élève à environ 800 000 habitants.

(Railway Gazette International, avril 1974)

Boston

Essais d'un système d'éclairage de secours pour les voitures de métro et de tramway

Selon la « Massachusetts Bay Transportation Authority », qui exploite les transports en commun de Boston, les essais préliminaires d'un nouveau type d'éclairage de secours fonctionnant à l'énergie solaire pour les véhicules de transport en commun se sont achevés avec succès.

Ce nouveau système d'éclairage a deux particularités : il est entièrement indépendant des dispositifs d'éclairage existant à bord des voitures et l'énergie de secours est fournie de manière passive par la lumière solaire, emmagasinée dans une petite batterie et convertie en électricité par l'intermédiaire de cellules solaires de conception technique avancée.

Le système expérimenté comporte une batterie à électrolyte coagulé destiné à fournir l'énergie, trois panneaux de cellules solaires installés sur le toit pour maintenir la batterie chargée, un dispositif de commande, une diode pour le redressement du courant et plusieurs lampes placées aux endroits stratégiques.

Les essais ont démontré que le système fonctionnait avec succès. Il peut fournir suffisamment de lumière pendant plus de trois heures, en cas de nécessité. Les cellules solaires peuvent recharger complètement une batterie déchargée en 24 heures, même si l'ensoleillement est faible. Les cycles de décharge et de recharge ne détériorent pas la batterie et, ce qui est aussi important, l'équipement a été installé de façon à réduire au minimum les avaries accidentelles.

La MBTA prévoit d'installer ce dispositif d'éclairage de secours sur dix voitures de métro et de tramway afin d'effectuer des essais en service normal.

(Passenger Transport, 22 février 1974 - Résumé)

Chicago



Création d'un organisme régional des transports publics

Le succès du référendum du 19 mars portant sur la création de la « Chicago Metropolitan Area Regional Transportation Authority (RTA) » est attribué au vote très nettement favorable des habitants du comté de Cook, qui inclut la ville de Chicago. 674 290 électeurs se sont prononcés pour, 657 417 contre, soit une majorité de 17 873 voix.

Ce nouvel organisme regroupera les réseaux d'autobus et de métro de la « Chicago Transit Authority », les chemins de fer de banlieue et les services d'autobus de banlieue existants.

Selon le président de la « Chicago Transit Authority », M. Milton J. PIKARSKY, la création de la RTA ouvrira une ère entièrement nouvelle pour les transports publics des six comtés de l'État de l'Illinois de l'agglomération urbaine de Chicago. Des améliorations sont attendues presque immédiatement. Priorité sera notamment donnée à la création de nouveaux réseaux d'autobus dans les différentes banlieues ainsi qu'à l'amélioration des services existants de la CTA et des réseaux ferrés suburbains.

Un effort tout spécial sera fait pour maintenir les tarifs à un niveau peu élevé et pour prendre des dispositions en faveur des handicapés et des personnes âgées. Pour maintenir les tarifs à ce niveau, la RTA bénéficiera d'un certain pourcentage des recettes de la taxe de l'État sur les ventes et d'une partie des droits prélevés actuellement par l'État sur les voitures immatriculées dans la ville de Chicago. D'autres moyens de financement existants seront également affectés à la RTA.

(Passenger Transport, 22 mars 1974)

Commande de cent voitures de métro climatisées

La « Chicago Transit Authority » vient de passer un marché de 29 321 300 \$ pour la construction de cent voitures de métro climatisées.

Cette commande entre dans le cadre du programme de modernisation de la CTA pour lequel 140 millions de \$ ont été prévus et qui est financé pour les 2/3 par le gouvernement fédéral.

Les quatre premières voitures devaient être livrées d'ici à un an et la totalité du matériel d'ici à la fin de 1976.

L'une des caractéristiques les plus intéressantes de ce nouveau matériel sera l'existence de larges portes coulissantes conçues pour faciliter la montée et la descente des voyageurs ainsi que pour aider les handicapés. Chaque élément de deux voitures comportera 98 sièges. Ces nouvelles voitures sont également conçues pour réduire les bruits et les vibrations.

Parmi les autres caractéristiques on peut citer : un système de sonorisation amélioré avec des haut-parleurs près des portes de façon que les annonces faites dans les trains puissent également être entendues par les personnes qui attendent sur les quais, des liaisons radio bilatérales entre le conducteur et le poste de commande centralisée, des liaisons radio entre le conducteur et le chef de train, l'éclairage fluorescent.

Le marché prévoit une option d'achat de 100 voitures supplémentaires au cas où la nouvelle commande serait passée dans un délai de six mois.

(Passenger Transport, 1^{er} mars 1974)

Dallas

L'AIRTRANS : incidents techniques

L'aéroport de Dallas-Fort Worth, le plus grand du monde, dont la construction a coûté 700 millions de dollars, a été mis en service le 13 janvier. Mais

le système de transport AIRTRANS qui, lui, a coûté 34 millions de dollars et doit assurer sa desserte interne, ne fonctionne que partiellement. Les dispositifs de commande par ordinateur se sont avérés incapables d'assurer l'exploitation des 68 voitures du réseau, lorsqu'elles sont remplies de voyageurs, et les véhicules de service ainsi que les voitures de voyageurs sur pneumatiques n'ont pas pu gravir les rampes à forte déclivité verglacées. Avant que le réseau d'AIRTRANS ne soit complètement opérationnel, c'est-à-dire d'ici au mois de juillet, il n'assurera le transport des voyageurs qu'entre les terminus, le constructeur devant fournir, pendant cette période, camions et autobus pour transporter le fret et les employés et assurer les liaisons entre les terminus et les parcs de stationnement éloignés, en ce qui concerne les voyageurs.

(Engineering News-Record, 17 janvier 1974)

Nota : Les difficultés de mise en route du système AIRTRANS signalées dans cet article paraissent en grande partie résolues. Un ingénieur de la RATP qui a visité Fort-Worth au mois d'avril 1974 a constaté, en effet, que les véhicules transportant les voyageurs et le fret fonctionnaient normalement.

San Francisco

Le BART en déficit

La direction du BART a fait savoir que son réseau allait « sombrer » dans un an environ, si on ne lui accordait pas près de 13 millions de \$ de subventions d'exploitation. Aux termes de la loi qui a décidé la création du réseau, les recettes du trafic devaient, « dans la mesure du possible », couvrir toutes les dépenses d'exploitation. Cependant, le conseil de direction du BART affirme « qu'il n'est ni réalisable, ni, évidemment, souhaitable de relever les tarifs à un taux suffisant pour couvrir toutes les dépenses du BART énumérées dans la loi ». Malgré l'adoption d'un plan quinquennal financier et d'exploitation, il semble inévitable qu'un déficit d'exploitation survienne. Le chiffre cité pour l'année fiscale 1977/78 s'élève à 28 millions de \$;

ce déficit devra être financé par des ressources autres que les recettes du trafic.

(Modern Railways, avril 1974)

Expérimentation de deux trolleybus à propulsion par volant d'inertie

Deux trolleybus à propulsion par volant d'inertie vont effectuer des essais en ligne sur le réseau du « Municipal Railway », l'entreprise qui exploite les transports publics de surface de San Francisco.

Sur les trolleybus, équipés par la Société Lockheed, les volants d'inertie pourront tourner jusqu'à 12 000 tours/minute, ce qui est suffisant pour permettre un trajet d'une dizaine de kilomètres, avec une charge de 80 voyageurs.

Le volant d'inertie, placé dans une chambre à vide pour réduire les frottements causés par l'air, produira l'électricité nécessaire au fonctionnement du moteur de traction. Si la vitesse du volant d'inertie descend au-dessous de sa vitesse opérationnelle normale (6 000 tours/minute) le moteur pourra être alimenté par les trolleys. Simultanément, cette source d'énergie - ou, plus tard, des transformateurs souterrains - pourra également être utilisée pour réactiver le volant d'inertie.

Par ailleurs, ces trolleybus seront dotés d'un freinage par récupération, qui permettra, notamment, de faire du moteur un générateur d'énergie pour le volant d'inertie. Les 2/3 de l'énergie nécessaire aux trolleybus pour gravir les pentes des hauteurs de San Francisco pourront ainsi être récupérés lors des descentes.

(Time, 6 mai 1974 - Résumé)

Montréal



Renforcement des mesures techniques de sécurité dans le métro

Des prises d'eau vont être installées dans les tunnels du métro de Montréal tous les 120 ou 150 mètres, dans le cadre du programme d'amélioration des conditions de sécurité.

45 millions de \$ canadiens ont été affectés à la couverture des dépenses résultant de la réalisation de mesures de sécurité supplémentaires sur les sections de lignes de métro actuellement en construction.

(Railway Gazette International, avril 1974)

Sao Paulo

Commande d'équipements de péage automatique

Après un appel d'offres international, la Companhia do Metropolitano de São Paulo a confié à une société française, la Compagnie Générale d'Automatisme (CGA) du groupe CGE, l'étude et la réalisation du système automatique de contrôle d'admission des voyageurs des 23 stations de la ligne de métro en construction. Les cent premiers équipements seront mis en service progressivement à partir de juillet 1974, les suivants avant juin 1975.

(Le Nouveau Journal, 15 mai 1974 - Résumé)

Rapport d'activité des transports en commun de Bruxelles

(Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles) - Exercice 1973

Le trafic voyageurs de la S.T.I.B. qui, pour la première fois depuis 25 ans, s'était accru en 1972, a encore augmenté de 2,1 % en 1973 pour s'élever à 178 millions de personnes transportées. Le service offert a également, légèrement progressé : 38,1 millions de kilomètres-voitures, soit une augmentation de 0,3 millions.

Au cours de l'exercice, l'activité de la S.T.I.B. s'est caractérisée principalement par la préparation à la mise en exploitation, au cours des prochains mois, de nouveaux tronçons du pré-métro et du métro. Vingt-deux chantiers, représentant 11,5 km de lignes et 19 stations, ont été adjudés, poursuivis ou terminés.

Le prolongement des tronçons du pré-métro et surtout la mise en service en 1975 et 1976 de la première ligne de métro exigeront une refonte profonde du réseau de surface ; dans cette optique un programme détaillé des modifications qui affecteront ce réseau a été établi.

Les tarifs en vigueur depuis le 1^{er} octobre 1968 ont été modifiés le 1^{er} août 1973. Cette restructuration tarifaire s'est notamment traduite par une sensible diminution du prix des cartes d'abonnement, qui sont valables aussi bien sur les réseaux de la S.T.I.B. que sur les réseaux urbains de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges et de la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux : 90 FB au lieu de 125 FB, pour la carte hebdomadaire ; 360 FB au lieu de 500 FB, pour la carte mensuelle et 3 600 FB au lieu de 5 500 FB pour la carte annuelle. Le prix du billet à l'unité est passé de 8 à 9 FB, mais le supplément pour la correspondance a été supprimé. Par ailleurs la différence plus grande (10 FB au lieu de 5 FB) entre le prix de la carte multi-voyages, vendue dans les voitures et celui de la carte vendue à l'extérieur a fait passer à 77,2 % le nombre de cartes vendues en dehors des voitures (74,6 % en 1972). Le nombre de voyages effectués avec un billet vendu à l'unité s'est élevé à 28,1 % l'année précédente.

Le parc de matériel roulant comportait, à la fin de l'exercice, 1 070 voi-

tures dont 522 autobus, chiffre identique à celui de 1972, et 548 voitures de tramway (—41 voitures). Les 25 derniers tramways articulés, faisant partie de la commande de 128 voitures de ce type passée en 1969 et 1971, ont été livrés en 1973, ce qui a permis de retirer du service la plupart des voitures du type le plus ancien. La modernisation du parc d'autobus s'est poursuivie avec la mise en service de 99 voitures modernes, en remplacement d'autobus datant de 1956 à 1958 ; en outre, une commande de 160 autobus supplémentaires a été passée. Par ailleurs, les 45 éléments de deux voitures nécessaires à l'exploitation de la ligne n° 1 du métro, ont été mis en fabrication en 1973 et seront livrés en 1974/75.

L'effectif du personnel, resté encore insuffisant pour améliorer les fréquences autant qu'il serait souhaitable, surtout aux heures creuses, est passé à 5 371 agents, soit une soixantaine de plus qu'en 1972.

Les dépenses d'exploitation se sont élevées à 2 813 millions de FB et les recettes à 1 145,2 millions de FB, soit un déficit de 1 667,8 millions de FB, supérieur de 442 millions de FB à celui de l'exercice précédent.

Monsieur P. APPELMANS a été nommé directeur général de la S.T.I.B. le 1^{er} février 1974, en remplacement de Monsieur P. REYNAERT.

Rapport d'activité des transports en commun de Londres

(London Transport Executive) - Exercice 1973

Au cours de l'exercice 1973, pour l'ensemble des réseaux du LTE, bien que la pénurie du personnel d'exploitation et les encombrements de la circulation se soient traduits par une baisse du service offert (629 millions de kilomètres-voitures, soit 5,4 % de moins qu'en 1972) le trafic voyageurs a légèrement augmenté : 2 083 millions de personnes transportées, soit + 0,7 %.

A la fin de l'exercice, l'effectif du personnel du LTE s'élevait à 54 897 agents, soit près de 2 600 agents de moins qu'en 1972. On estime à environ 6 800 le nombre d'agents supplémentaires qui seraient nécessaires. Si la pénurie de personnel d'exploitation du réseau routier (15 % des effectifs nécessaires) n'est pas un fait nouveau, par contre, pour la première fois en 1973, une situation analogue est apparue au réseau ferré où l'insuffisance de personnel d'exploitation s'élève à

7,3 % des effectifs nécessaires. C'est pourquoi, outre les discussions avec les autorités de tutelle et les syndicats pour essayer de résoudre ce problème, le LTE a lancé une campagne de recrutement par voie de presse, d'affiches et à la télévision.

En septembre 1973, le Conseil du Grand Londres (GLC) a refusé l'augmentation des tarifs proposée par le LTE, de peur que des tarifs plus élevés ne dissuadent les Londoniens d'utiliser davantage les transports en commun ; en contrepartie il lui a accordé une subvention de 5 millions de £, pour lui permettre d'équilibrer son budget de 1974. Depuis cette même date, les personnes âgées (875 000 à la fin de l'exercice) peuvent voyager gratuitement sur le réseau d'autobus, mais uniquement aux heures creuses et pendant le week-end.

En 1973, les recettes d'exploitation, y compris les recettes hors-traffic se sont élevées à 156,9 millions de £ et les dépenses d'exploitation à 165 millions. Mais, compte tenu de la subvention de renouvellement et d'amor-

tissement de 18,1 millions de £ versée par le GLC, l'exercice s'est soldé par un excédent de 10 millions de £ soit 7,4 millions de plus que l'année précédente. Cet excédent est dû en partie à l'augmentation des recettes du trafic (+ 3,2 millions de £), mais il doit surtout être imputé à la pénurie de personnel.

En ce qui concerne les dépenses d'investissements, elles se sont élevées à 42,4 millions de £ : 25,5 millions pour les dépenses de premier établissement, financées par le gouvernement (19,8 millions, et par le GLC 5,7 millions) et 18,1 millions pour les frais d'amortissement et de renouvellement, financés par la subvention du GLC déjà mentionnée.

Réseau routier

L'année 1973 a marqué une halte dans la régression du trafic voyageurs : en effet le nombre de personnes transportées s'est élevé à 1 439 millions, soit une augmentation de 26 millions par rapport à 1972, malgré une baisse de près de 5 % du service offert (293 millions de kilomètres-voitures). Mais plus de 10 % du kilométrage prévu n'a pu être effectué par suite du manque de personnel d'exploitation, soit près de 50 % de plus que l'année précédente.

A la fin de l'exercice le parc comprenait 6 534 autobus, soit environ 200 de plus qu'en 1972 : 2 596 d'entre eux étaient exploités à un agent. En cours d'année, 474 autobus à étages DMS à un agent ont été livrés, qui font partie d'une commande de 1 600 voitures de ce type. De plus une nouvelle commande de 938 autobus, dont 843 à étage, a été passée.

Pour ce qui est des services expérimentaux, outre les 4 lignes de minibus à l'essai depuis la fin 1972, le LTE a proposé au GLC la création de 10 services d'autobus express, dits « Speedibus », pour assurer des liaisons directes entre le centre de Londres et la banlieue, avec utilisation de couloirs réservés et application d'autres mesures de priorité.

Fin 1973, sur les 7 lignes d'autobus équipées de la radiotéléphonie, six étaient exploitées à l'aide du système d'identification automatique des voitures en ligne B.E.S.I.

A cette même date, 45 couloirs réservés aux autobus, représentant une longueur totale de 11,3 km, étaient en service ; 61 nouveaux couloirs seront créés en 1974. Une section d'Oxford Street a été entièrement réservée aux autobus et aux taxis. Des essais d'équipements électroniques montés sur les autobus pour leur donner la priorité aux feux de signalisation des carrefours étaient prévus pour le début de 1974.

367 nouveaux abris ont été installés aux points d'arrêt ; 600 autres le seront en 1974.

Réseau ferré

Par suite de la diminution rapide de l'effectif des chefs de trains en cours d'année, le service offert a décliné, passant de 359 millions de kilomètres-voitures à 336 millions, ce qui s'est concrétisé par une réduction de la fréquence de passage des trains sur tout le réseau, à l'exception de la Victoria Line. Parallèlement le trafic voyageurs a baissé : 644 millions de personnes transportées, soit 11 millions de moins qu'en 1972.

Le LTE poursuit les études en vue d'appliquer la conduite à un agent sur d'autres lignes ; ce type d'exploitation devrait être mis en service dans deux ans sur la Hammersmith and City Line et sur la Circle Line.

Par rapport à 1972, la composition quantitative du parc est restée pratiquement inchangée : 4 379 voitures. 63 trains de sept voitures ont été livrés pour être mis en service sur la Northern Line. De plus, 88 nouveaux trains de six voitures, à caisse plus longue, destinés à la Piccadilly Line sont en construction : une partie d'entre eux seront livrés en 1974.

Les efforts du LTE ont porté sur l'installation d'un système de contrôle automatique d'admission dans les stations : en 1973, des portillons automatiques d'admission ont été placés dans 13 stations supplémentaires.

Dans le cadre du programme de 20 ans de modernisation du métro, dont le coût est évalué à près de 600 millions de £, d'importants travaux ont été réalisés pour la modernisation des stations.

Pour ce qui est de l'extension du ré-

seau, la construction du prolongement à Heathrow de la Piccadilly Line (5,6 km) a progressé. La mise en service de la première section est prévue pour le second semestre 1975, celle de la deuxième section, pour 1976. En ce qui concerne la Fleet Line, sur la section de 4,4 km de longueur entre Baker Street et Strand, la construction des deux tunnels jumelés était achevée à 75 %, à la fin de 1973, et 3 stations souterraines étaient construites. Compte tenu des contraintes financières, il semble inévitable que la construction de la section Strand-Fenchurch Street sera retardée.

L'étude du projet prévoyant l'éventuelle construction, à long terme, d'une nouvelle ligne transversale d'orientation nord-est/sud-ouest, de Hainault vers Wimbledon, s'est poursuivie en 1973, de même que celle d'un autre projet visant à prolonger la Bakerloo Line, de son terminus sud actuel vers Camberwell et Peckham.

