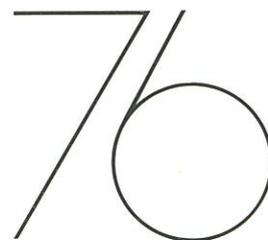


M. Bardot



septembre - octobre

DOCUMENTATION INFORMATION



RATP

A thick blue L-shaped graphic element that starts as a vertical line on the left side of the page and turns 90 degrees to become a horizontal line at the bottom, ending just before the RATP logo.

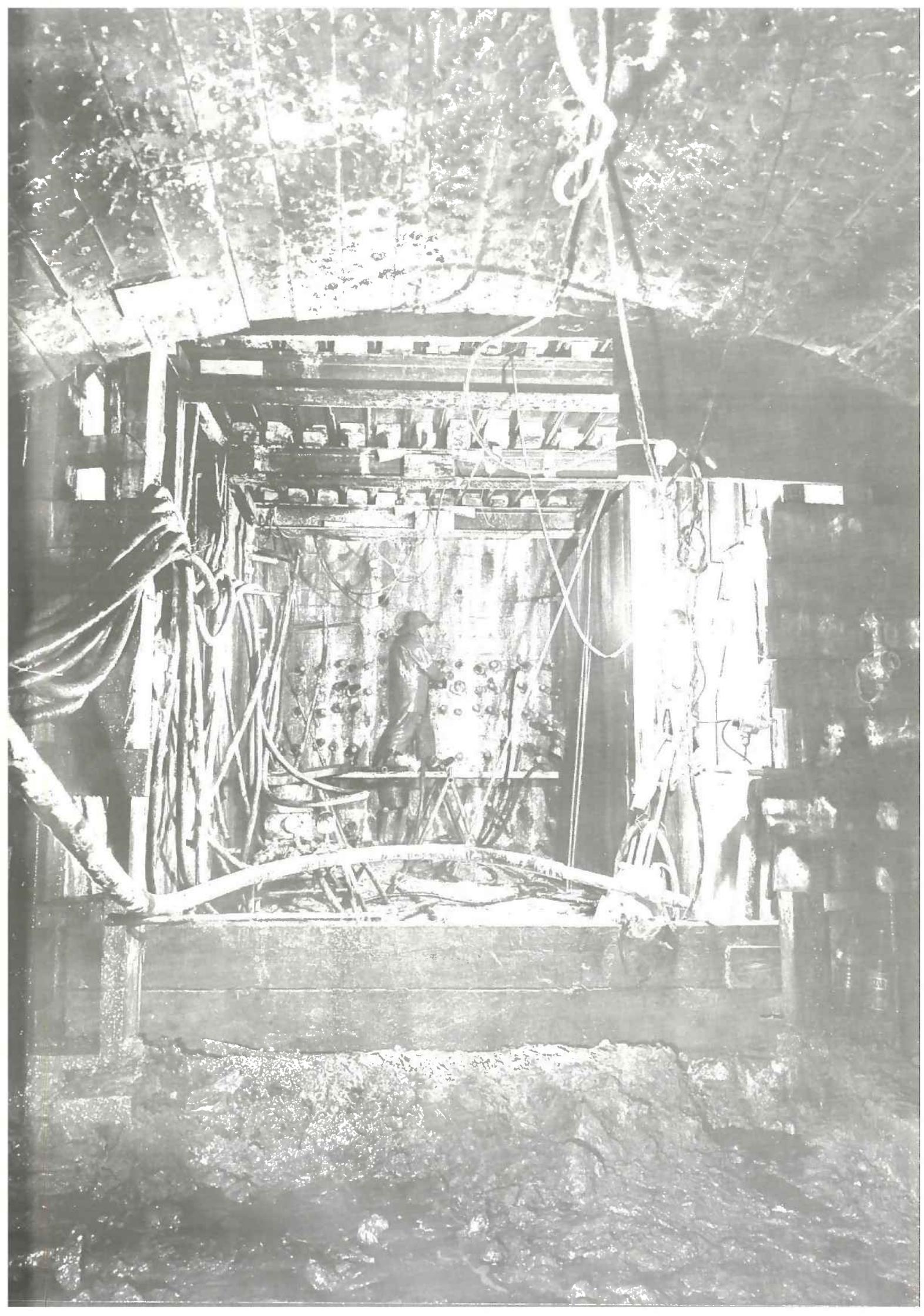
REGIE
AUTONOME
DES
TRANSPORTS
PARISIENS

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

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

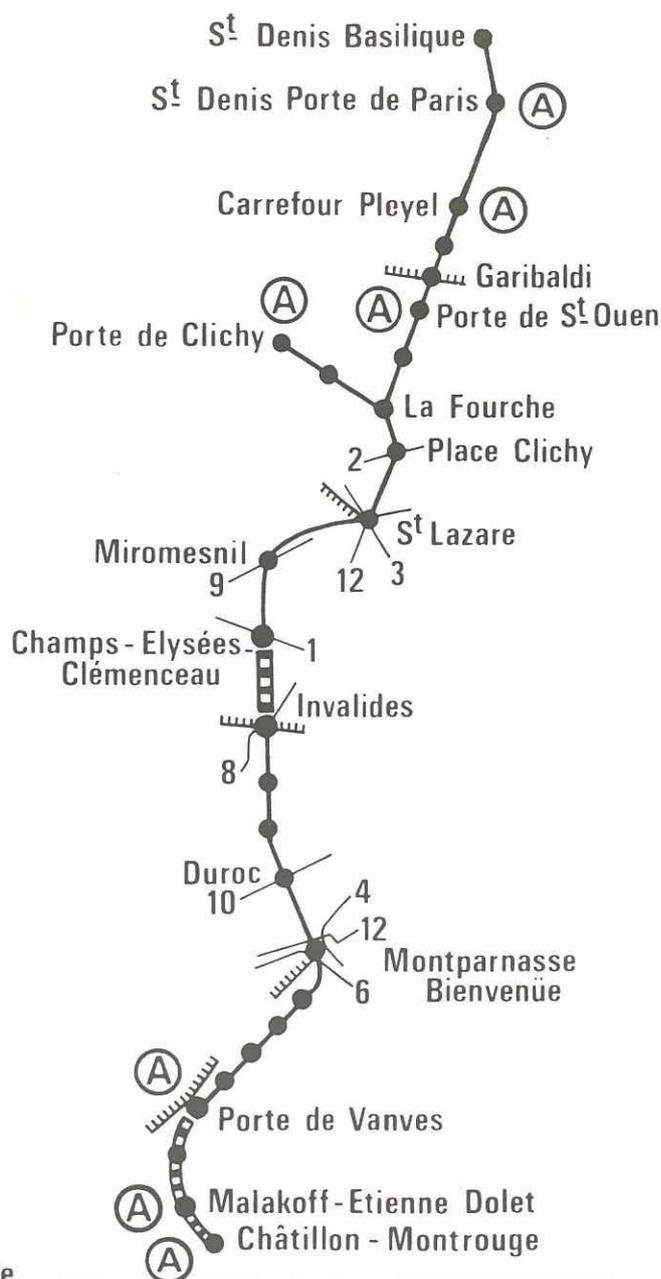
sommaire

L'ACTUALITÉ DANS LES TRANSPORTS PARISIENS	
La nouvelle ligne 13 « Saint-Denis Basilique - Châtillon-Montrouge »	5
RER : le prolongement de la ligne de Sceaux de Châtelet-Les Halles à la Gare du Nord	18
Le matériel interconnexion MI 79	25
Vues des travaux en cours	32
NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP	
Nouvelles diverses de la RATP	35
Nouvelles diverses de la RATP - Réseau ferré	36
Nouvelles diverses de la RATP - Réseau routier	37
Trafic et service de l'année 1976	48
LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE	
Le métro de Washington	51
Compte-rendu du séminaire IFAC sur l'optimisation dans les transports	55
Nouvelles de France	57
Nouvelles de l'étranger	58
Rapport d'activité des transports en commun de Bruxelles	62
Rapport d'activité du Syndicat des transports publics de Hambourg	62



La nouvelle ligne 13 Saint-Denis Basilique Châtillon-Montrouge

Le 9 novembre 1976, la RATP a mis en service la jonction des lignes n° 13 et 14 entre Champs-Élysées-Clemenceau et Invalides et le prolongement de la ligne n° 14 à Châtillon-Montrouge. Les deux lignes n° 13 et 14 ne constituent désormais plus qu'une seule et même ligne, qui prend le nom de ligne n° 13.



Légende

- Section nouvelle
- Correspondance SNCF
- " Métro
- " Autobus de banlieue

Plan général de la ligne

Avec ces réalisations, le réseau de métro urbain vient de s'enrichir d'une transversale nord-sud, d'une longueur de 17 kilomètres, assurant une liaison directe à travers Paris, entre Saint-Denis au nord et Châtillon-sous-Bagneux au sud, et comportant une branche secondaire de 1,4 km desservant la Porte de Clichy, en cours de prolongement jusqu'à Clichy, Asnières et Gennevilliers.

Cette nouvelle ligne apportant au réseau un maillage supplémentaire, va améliorer considérablement les relations entre la rive gauche et la rive droite. Desservant directement trois importants pôles d'activité, le quartier de l'Europe, les Champs-Élysées et Montparnasse, et quatre gares SNCF, Garibaldi (à St-Ouen), St-Lazare, Invalides et Montparnasse, elle est en outre en correspondance avec dix autres lignes de métro. Son attractivité devait être de ce fait très importante. Alors que la charge maximale sur le tronçon le plus chargé à l'heure de pointe du soir n'atteignait pas 15 000 voyageurs sur la ligne n° 13 avant jonction et 6 300 voyageurs sur la ligne 14, on devrait enregistrer nettement plus de 20 000 voyageurs dans l'heure sur la nouvelle ligne. Cet afflux de voyageurs devrait résulter d'une part d'un transfert de voyageurs d'autres lignes, notamment la ligne n° 12 qui relie aussi Saint-Lazare à Montparnasse, mais qui n'a avec la gare SNCF du même nom qu'une correspondance malaisée, d'autre part d'un trafic induit. Un dispositif statistique très complet a d'ailleurs été mis sur pied pour analyser de façon aussi fine que possible les déplacements de trafic engendrés par cette opération. Nous en porterons les résultats à la connaissance des lecteurs de RATP-Documentation-Information dès qu'ils seront disponibles.

Le nouveau tronçon en banlieue sud se trouve entièrement situé dans la zone tarifaire n° 2 de la carte orange ; le tarif urbain s'appliquera donc sur toute la longueur du prolongement.

Le prolongement a entraîné quelques remaniements du service des autobus sur les lignes ci-après :

- Ligne 191 - « Porte de Vanves - Clamart (Place Hunebelle) » :
 - création de services partiels Clamart (Hunebelle) - Malakoff - Etienne Dolet ;
 - prolongement de certains services de Clamart Hunebelle à la Place du Garde.

Ligne 194 et ligne 195 - « Porte d'Orléans - Châtenay-Malabry » ;

— déviation de la totalité des courses par la station Châtillon-Montrouge qui devient terminus intermédiaire pour certaines courses de la ligne 194. Une rectification d'itinéraire de cette dernière ligne dans Châtenay-Malabry permet en outre de réduire légèrement son temps de parcours.

Caractéristiques générales des nouveaux tronçons de lignes

Section « Champs-Élysées Clemenceau - Invalides »

Ce tronçon, entièrement souterrain, franchit la Seine légèrement en amont du pont Alexandre III et se développe ensuite sous l'aérogare des Invalides après être passé sous la gare SNCF du même nom. Il ne comporte aucune station nouvelle. Il relie la station « Champs-Élysées-Clemenceau » qui était depuis 1975 le terminus sud de la ligne n° 13 à la station « Invalides », terminus nord de la ligne n° 14. La longueur du tronçon, entre axes des stations encadrantes est de 826 m. La jonction des deux lignes a conduit à remanier profondément la station « Invalides » ; ces remaniements ont fait l'objet d'une description détaillée dans le numéro de juillet-août de l'année 1975.

Il est prévu par ailleurs d'établir une liaison piétonnière souterraine et mécanisée entre la station « Invalides » et la gare SNCF. Ce projet est à l'étude. Il devrait être réalisé dans le même délai que la jonction, entre les gares d'Invalides et d'Orsay, des lignes de la SNCF desservant Versailles RG et la banlieue d'Orléans-Austerlitz, c'est-à-dire en 1979.

① Prolongement de la ligne 14 - Lot 2 -
Vue de la plate-forme au niveau du passage inférieur « Pierre Brossolette ».

② Vue des quais de la Station « Malakoff - Plateau de Vanves », avant l'inauguration.



Section « Porte de Vanves - Châtillon- Montrouge »

Le prolongement de la ligne à partir de la Porte de Vanves se développe successivement sur les territoires de la Ville de Paris puis sur celui des communes de Malakoff et de Châtillon-sous-Bagneux. Il dessert trois stations nouvelles « Malakoff-Plateau de Vanves » et « Malakoff-Etienne Dolet » sur la commune de Malakoff et « Châtillon-Montrouge » sur la commune de Châtillon-sous-Bagneux, à la limite de Montrouge. Les distances entre stations, calculées d'axe en axe, sont de 790 m entre Porte de Vanves et Malakoff-Plateau de Vanves, 935 m entre cette dernière et Malakoff-Etienne Dolet et 610 m entre celle-ci et Châtillon-Montrouge.

Souterrain jusqu'à la première station, le tracé est établi ensuite à l'air libre, la ligne empruntant pour l'essentiel la plate-forme dite de Gallardon qui supporte également les voies SNCF reliant la Gare de Montparnasse au dépôt de Montrouge.

La voie est équipée de longs rails soudés posés sur béton dans la partie souterraine selon la pose dite « sonneville », avec semelles et chaussons élastiques, et posés sur ballast dans la partie ancienne.

Bien que ce type de pose de voie et l'utilisation de voitures modernes (MF 67 dans un premier temps, MF 77 ensuite) laissent prévoir un niveau de bruit très faible, une protection supplémentaire des riverains les plus exposés a été prévue avec la pose d'un écran anti-bruits lourd et d'un écran entre voies sur une longueur de 850 mètres.

Les stations ont toutes été construites avec des quais de 75 m de longueur, aisément allongeables à 105 mètres. Elles ont les caractéristiques particulières ci-après :

Malakoff-Plateau de Vanves :

Elle a deux quais latéraux desservis par des escaliers fixes. Le quai direction banlieue comporte en outre un escalier mécanique ; la possibilité d'installer un escalier mécanique sur l'autre quai lors du prolongement ultérieur de la ligne vers le sud a été réservée. Le bâtiment voyageurs est situé au-dessus

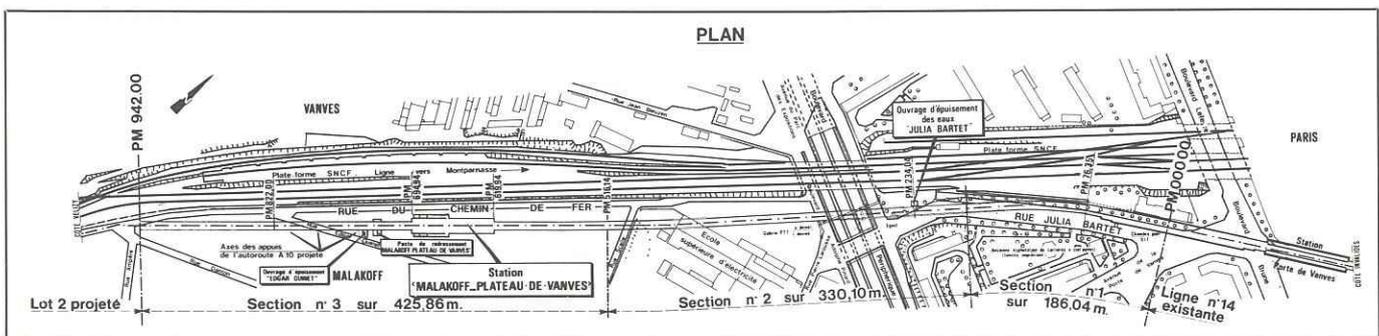
des voies, au niveau du sol naturel. Il comporte 6 postes de péage automatique. Outre l'entrée côté Malakoff, il possède également une entrée côté Vanves reliée par un passage souterrain public creusé dans le tablier des voies SNCF de la ligne Paris-Le Mans qui débouche dans la rue J.-Bleuzen à Vanves. Un square et un parc de stationnement ont été aménagés aux abords immédiats de la station.

Malakoff - Etienne Dolet :

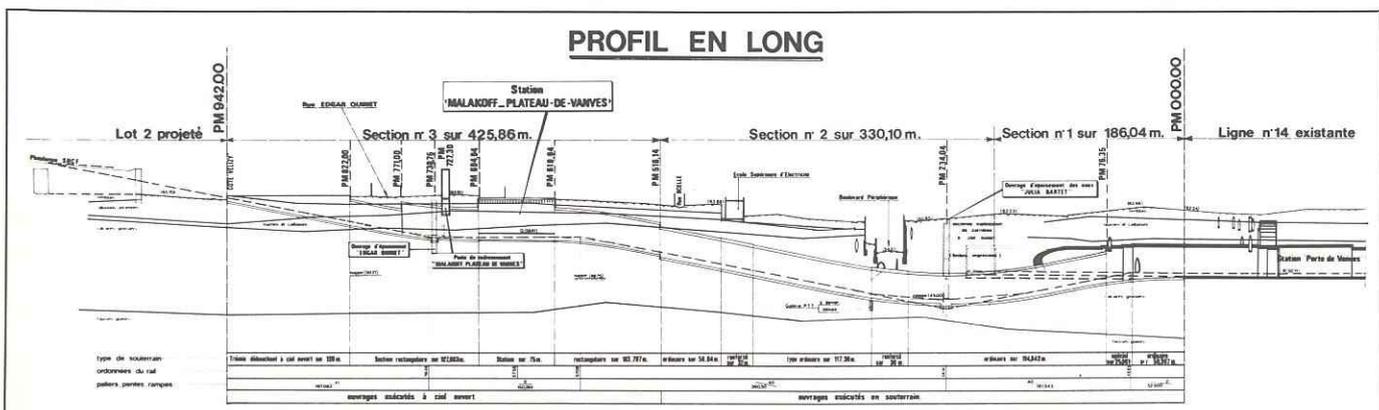
Le bâtiment voyageurs est ici situé au-dessous des voies. Il est relié aux deux quais par des escaliers fixes. Le quai direction Paris est également équipé d'un escalier mécanique. La ligne de contrôle comprend cinq tourniquets de péage automatique ; un parc à voitures d'une cinquantaine de places réservées aux voyageurs du métro a été aménagé à proximité.

Châtillon-Montrouge :

Il s'agit d'une station à trois voies avec un quai latéral et un quai central. Chaque quai est desservi par deux escaliers, dont un mécanisé sur le quai direction Paris. Le bâtiment voyageurs est situé sous les voies. La ligne de contrôle comprend 7 postes de péage.



Prolongement de la ligne 14 - Lot 1 - Plan « Porte de Vanves - Vanves ».



Prolongement de la ligne 14 - Lot 2 - Profil en long « Porte de Vanves - Vanves ».

Exécution des travaux

Les travaux ont été conduits avec une grande célérité et ont duré trois ans à peine. La jonction des lignes 13 et 14 a été entreprise le 23 octobre 1973. Deux ans après, le gros œuvre était terminé. Quant au prolongement vers le sud de la ligne n° 14, entrepris en février 1973, il aurait pu être mis en service sensiblement plus tôt si le déroulement des travaux n'avait été ralenti par des difficultés administratives.

Certains chantiers, notamment ceux de la jonction Champs-Élysées-Clémenceau-Invalides, présentaient pourtant de très grandes difficultés qui ont nécessité, une fois encore, la recherche et la mise en œuvre de techniques originales.

La jonction des lignes 13 et 14

Les nouveaux ouvrages* comprennent, à partir du cul-de-sac provisoire de la station « Champs-Élysées-Clémenceau » :

- un souterrain à deux voies, de section circulaire et de 7,23 m de diamètre, long de 106,37 m ;
- l'ouvrage de traversée de la Seine, long de 129,20 m, soit 18 m de plus que la largeur du fleuve, à section rectangulaire ;
- un souterrain à deux voies de même type que le souterrain rive droite, se développant sur 197,99 m ;
- la culotte de raccordement, longue de 129,22 m, permettant de passer de deux à trois voies pour entrer dans la station « Invalides ».

LE TUNNEL EN RIVE DROITE

Il était suffisamment profond pour ne rencontrer aucun obstacle autre que les parois moulées du souterrain routier situé au droit du pont Alexandre III. De ce fait, les principales dif-

ficultés rencontrées dans sa construction ont résulté du site géologique qui comprenait successivement :

- une épaisseur de 5,20 à 7 m de remblais ;
- une couche d'alluvions modernes, reposant sur une mince couche d'alluvions anciennes, ayant au nord une épaisseur de 6 m se réduisant progressivement, composée de sables grossiers et d'argiles ;
- un banc de calcaire grossier très dur dont l'épaisseur variait de 6 à 4,50 m ;
- une couche de glauconie de 1 mètre ;
- des sables du Cuisien, ayant 5 ou 6 mètres d'épaisseur et reposant sur un substratum de fausses glaises.

Le tracé du tunnel se situe principalement dans le calcaire, mais la clé de voûte est dans les alluvions anciennes et le radier dans la glauconie et les sables du Cuisien.

Le traitement des sables du Cuisien s'étant révélé une opération difficile, il a fallu procéder à un traitement systématique de tous les terrains entourant le tunnel de façon à consolider le terrain sur une épaisseur de 3,50 m tout autour de l'excavation. De plus, on a procédé à des rabattements de nappe pour réduire la sous-pression à 6 mètres au lieu de 10 ou 15 mètres suivant les zones.

La présence du banc calcaire a permis d'exécuter la voûte en pleine section sur toute la longueur de l'ouvrage. L'attaque a été menée à partir du puits Alexandre III.

Les terrassements étaient exécutés avec un engin monté sur chenilles, équipé d'une fraise pour abattre le terrain et doté de moyens de marinage, le terrain étant maintenu par des cintres autoportants et un blindage métallique par palfeuilles. La voûte était bétonnée à l'aide de deux jeux de coffrages télescopiques de 1,60 m de longueur chacun, le bétonnage s'effectuant à trois travées de distance du front de taille. Quatre travées, dans un passage rendu particulièrement délicat par l'absence d'alluvions anciennes au-dessus de la couche de calcaire, ont été exécutées à la main, les cintres et blindages ayant été abandonnés dans le béton.

Le terrassement des terrains sous la voûte s'est ensuite effectué en deux temps : enlèvement d'une première couche de calcaire, conservant une protection du banc calcaire sur 0,50 m,

puis terrassement complet des piédroits et du radier en faisant suivre le bétonnage le plus vite possible, le bétonnage des piédroits et du radier suivant le terrassement à deux travées seulement, l'objectif étant que terrassement et bétonnage d'un anneau soient exécutés dans la journée.

LA TRAVERSÉE SOUS-FLUVIALE

Après de nombreuses hésitations, il a été décidé d'effectuer la traversée de la Seine au moyen de caissons préfabriqués à sec et échoués au fond d'une souille draguée à partir de la surface du fleuve.

L'ouvrage comprend au total quatre caissons placés sur une courbe de 900 m de rayon.

La géologie

La méthode choisie pour effectuer la traversée sous-fluviale a été arrêtée en fonction des caractéristiques géologiques du terrain.

Le niveau moyen du fleuve se situe à la cote (26,50 NGF) et celui du fond naturel à la cote (22,00) environ.

Le terrain, sous ce lit naturel, est constitué de la manière suivante :

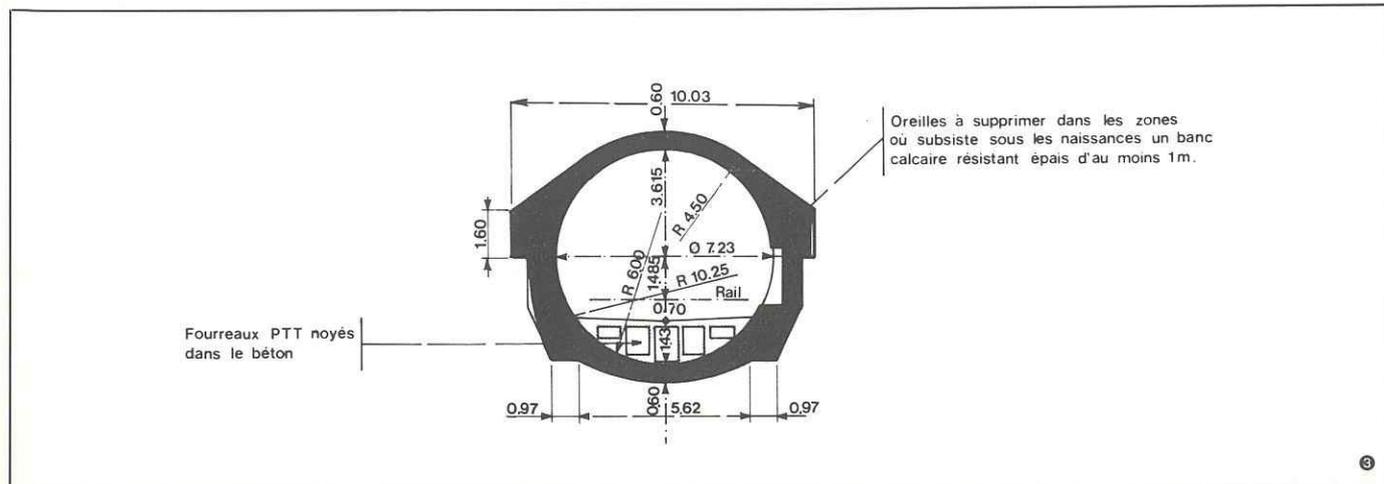
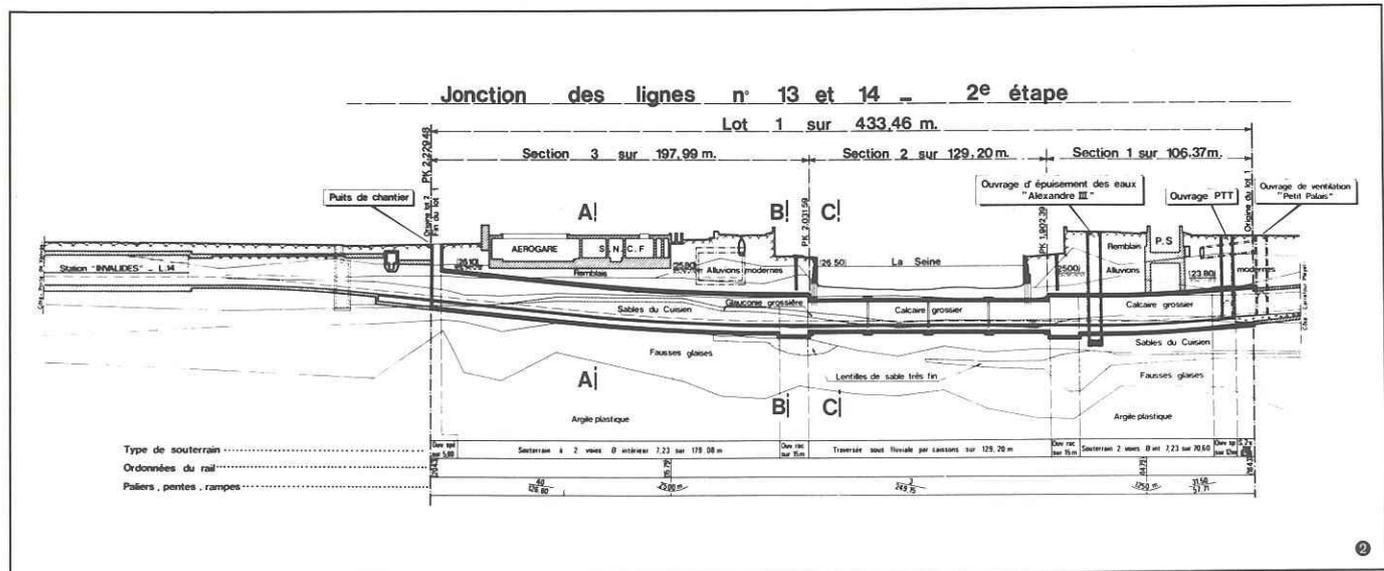
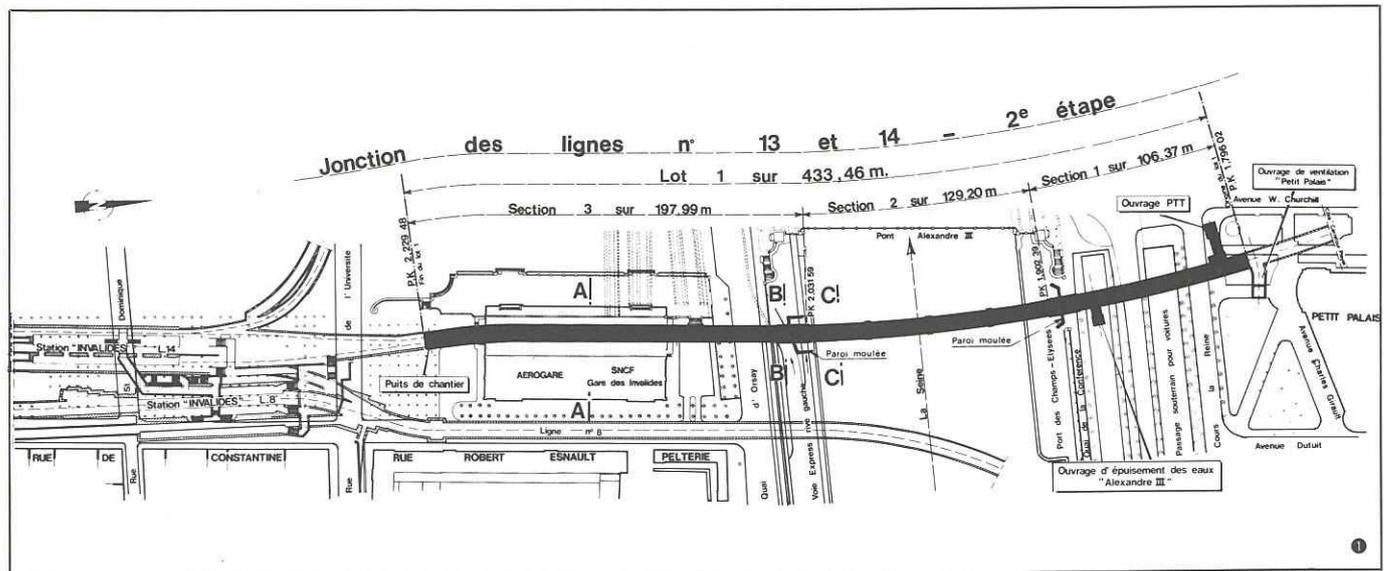
- une couche de vase, de l'ordre de 0,40 m d'épaisseur ;
- des alluvions anciennes, jusqu'aux environs de la cote (20,00) ;
- un banc calcaire qui va en s'amenuisant vers la rive gauche et qui s'érode totalement en « croissant », puisque, à l'aval du pont Alexandre III, on ne le trouve pratiquement plus ;
- un banc de glauconie, plus ou moins cohérente, extrêmement dure et extrêmement compacte dans certaines zones et ailleurs, totalement pulvérulente ;
- les sables du Cuisien. Ce sont des sables à granulométrie assez grossière. Ils se présentent ici de façon assez défavorable en ce sens que l'on y trouve beaucoup d'éléments fins et de très nombreuses inclusions de lignite en banc et, éventuellement même, de tourbe. Il en résulte une certaine compressibilité du matériau et des difficultés de traitement puisque le lignite est absolument réfractaire aux injections ;
- les fausses glaises que l'on trouvera en fond de souille aux environs de la cote (11,70).

* Deux articles très détaillés ayant pour sujet la jonction sous la Seine des lignes n°s 13 et 14 et la transformation de la station « Invalides » ont été publiés par la revue « Chantiers de France » (n°s 78 de mars 1975 et 80 de mai 1975).

Jonction des lignes 13 et 14 - Lot 1

Traversée sous-fluviale.

- ① - Plan.
- ② - Profil en long.
- ③ - Souterrain à 2 voies - Ø intérieur 7,23 m.



①- Schéma d'équipement et de pose d'un caisson.

②- Caisson : L. intérieure 7,30 m.

La souille

L'ouvrage constitué par l'appareillage des quatre caissons préfabriqués précontraints est échoué au fond d'une souille, d'une largeur de 11,10 m, à la cote (12,00) ou (11,70) et dont les talus latéraux s'ouvrent à 1/6, jusqu'au niveau du contact du calcaire grossier et des alluvions anciennes, soit la cote (20,20) approximativement, où après une risberme de 1 m, ils s'évasent à une pente de 2/1 jusqu'au fond naturel du fleuve. L'ouverture de la souille à la cote (20,20) est de 14 m et sa profondeur jusqu'au niveau du fond naturel de 10,50 m, soit à 15 m au-dessous du niveau moyen du fleuve.

L'excavation devait donc traverser sur toute leur hauteur, la glauconie et les sables du Cuisien, qu'il était nécessaire de consolider avant de procéder à l'ouverture de la souille.

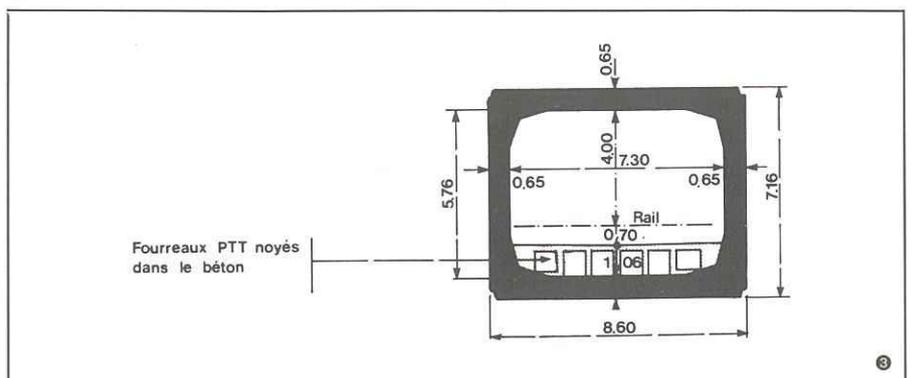
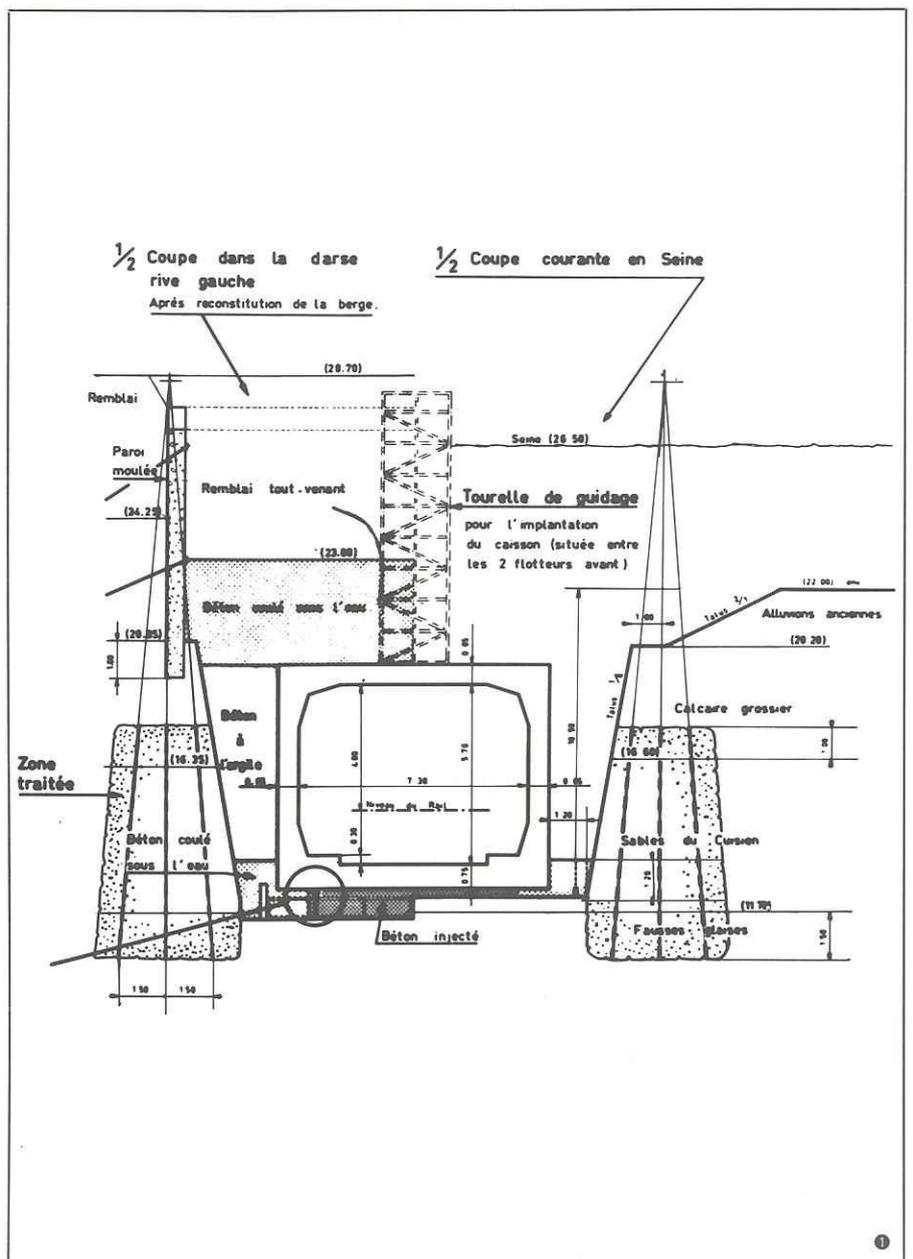
Le traitement du sol a consisté à constituer, grâce à des injections au gel de silice sur la rive amont et sur la rive aval de la souille, une sorte de mur de soutènement présentant une cohésion très importante et une résistance à la compression de l'ordre de 10 bar, ancré sur une hauteur de 1,50 m en partie basse, dans les fausses glaises, et sur 1 m, en partie haute, dans les calcaires grossiers, de manière, d'une part, à permettre de tailler correctement un talus important (pente à 1/6), ce qui évitait les affouillements préjudiciables, notamment, à la stabilité des culées du pont Alexandre III, et d'autre part, à offrir une résistance suffisante à la poussée des terrains déjàugés, lorsque les dragages ont été terminés.

En outre, sur chaque rive, ont été construites des parois moulées en béton armé de 0,60 m d'épaisseur délimitant des sortes de darses dans lesquelles devaient prendre place les caissons de rive.

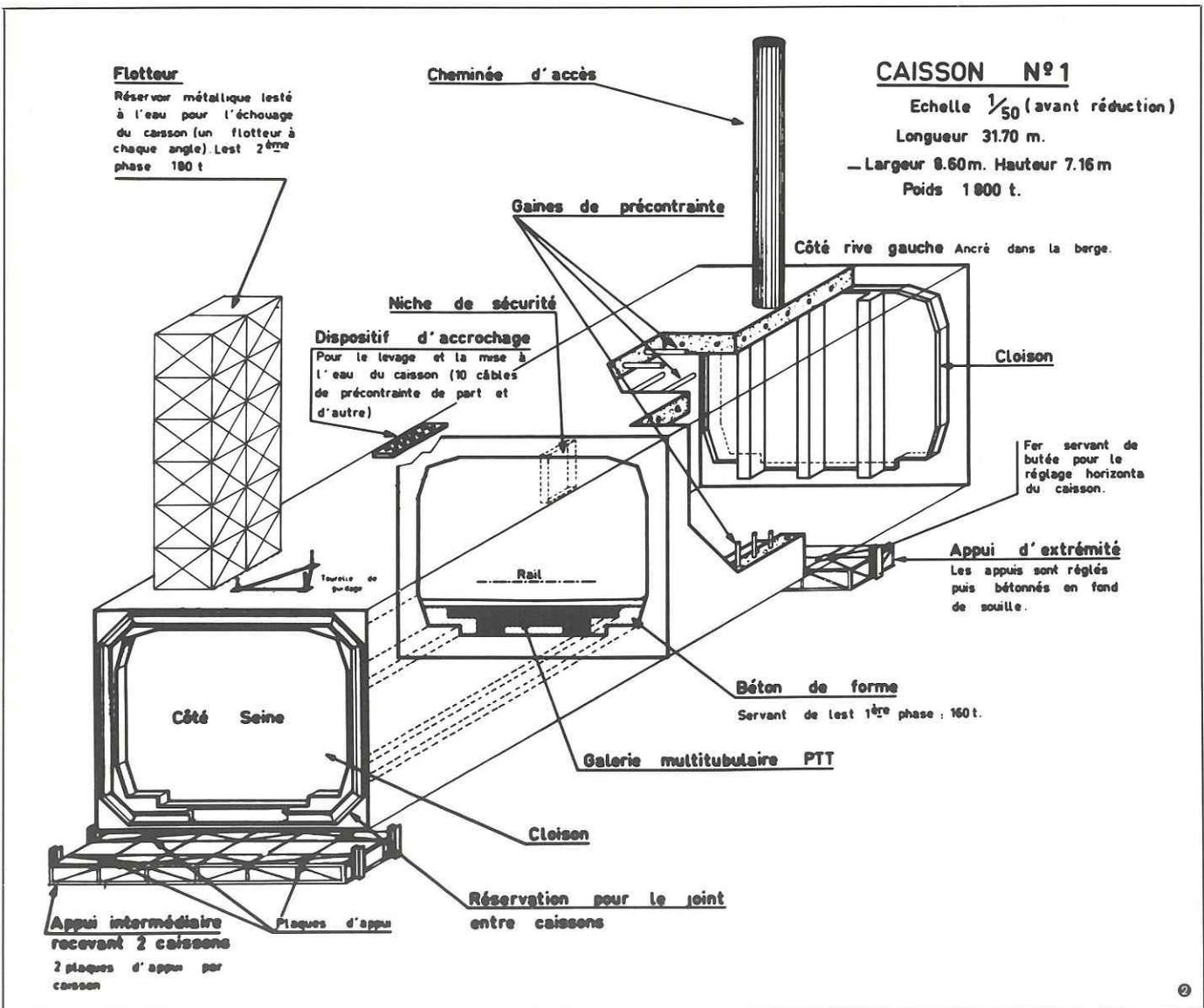
La souille a été creusée à l'aide de pelles à godets montées sur des pontons et d'un ponton dérocteur équipé d'appareils de forage travaillant en roto-percussion.

La fabrication des caissons

Les caissons préfabriqués en béton précontraint dans les trois dimensions ont un poids unitaire de 1 800 tonnes et 31,70 m de longueur. Les caractéristiques de leur section sont données par la figure 3 ci-contre.



② - Schéma d'implantation du tunnel dans la souille.



Pour permettre la mise en flottaison des caissons, lors de leur translation et de leur échouage, les deux extrémités étaient obturées par une cloison en béton armé de 0,20 m d'épaisseur, placée en retrait du plan de joint et renforcée par trois contreforts verticaux en béton armé de section 0,80 x 0,40 m, à l'entr'axe de 1,90 m.

Ils ont été fabriqués sur un chantier installé à hauteur de la darse rive droite comportant un platelage amovible prenant appui sur les parois moulées et deux poutres latérales et équipé d'un grand portique conçu pour assurer le levage et la mise à l'eau des caissons.

L'échouage d'un caisson

L'échouage des caissons constituait la phase essentielle de la construction de l'ouvrage de franchissement de la Seine. Il comprenait 5 opérations principales :

- la mise en place des appuis provisoires en fond de souille ;
- la mise à l'eau du caisson ;
- sa translation par flottaison jusqu'au droit de son emplacement ;
- l'échouage proprement dit ;
- le blocage au fond.

(Voir figures 1-2.)

La mise en place des appuis provisoires

Les appuis, sur lesquels reposait provisoirement le caisson au fond de la souille durant son échouage et pendant son positionnement en attendant son blocage, étaient constitués par des cages métalliques de 0,60 m de hauteur, et dont la longueur était légèrement supérieure à la largeur du caisson. Ces appuis étaient communs à deux caissons successifs et comportaient quatre platines d'appui (deux par caisson) ; ils n'avaient que deux platines pour les appuis des extrémités de rive des deux caissons de raccordement aux tunnels de rive droite et de rive gauche.

Le positionnement des appuis au fond constituait donc une phase extrêmement importante de la construction de l'ouvrage.

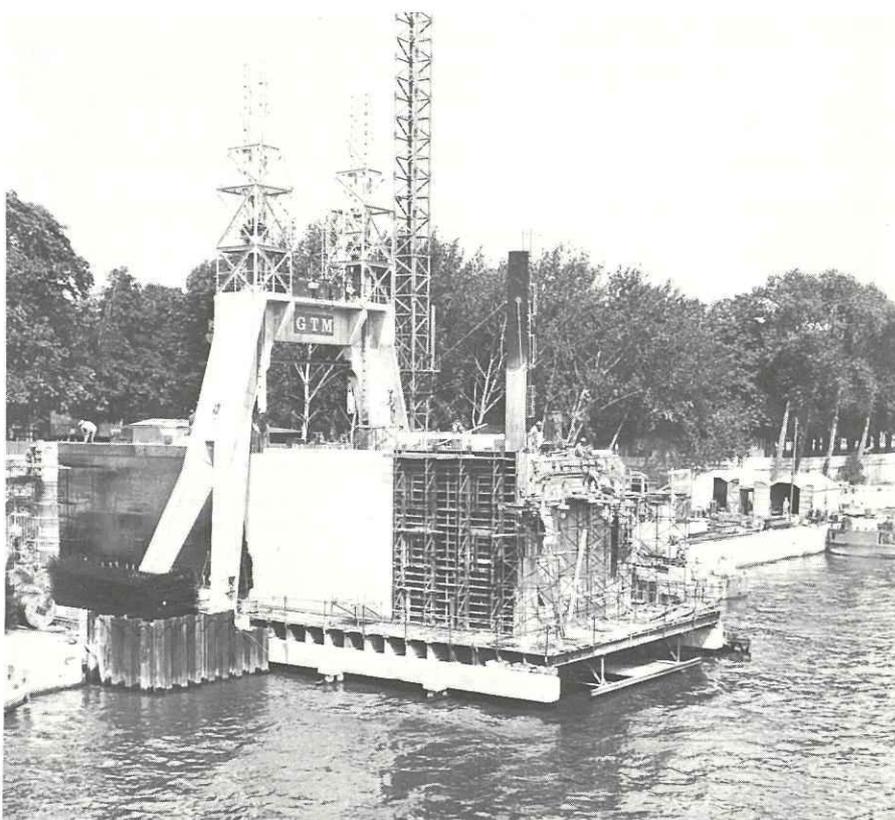
La descente au fond de la cage était précédée d'une opération de réglage du fond de la souille, par pré-remplissage au béton permettant de supprimer les hors-profils et d'obtenir la cote de fondation exacte de l'appui. Cette opération était réalisée par des plongeurs.

Descendu avec un ponton spécialement équipé, l'appui était calé en plan, en niveau et en direction, grâce à des visées effectuées depuis la surface par l'intermédiaire de tubes fixés à l'appui, ce qui permettait un positionnement au centimètre près.

L'appui était ensuite finement réglé par des plongeurs qui, à l'aide de vérins à vis, positionnaient les platines des plaques d'appuis.

Ce réglage étant fait, la cage métallique était bloquée au fond par coulage de deux cordons de béton le long des deux flancs transversaux du bâti, en laissant ainsi dégagée la partie centrale de la cage dans laquelle serait coulé le joint entre deux caissons. Naturellement, les appuis d'extrémité étaient entièrement bloqués.

Flottage et translation du caisson.



Caisson 1 équipé de sa cheminée d'accès - Equipement hydraulique du portique de levage - Finitions.

RATP - Travaux neufs.



RATP - Travaux neufs.

La mise à l'eau du caisson

Le levage et la mise à l'eau se sont effectués avec un seul portique qui prenait le caisson dans son plan médian.

Les phases de la mise à l'eau comprenaient :

- le soulèvement du caisson, préalablement équilibré, à l'aide du portique, de manière à libérer la plate-forme ayant servi de plan de travail ;
- l'enlèvement de la plate-forme, flottant sur ses ballasts ;
- le dégagement du ponton, hâlé par un remorqueur, et amarrage, hors du chantier, le long de la berge, à l'amont ;
- la mise à l'eau proprement dite du caisson, par lente descente de l'élément à l'aide de vérins de 1 000 t par passes successives de 1 m avec reprises intermédiaires par clavage des suspentes sur le portique pendant la remontée du piston des vérins.

Le caisson était alors en flottaison dans la darse. Il émergeait au-dessus du niveau de l'eau d'environ 0,65 m.

La translation et l'immersion

En vue de son immersion le caisson était pourvu d'un certain nombre de moyens, essentiellement du lest, aptes à contrôler sa flottaison, sa descente dans l'eau et sa stabilité au fond. Il était également équipé de dispositifs permettant de le positionner par rapport à l'axe théorique du tracé de l'ouvrage.

La translation s'effectuait à l'aide d'une batterie de treuils à main ou électriques.

L'immersion proprement dite était contrôlée par le remplissage en eau des ballasts et par l'adjonction d'un lest de 30 t dans les compartiments intérieurs du caisson.

Le blocage du caisson

Le caisson étant positionné au fond de la souille, il pouvait être déséquipé et bloqué.

Il convenait toutefois au préalable de procéder à un chargement complémentaire et d'augmenter la surface d'appui; les platines d'appui ne pouvant encaisser un effort supérieur à 60 tonnes, on procédait alors à un bétonnage des flancs extérieurs du caisson qui remplissait partiellement l'espace laissé vide entre la sous-face du caisson et le fond de la fouille, la liaison du béton

et du caisson étant obtenue grâce à des armatures laissées en attente. Après quoi on remplissait le caisson d'eau et on le déséquipait.

L'assemblage des caissons, deux à deux, par des joints en béton coulé en place, sous l'eau, s'est effectué après immersion des 4 caissons.

Le blocage définitif

La continuité étant assurée d'une rive à l'autre de la Seine, on a procédé au remplissage de la souille par un remblai rapporté, couvrant totalement l'ouvrage et restituant au lit de la Seine son tirant d'eau naturel de 4,50 m.

Le poids de ce remblai apportant une nouvelle prépondérance vers le bas, il a été possible de s'affranchir du remplissage en eau lestant les caissons et d'assurer la jonction entre les caissons par abattage des cloisons d'étanchéité.

Cette opération a été suivie du blocage des caissons dans la partie centrale suivant l'axe longitudinal, c'est-à-dire de la réalisation de l'assise entre les deux cordons latéraux de blocage de chaque caisson au moment de son immersion. Ce bétonnage s'est effectué, depuis l'intérieur de l'ouvrage, donc après l'avoir vidé de l'eau qu'il contenait par injection à travers des réservations ménagées de construction dans le béton du radier.

LE TUNNEL EN RIVE GAUCHE

Marquant du nord au sud une rampe de 2,7 %, le tracé passe en majeure partie sous les ouvrages de la gare SNCF et de l'aérogare des Invalides, dont la sous-face des radiers se trouve

à une distance évoluant du nord au sud de 4,60 à 1,20 m de la clé de la voûte du tunnel. Au nord de la Gare des Invalides, le souterrain a une couverture de 8 m sous la berge de la rive gauche de la Seine et de 13 m environ sous le quai d'Orsay. Au sud de la gare, la couverture sous le parc de stationnement des cars d'Air-France est de 6,50 à 5,50 m.

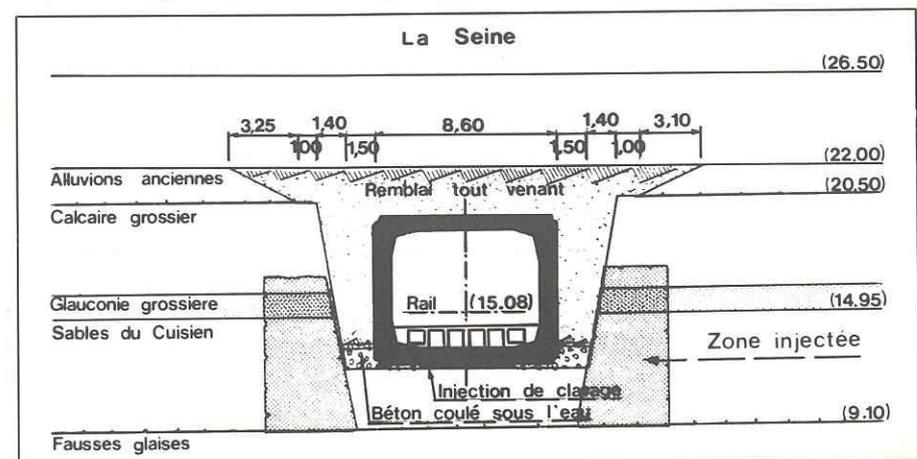
Géologie du site

Les caractéristiques géologiques du site étaient beaucoup moins favorables qu'en rive droite, bien que l'on retrouve sensiblement les mêmes formations, à la différence près que le banc calcaire dans lequel se développait le tunnel en rive droite disparaît presque complètement et que le tunnel devait être construit dans les alluvions grossières, les sables du Cuisien, les sables et les argiles silteux.

On avait espéré que la situation serait meilleure et que, notamment la couche d'alluvions anciennes serait assez importante. En fait une campagne de sondages complémentaires destinée à préciser les premières informations a révélé que :

- l'épaisseur des alluvions grossières concernées par la voûte du souterrain était au maximum de 1,50 m, et que l'on trouvait au-dessus des sables grossiers ou des marnes plastiques, puis des argiles marneuses ;
- le banc calcaire, d'une pureté beaucoup moins grande que sur l'autre rive, ainsi que la couche des glauconies, s'érodaient jusqu'à n'avoir plus chacune que quelques dizaines de centimètres d'épaisseur ;

Coupe CC - Blocage définitif d'un caisson (figures 1 et 2, p. 9).



— les sables du Cuisien, dans lesquels se trouvait en grande partie la section de l'ouvrage, présentaient les mêmes inconvénients qu'en rive droite, avec la différence que la couche était concernée sur toute sa hauteur (3,50 m à 4 m) ;
— enfin au contact des fausses glaises on trouvait des horizons silteux extrêmement fins et silto-argileux régnant au niveau du radier.

Les traitements de sol

S'il était, comme en rive droite, nécessaire de traiter ces terrains pour les consolider, les conditions de ces traitements étaient différentes, d'une part, en raison de l'environnement et, d'autre part, en raison des caractéristiques propres des couches traversées ; au-dessus du souterrain, le remblai de berge était constitué de matériaux difficilement injectables, au-dessous du radier, les sables silteux et silto-argileux se prêtaient mal à un traitement au gel.

Pour se prémunir par le fond, on a ainsi, parallèlement et en complément du traitement au gel, exécuté un traitement d'injections de résines, formant une auge dans laquelle est bloqué le radier.

Ce faux radier a une épaisseur de 1,50 m, dans les horizons où le gel ne pouvait pas pénétrer. Lors du fonçage du puits de service nord, dit « puits Orsay », descendu au point le plus bas du chantier, puisque s'y trouve le puisard 9 d'exhaure des eaux, il a été possible de vérifier que la pénétration des résines avait été très satisfaisante : le fonçage du puits en pleine section et avec une sous-pression de 15 m d'eau a été réalisé sans incident.

Dans les couches supérieures et dans les sables du Cuisien, du fait de la mauvaise pénétration du gel, les traitements ont provoqué des claquages et des soulèvements assez sensibles dans la cour basse de l'aérogare des Invalides.

Ces injections ont posé, en outre, de sérieuses difficultés de forage, compte tenu des constructions existantes interdisant la perforation verticale. On a donc été obligé de forer « en parapluie », ce qui, en raison du maillage de 1,50 m à obtenir en extrémité des forages, a conduit à avoir en surface une très grande concentration des trous dont les entr'axes ne dépassaient pas 7 à 8 cm.

Les perturbations dans le sol, dues aux claquages, ont amené également des déformations des tubes d'injection voisins qu'il a fallu remplir de coulis maigres, dès la perforation, pour éviter leur dégradation et même leur remplissage par un coulis plus dur.

Les traitements ont été réalisés entièrement depuis la surface de l'esplanade ou à partir des voies SNCF et d'une cour haute de l'aérogare.

Un rabattement de la nappe a, en outre, été pratiqué par deux lignes de puits distants de 20 à 25 m, disposées à 45 m environ de l'axe du tunnel et de part et d'autre de celui-ci.

L'exécution du tunnel

Le tunnel a été exécuté selon deux techniques différentes selon que l'on se trouvait dans la partie nord, où l'épaisseur du calcaire était suffisante pour permettre d'y ouvrir la voûte en pleine section et d'assurer l'assise des reins de la voûte, ou dans la partie sud, où les calcaires échappaient pratiquement d'une façon totale et où l'ouvrage est construit en voûte, dans les alluvions grossières, les marnes plastiques, les sables grossiers et même les argiles marneuses.

Dans la partie nord, c'est-à-dire entre la berge de rive gauche de la Seine et la gare SNCF des Invalides, l'ouvrage a exactement les mêmes caractéristiques qu'en rive droite.

Il a été réalisé à partir du puits d'Orsay, de 5 x 6 m de section et de 21 m de profondeur, avec le même type de

matériel et selon les mêmes techniques qu'en rive droite.

L'attaque sud a été conduite à partir d'un puits de 2,50 x 7 m de section et de 13,50 m de profondeur, dit puits « Invalides » foncé pour les besoins du chantier de construction de la culotte de raccordement avec la station « Invalides ».

On a procédé d'abord à l'ouverture d'une galerie de tête de 3 x 3,50 m, ouverte au marteau, les déblais étant repris à la pelle à main et évacués par wagonnets. Le chantier était blindé et cintré par des fers dont les pieds étaient relevés au moment des abattements latéraux pour soutenir les reins de la voûte.

Ces abattements latéraux ont également été exécutés à la main, les déblais étant évacués par un convoyeur à bande posé sur le sol jusqu'au puits Invalides.

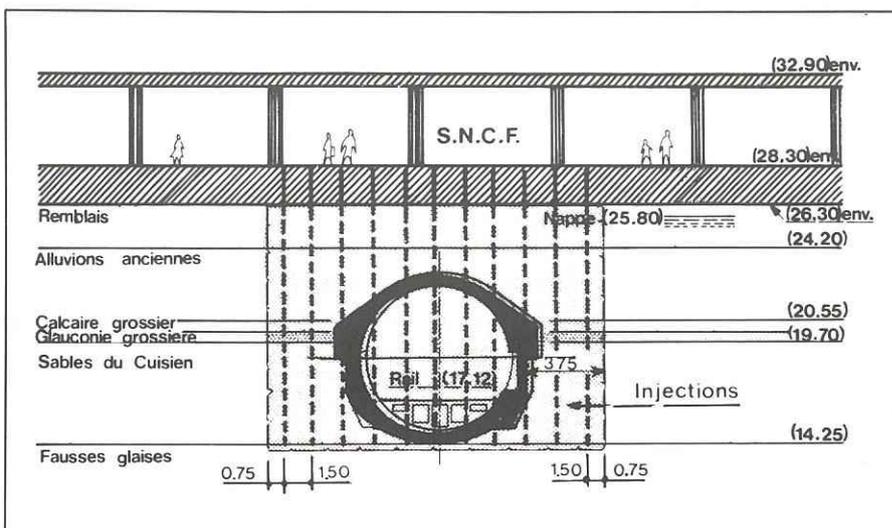
Le bétonnage est réalisé avec des coffrages de même conception que sur les autres chantiers.

Prolongement de la ligne n° 14 à Châtillon-Montrouge

Les ouvrages comprennent :

— un tronçon souterrain de 822 m de longueur dont 186 m de raccordement à la ligne existante, 330 m de tunnel

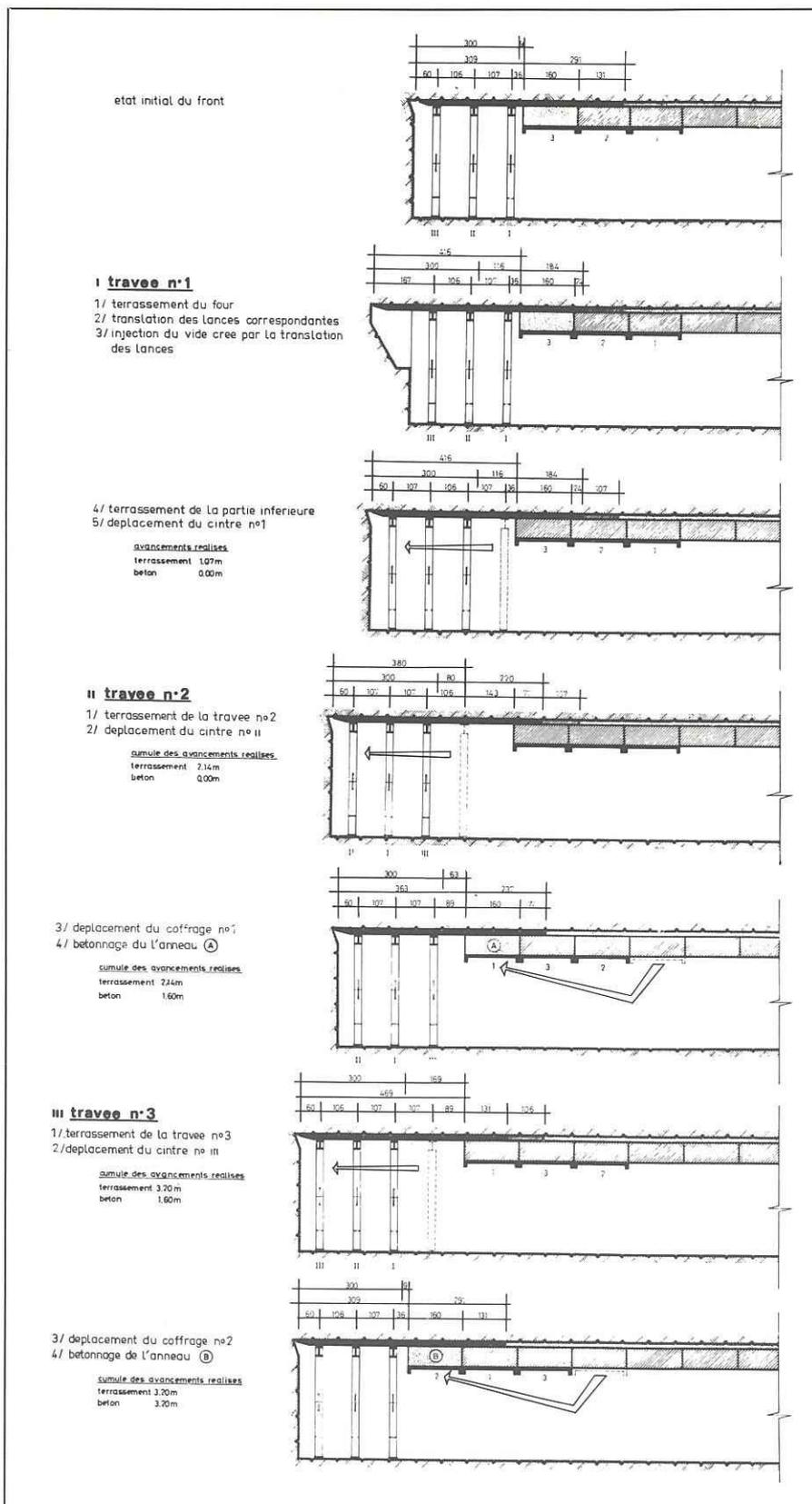
Coupe AA (figures 1 et 2, p. 9).



Ligne 14 - Plan du prolongement à Châtillon - Lots 1 et 2.



Procédé de creusement Bernold.



voûté passant sous le boulevard périphérique, 306 m de souterrain à couverture plate ;

– une trémie de 120 m de long, par laquelle la ligne remonte à l'air libre après la station « Malakoff-Plateau de Vanves » ;

– un tronçon aérien de 1 773 m de longueur, établi pour l'essentiel sur la plate-forme de Gallardon.

La partie la plus délicate à construire a été la partie souterraine en tunnel voûté, la section précédant la station « Malakoff-Plateau de Vanves » ayant pu être exécutée à ciel ouvert.

Au départ de la Porte de Vanves, la ligne franchit le boulevard périphérique. Or du fait des contraintes de profil, il n'a pas été possible d'implanter l'extrados de la voûte à plus de 3 mètres de distance de la chaussée du boulevard qui supporte un trafic très lourd et très intense qu'il n'était pas envisageable d'interrompre. En outre, le tunnel devait traverser une zone d'anciennes carrières qui avaient été exploitées à ciel ouvert et dont les remblais offraient une mauvaise cohérence.

De ce fait, le terrassement de la voûte a été exécuté à l'aide d'un bouclier de type Bernold.

Il s'agit d'un bouclier rigide constitué par 20 lances métalliques de grande inertie, de 6 m de longueur, 40 à 50 cm de largeur et 10 cm d'épaisseur, qui reposent d'une part sur les anneaux de voûte venant d'être bétonnés et d'autre part sur trois cintres métalliques lourds autoporteurs.

Les lances sont solidarisées entre elles par un rail-guide qui autorise le déplacement longitudinal de chacune indépendamment des autres, et qui constitue en outre une articulation permettant l'adaptation du bouclier au profil du souterrain.

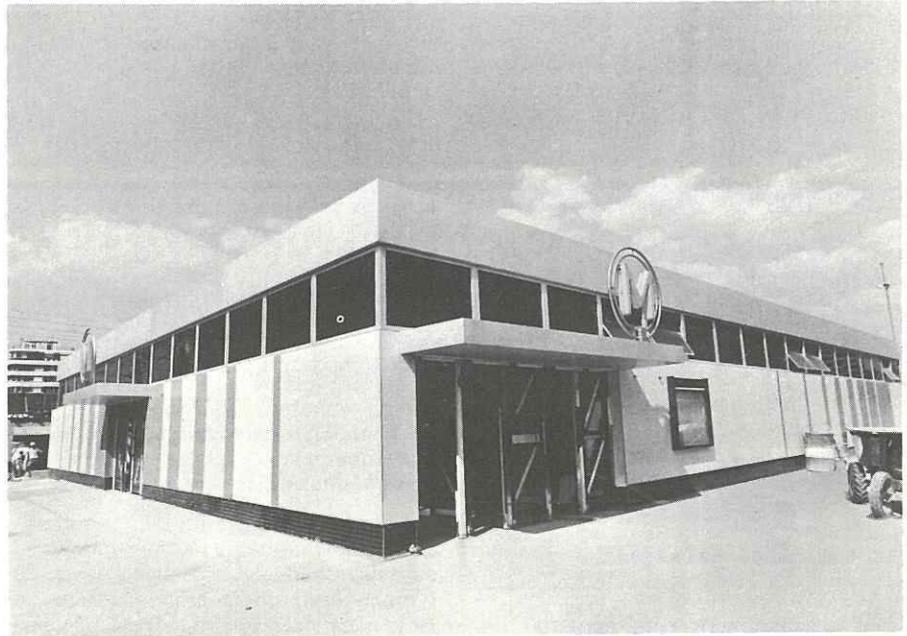
Le déplacement des lances s'effectue au moyen de vérins hydrauliques prenant appui d'un côté sur les cintres lourds, de l'autre dans des crans réservés dans les lances elles-mêmes.

En terrain de bonne tenue, les lances sont avancées au fur et à mesure de l'avancement du terrassement ; mais en terrain meuble, leur extrémité taillée en biseau sur 40 cm de longueur leur permet d'être fichées dans le terrain préalablement à l'exécution du terrassement et constituent ainsi une protection efficace.

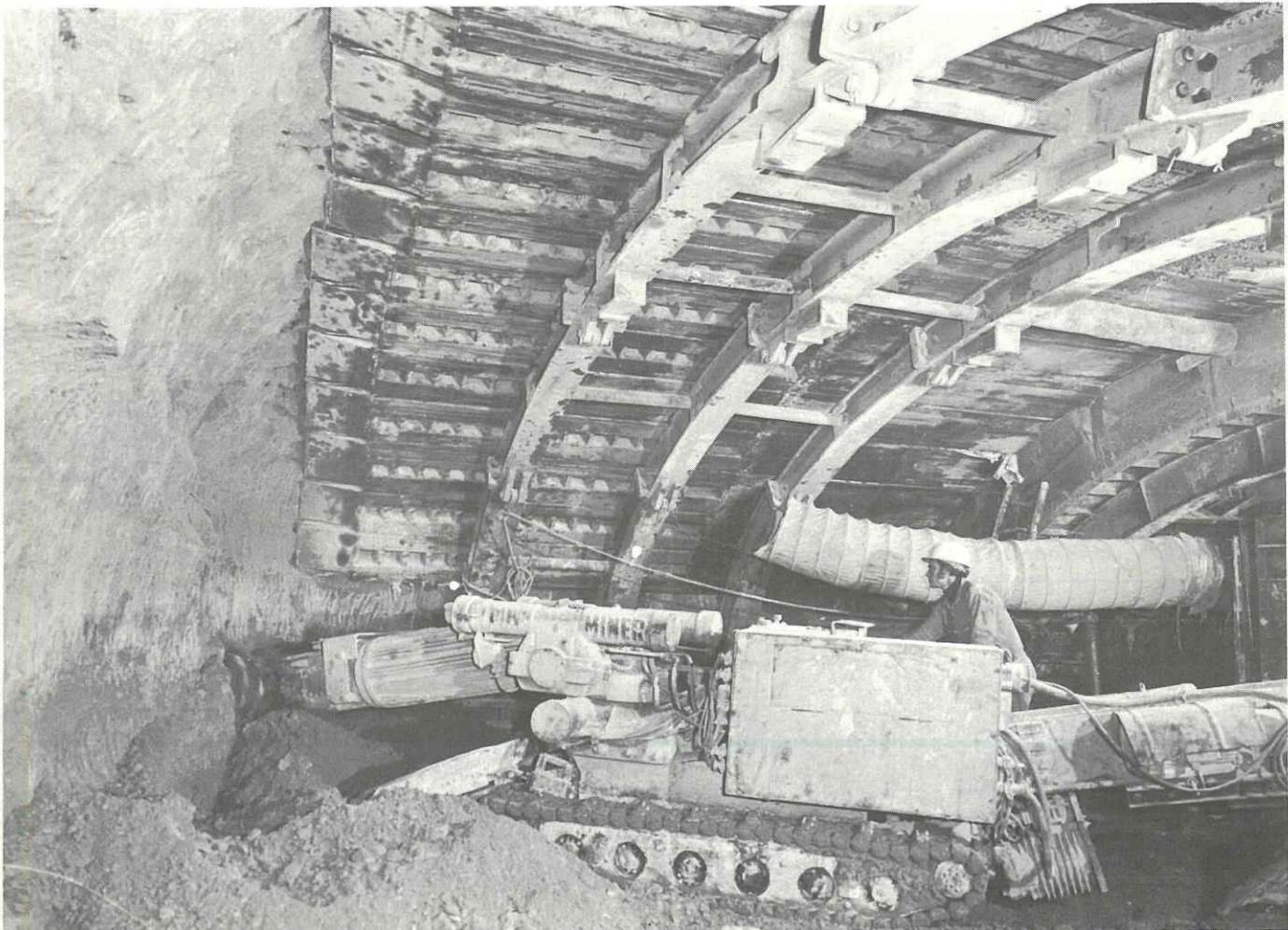
Station «Malakoff - Plateau de Vanves».

Le bétonnage a lieu directement sous l'arrière des lances et le vide annulaire laissé par celles-ci lors de leur progression entre le terrain et le béton est aussitôt colmaté par des injections en continu de mortier de ciment épais.

Ainsi qu'il apparaît sur le schéma ci-contre dès la fin de l'avancement de toutes les lances, le cintre lourd le plus proche du dernier anneau bétonné est déplacé et mis en place sous l'avant des lances, au front de taille.



Travail de l'Alpine et une des lances avant mise en place du cintre.



RER

Le prolongement de la ligne de Sceaux de Châtelet-Les Halles à la Gare du Nord

Nous avons indiqué dans notre dernier numéro, que le Syndicat des transports parisiens avait approuvé le schéma de principe de l'interconnexion des réseaux de la RATP et de la SNCF à la Gare du Nord à la Gare de Lyon et nous avons présenté l'économie générale de ce projet.

La RATP et la SNCF devant disposer des crédits nécessaires pour commencer, en 1977, les travaux intéressant l'interconnexion des lignes de Sceaux et de Mitry-Roissy, elles ont poursuivi les études techniques et soumis au Syndicat des transports parisiens l'avant-projet de l'interconnexion premier degré.

Nous présentons ici les données du projet intéressant directement la RATP, à savoir le prolongement (ligne de Sceaux) à la Gare du Nord et la construction de la gare souterraine.

Caractéristiques générales du projet

Le prolongement sera construit au gabarit normal retenu pour le métro régional, conforme aux normes de l'Union internationale des chemins de fer. Il sera électrifié à la tension de 1 500 V continu, la station « Gare du Nord » pouvant toutefois être alimentée également en courant de 25 000 V monophasé, tension utilisée sur la banlieue nord SNCF.

Le tracé se développe en totalité sur le territoire de la Ville de Paris, en tréfonds d'immeubles sur la plus grande partie de son parcours. D'orientation générale sud-nord, il suit au départ la rue Montmartre et la rue du Sentier, s'inscrit ensuite dans le trapèze formé par le boulevard Bonne-Nouvelle, la rue du Faubourg-Poissonnière, la rue Lafayette et la rue d'Hauteville, pour aboutir sous la partie est de la Gare du Nord longeant la rue du Faubourg-Saint-Denis.

La station « Gare du Nord » sera établie à quatre voies, elles-mêmes desservies par deux quais « centraux ».

La longueur du projet, depuis son origine, à l'extrémité de l'arrière-gare de la station « Châtelet-Les Halles », jusqu'au tympan nord de la station « Gare du Nord », est de 2 115 m suivant les voies centrales de cette dernière.

Le tunnel entre Châtelet-Les Halles et Gare du Nord

Les ouvrages du prolongement comprennent successivement à partir de l'origine du projet :

- un tunnel voûté à deux voies, de 8,70 m d'ouverture et long de 1 281 m, se raccordant vers le sud à l'extrémité des ouvrages d'arrière-

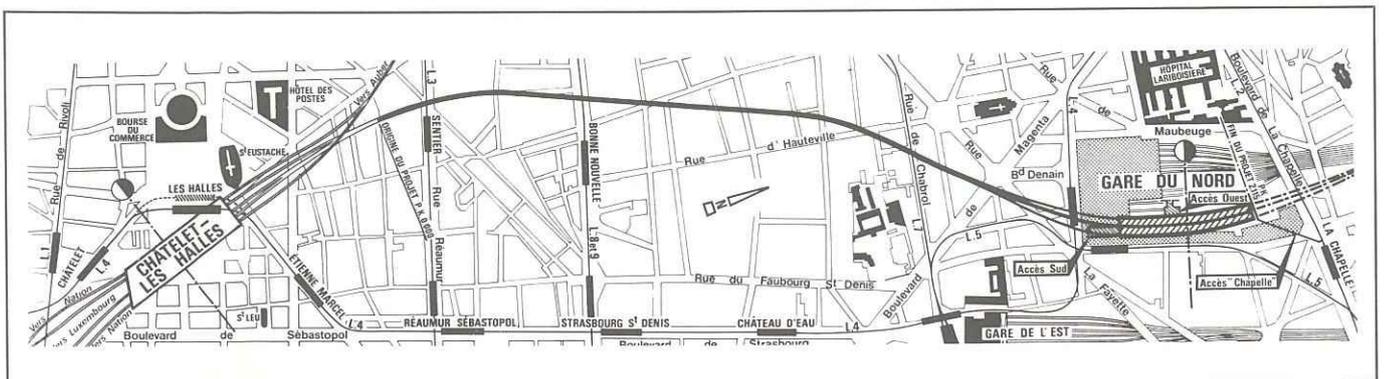
garde de la station « Châtelet-Les Halles » ;

- une zone d'ouvrages spéciaux, longue de 324 m, d'ouvertures variant de 8,70 m à 15,50 m et permettant successivement :
- le débranchement, vers la voie située le long du piédroit ouest de la station « Gare du Nord », d'un tunnel voûté à voie unique de 5,70 m d'ouverture et long de 340 m ;
- le débranchement, vers la voie située le long du piédroit est de la station, d'un ouvrage à voie unique de 5,70 m d'ouverture, constitué d'un tunnel voûté sur 123 m, puis d'un ouvrage cadre sur 72 m, au passage sous les installations de la Gare du Nord et les accès sud de la station ;
- un ouvrage à deux voies, d'abord voûté sur 99 m et d'ouverture variant de 8,70 m à 13,50 m, puis constitué sur 88 m, au passage sous le parking de la Gare du Nord SNCF et les accès sud de la station, par un ouvrage cadre à piédroit central de 5,30 m d'ouverture sur voie 1 et 5 m sur voie 2 ;
- la station « Gare du Nord » à quatre voies, de 323 m de longueur suivant son axe longitudinal, la longueur nominale de l'ouvrage étant de 315 mètres mesurés suivant le quai le plus court.

La géologie et l'environnement des terrains traversés

Grâce au profil en long légèrement « en cuvette » retenu à partir de l'origine

Plan général « Châtelet - Les Halles - Gare du Nord ».



du projet, le tunnel s'inscrit en totalité dans les marnes et caillasses jusqu'au nord de la rue d'Enghien, et l'épaisseur de cette formation au-dessus de l'extrados du tunnel reste comprise entre 2 et 7 m, sauf sous la rue d'Aboukir où la voûte effleure très localement la base des sables de Beauchamp.

Au nord de la rue des Petites-Ecuries, l'ouvrage, dont le profil en long s'élève rapidement pour rejoindre le niveau de la station « Gare du Nord », pénètre progressivement dans les sables de Beauchamp, pour s'y inscrire sur toute sa hauteur en arrivant sous la « falaise » découpée par un ancien lit de la Seine dans les calcaires de Saint-Ouen et les sables de Beauchamp, après d'ailleurs que la voûte ait largement recoupé les alluvions anciennes sur une centaine de mètres.

Malgré les précautions prises dans le choix du profil en long pour réduire autant que possible les longueurs d'ouvrages à exécuter dans des terrains difficiles, la remontée du terrain naturel dans la partie nord du projet et la plus faible profondeur des ouvrages imposée par le « calage » de la station « Gare du Nord », n'ont pas permis d'éviter les sables de Beauchamp et les alluvions qui rendront très délicate l'exécution de certains travaux et nécessiteront des traitements d'autant plus poussés que les tunnels passent à faible profondeur (de l'ordre de 5 m en plusieurs endroits) sous les cours des immeubles.

Sauf au franchissement des voies publiques et, à son extrémité, sous la Gare du Nord de la SNCF, le tracé se développe en tréfonds d'immeubles.

Entre l'origine du prolongement et la rue des Petites-Ecuries, l'environnement est pratiquement sans incidence

sur le projet du fait de la profondeur des ouvrages (plus de 16 mètres, et le plus souvent plus de 20 mètres, entre l'extrados de la voûte et le sol). Les principaux ouvrages rencontrés — ligne n° 3 du métro urbain sous la rue Réaumur, lignes n° 8 et 9, sous le boulevard Poissonnière, branche sud collecteur des coteaux sous la rue des Petites-Ecuries — sont tous situés à plus de 10 mètres au-dessus de l'extrados de la voûte, ainsi d'ailleurs que les caves des immeubles en tréfonds desquels se développe le tracé.

La remontée du profil en long par rapport au terrain naturel nécessite en revanche des mesures particulières à partir de la rue de Paradis.

Des précautions seront prises également pour protéger les immeubles contre les nuisances qui pourraient être causées par l'exploitation de la ligne. Sur toute la longueur du prolongement, la voie courante sera armée de deux niveaux élastiques. Ces dispositions déjà expérimentées sur d'autres tronçons du réseau, ont donné d'excellents résultats en ce qui concerne l'atténuation des vibrations transmises aux constructions. Dans les zones d'appareils, la voie sera posée sur ballast, lui-même isolé du radier par une couche de produit antivibratile. Une bonne protection contre ces nuisances sera donc assurée aux immeubles proches des ouvrages.

Enfin, des contacts sont pris avec les services des bâtiments de France pour la mise au point des études concernant tant les débouchés en surface (ouvrages de ventilation, postes de redressement, etc.), que les travaux souterrains de la ligne sous la Gare du Nord, qui est inscrite à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques.

Caractéristiques géométriques de la ligne

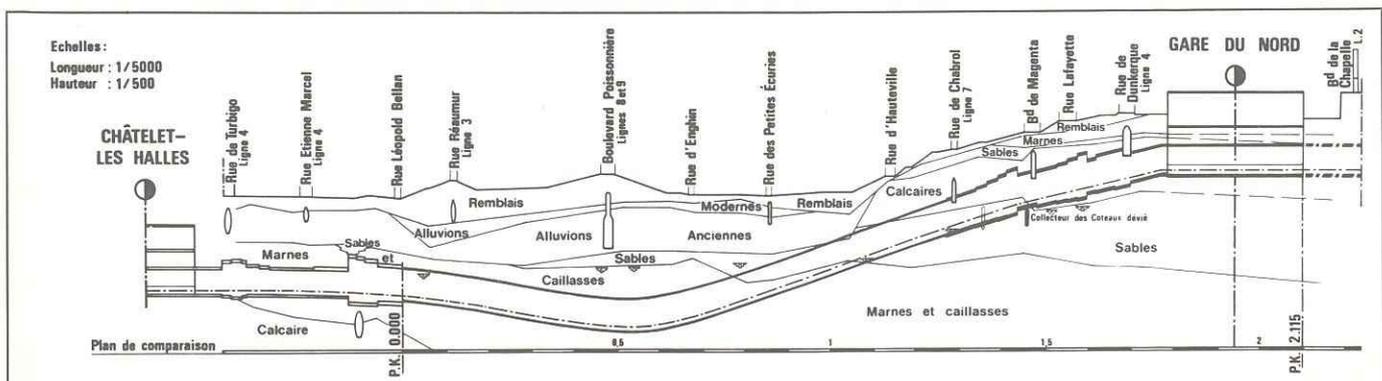
a - **Plan** : Compte tenu des orientations imposées par les contraintes d'environnement aux stations « Châtelet-Les Halles » et « Gare du Nord », d'une part, et d'autre part des considérations exposées au paragraphe précédent, le tracé ne comporte que peu d'alignements, exception faite de sa partie centrale, rectiligne sur 594 mètres.

Les rayons de courbure sont supérieurs à 500 mètres, sauf au voisinage de la Gare du Nord où l'encombrement du sous-sol a conduit à prévoir des rayons inférieurs ou égaux à 400 mètres (350 m sur voie 3 ; 355 m sur voie 1 ; 400 m sur voie 2) qui, compte tenu de la proximité de la station, restent cependant admissibles.

Les courbes sont raccordées entre elles et aux alignements par des arcs de clothoïdes.

b - **Profil en long** : Le niveau du projet est déterminé à ses deux extrémités, au sud par les contraintes qui avaient été imposées à la station « Châtelet-Les Halles » par les considérations de géologie et d'intégration au schéma de réaménagement du secteur des Halles, au nord par les conditions de raccordement de la station aux voies de surface de la SNCF. Compte tenu de la pente du terrain naturel, la dénivellée correspondante est de l'ordre de 40 mètres. Mais le souci de maintenir le plus longtemps possible le profil dans les bancs les plus favorables à l'exécution a conduit, dans la partie nord du projet, à une remontée rapide qui se traduit par une rampe de 35 ‰. Les raccordements en profil se font par des courbes de rayon supérieur ou égal à 3 500 mètres.

Profil en long.



c - **Profil en travers** : Le tunnel courant à deux voies aura, hormis les ouvrages spéciaux, le gabarit intérieur courant des ouvrages du métro régional, à l'entre-voie de 3,62 m. Une piste, de 0,70 m de largeur, surélevée pour les ouvrages voûtés et au sol pour les ouvrages cadres, y sera réservée le long de chaque piédroit pour permettre la circulation du personnel et l'évacuation des voyageurs en cas d'incident d'exploitation. Les niches y seront disposées en quinconce, tous les 50 mètres dans chaque piédroit.

Dans les tunnels à voie unique, les pistes, surélevées également dans les ouvrages voûtés et au sol dans les ouvrages cadres, seront aménagées le long du piédroit situé à gauche dans le sens de la marche, un second cheminement étant prévu si nécessaire au voisinage des stations, en continuité avec les quais sur la longueur d'un train. Les niches y seront implantées tous les 25 mètres dans le piédroit suivi par le cheminement.

Ouvrages annexes en ligne

a - **Courant de traction** : Les deux postes de redressement nécessaires à l'alimentation de la ligne en courant continu de 1 500 V seront établis, l'un dans l'enceinte de la Gare du Nord SNCF, l'autre sur une parcelle à acquérir rue des Petites-Ecuries.

L'alimentation sera réalisée par caténaire. Deux « sections de séparation » seront aménagées en ligne de part et d'autre de la station « Gare du Nord » et au voisinage immédiat de celle-ci. Ces sections permettront, moyennant une manœuvre des pantographes des motrices, de réaliser à bord de celles-ci les commutations nécessaires au passage d'une alimentation 25 kV à une alimentation 1,5 kV ou inversement.

Le changement de tension s'effectuera automatiquement au passage des sections situées à l'amont de la station dans le sens de la marche des trains, de sorte qu'en station les voies en direction de la banlieue seront normalement alimentées en 25 kV et les voies en direction de Châtelet-Les Halles en 1,5 kV.

Les sections « aval », commandées manuellement, permettront les manœuvres exceptionnelles (entrées en gare d'un matériel monocourant par exemple).

b - **Epuisement** : Les eaux d'infiltration seront évacuées vers le réseau d'égout au moyen d'un poste d'épuisement situé au point bas de la ligne à proximité du boulevard Poissonnière.

c - **Ventilation** : La ventilation sera assurée, suivant le schéma habituel, par une succession d'ouvrages d'insufflation situés au voisinage des stations et d'ouvrages d'extraction implantés dans la zone centrale des interstations, chacun de ces ouvrages ayant un débit possible de 200 m³/seconde.

Les deux ouvrages d'insufflation sont respectivement prévus, l'un rue d'Aboukir, entre la rue Montmartre et la rue des Petites-Ecuries ; l'autre, rue La Fayette, entre la place de Valenciennes et la rue de Saint-Quentin.

L'ouvrage d'extraction sera associé au poste de redressement de la rue des Petites-Ecuries.

La station « Gare du Nord »

Dans le cadre de l'interconnexion entre le métro régional et le réseau nord de la banlieue SNCF, cet ouvrage assume la double fonction de gare souterraine pour une partie de celui-ci et de station de la ligne de Sceaux. L'organisation d'avenir de la gare SNCF conduit à l'implanter en sous-sol de la partie est des emprises ferroviaires actuelles de façon que les terminus des lignes de banlieue non interconnectées soient regroupés au-dessus de l'ouvrage commun et que leurs usagers bénéficient ainsi de correspondances faciles. De plus, moyennant il est vrai un phasage délicat des travaux en vue de réduire dans toute la mesure du possible les perturbations apportées à l'exploitation, cette implantation offre l'avantage d'une exécution entièrement à ciel ouvert.

Description d'ensemble de la station et de ses accès : on peut distinguer les ouvrages suivants :

- « l'ouvrage principal », comportant lui-même, sous une dalle à la cote (51,50) restituant le niveau actuel de la gare de surface SNCF et sur laquelle seront réinstallées les voies SNCF existantes :
- le niveau des quais à la cote (40,46), le rail étant calé à (39,46) ;
- la « mezzanine » à la cote (45,46).

Les niveaux supérieurs à la cote (51,50) seront ultérieurement aménagés par la SNCF dans le cadre d'un projet de remaniement des installations de la Gare du Nord.

- les accès sud, aménagés au-dessus de l'extrémité nord des tunnels du métro régional, et assurant les liaisons entre l'extérieur, la « mezzanine » de la station souterraine, la gare SNCF de surface et les lignes n^{os} 4 et 5 du métro urbain ;
- l'accès nord, reliant la « mezzanine » à la station « Chapelle » de la ligne n^o 2 du métro urbain et à l'extérieur ;
- l'accès ouest, desservant l'ensemble des voies de surface de la Gare du Nord, à partir de la « mezzanine ».

Le projet réserve le débouché ultérieur d'un éventuel passage souterrain reliant la Gare de l'Est SNCF à la station souterraine de « Gare du Nord ». Cet ouvrage ne fait pas partie du projet.

Ouvrage principal

Cet ouvrage est constitué d'une « boîte » longue de 323 m suivant son axe et large de 48 à 51 m entre nus intérieurs des murs.

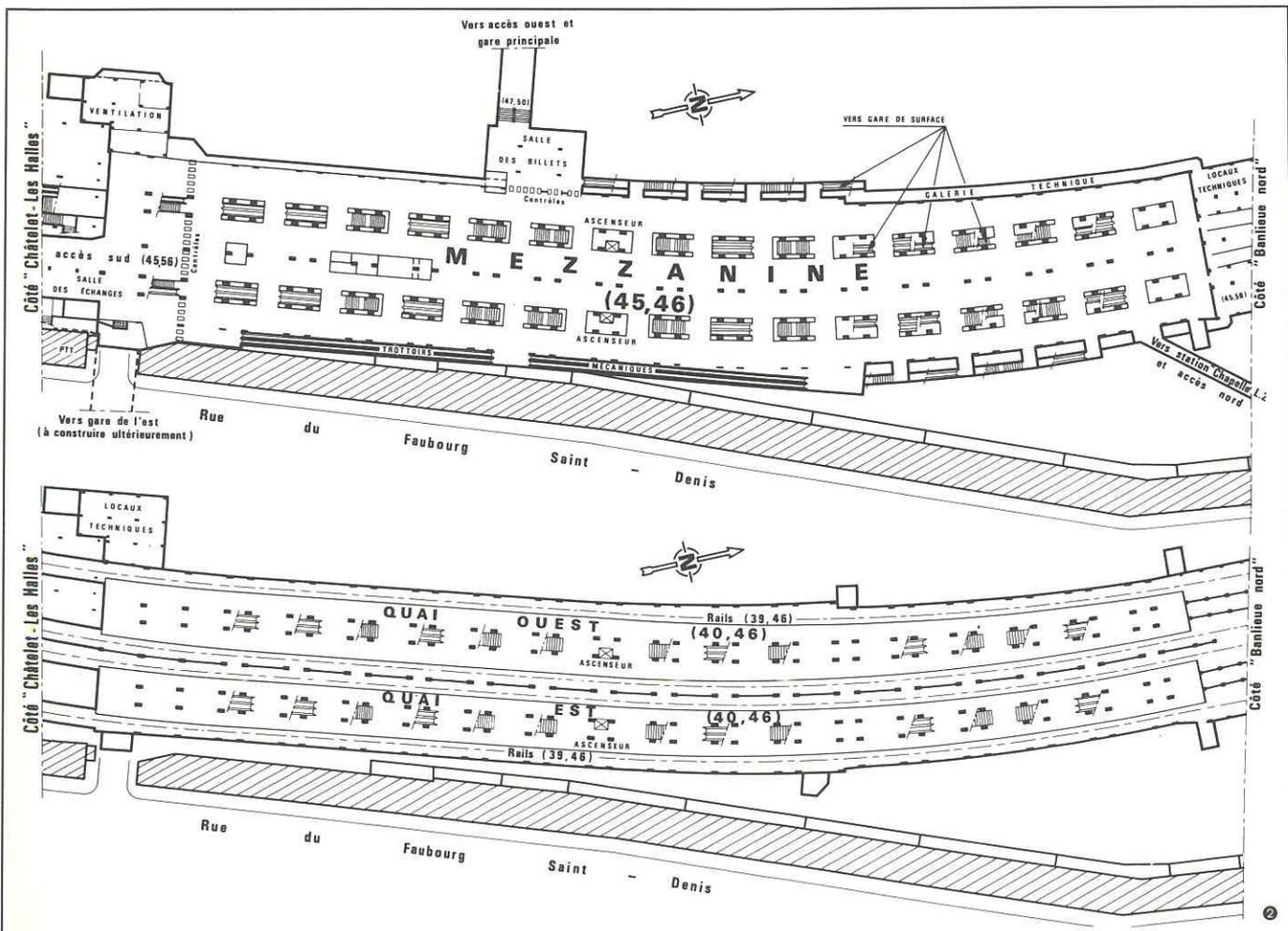
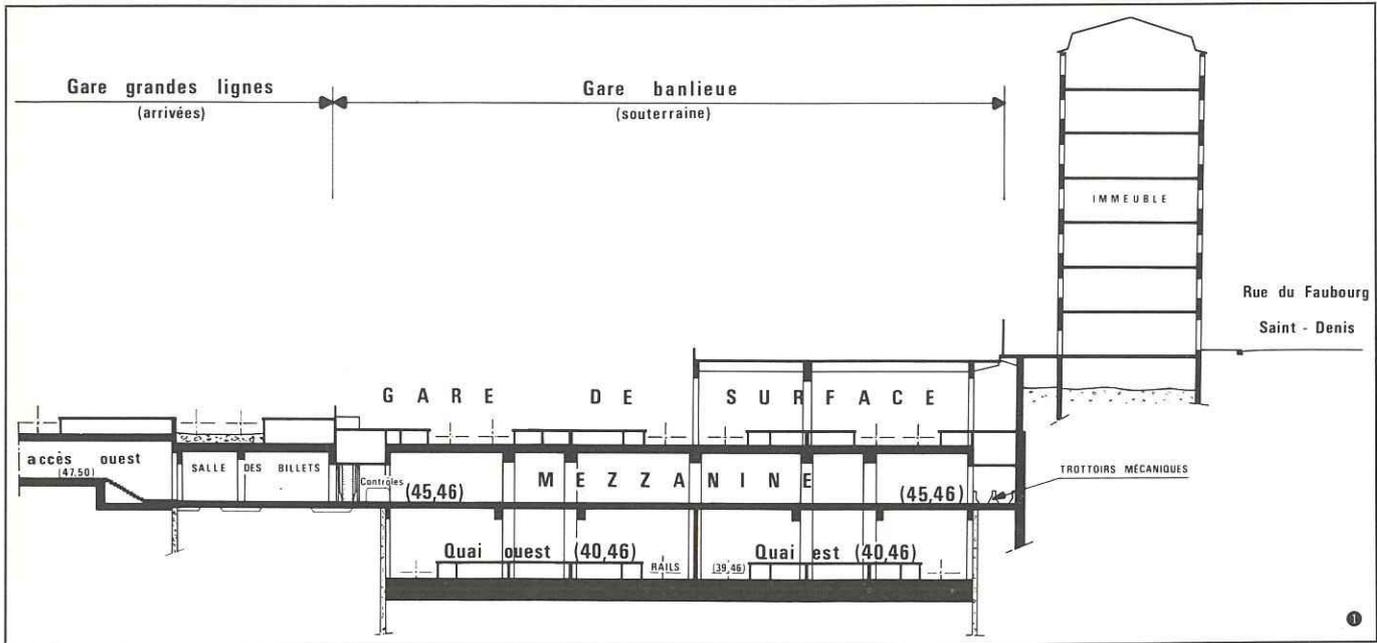
a - **Le niveau inférieur** (40,46) comporte quatre voies encadrant deux quais « centraux » et susceptibles de recevoir les rames SNCF de trois éléments (12 caisses) du matériel « interconnexion » (312 m).

Compte tenu de l'inégalité des temps d'attente résultant elle-même de la diversité des missions, le nombre maximal de voyageurs présents sur le quai « direction banlieue » (quai ouest) sera sensiblement plus important que sur le quai « direction Paris ». La largeur du premier est en conséquence de 17 mètres contre 14 mètres pour le second.

En principe, dans le cadre de l'interconnexion du premier degré, les rames du métro régional circuleront sur les voies extérieures, les quatre voies étant normalement accessibles à celles de la SNCF. Par ailleurs, les longueurs de voies en tunnel entre la station et l'appareil permettant, au sud, le débranchement des deux voies paires (voies venant de Châtelet-Les Halles) réservant en cas d'incident le stationnement d'un train en attente sans condamnation de l'appareil correspondant.

b - **La « mezzanine »** à la cote (45,46), mesure 320 mètres de long environ sur

- ① - Coupe de la station « Gare du Nord ».
- ② - Plans-niveaux « mezzanine » et « quais ».



une largeur variable de l'ordre de 50 m. Sa hauteur est de 4,10 m sous dalle (3,80 m sous poutre). Elle est équipée, le long de sa paroi est, de deux batteries successives de deux trottoirs mécaniques chacune, longues respectivement de 74 et 80 m, et destinées à faciliter la répartition, vers les différents escaliers d'accès aux quais, des voyageurs provenant des accès sud. Cette répartition contribuera à un meilleur équilibre du chargement des trains.

Cette salle est reliée à chacun des quais inférieurs par 12 escaliers mécaniques et 7 escaliers fixes. Ces accès sont légèrement surabondants pour le trafic normal. Ils ont été déterminés en fonction des conditions d'évacuation en cas d'urgence.

La salle est également reliée aux quais de surface de la banlieue SNCF par 10 escaliers mécaniques et 9 escaliers fixes.

Enfin, la station comporte deux monte-charge à bagages, desservant chacun des trois niveaux, et destinés également à faciliter le déplacement des handicapés.

Accès sud

Ces accès, établis au-dessus des extrémités nord des tunnels du métro régional, comportent deux niveaux :

- le niveau inférieur, dit « salle des échanges », à la cote (45,46), communiquant de plain-pied avec la « mezzanine » de la station, est sous contrôle « urbain » ;
- le niveau supérieur, dit « salle des billets », à la cote (49,10), est hors contrôle.

La « **salle des échanges** » a deux fonctions. Elle est utilisée :

- par les entrants et sortants du métro urbain qui, venant de l'extérieur, se

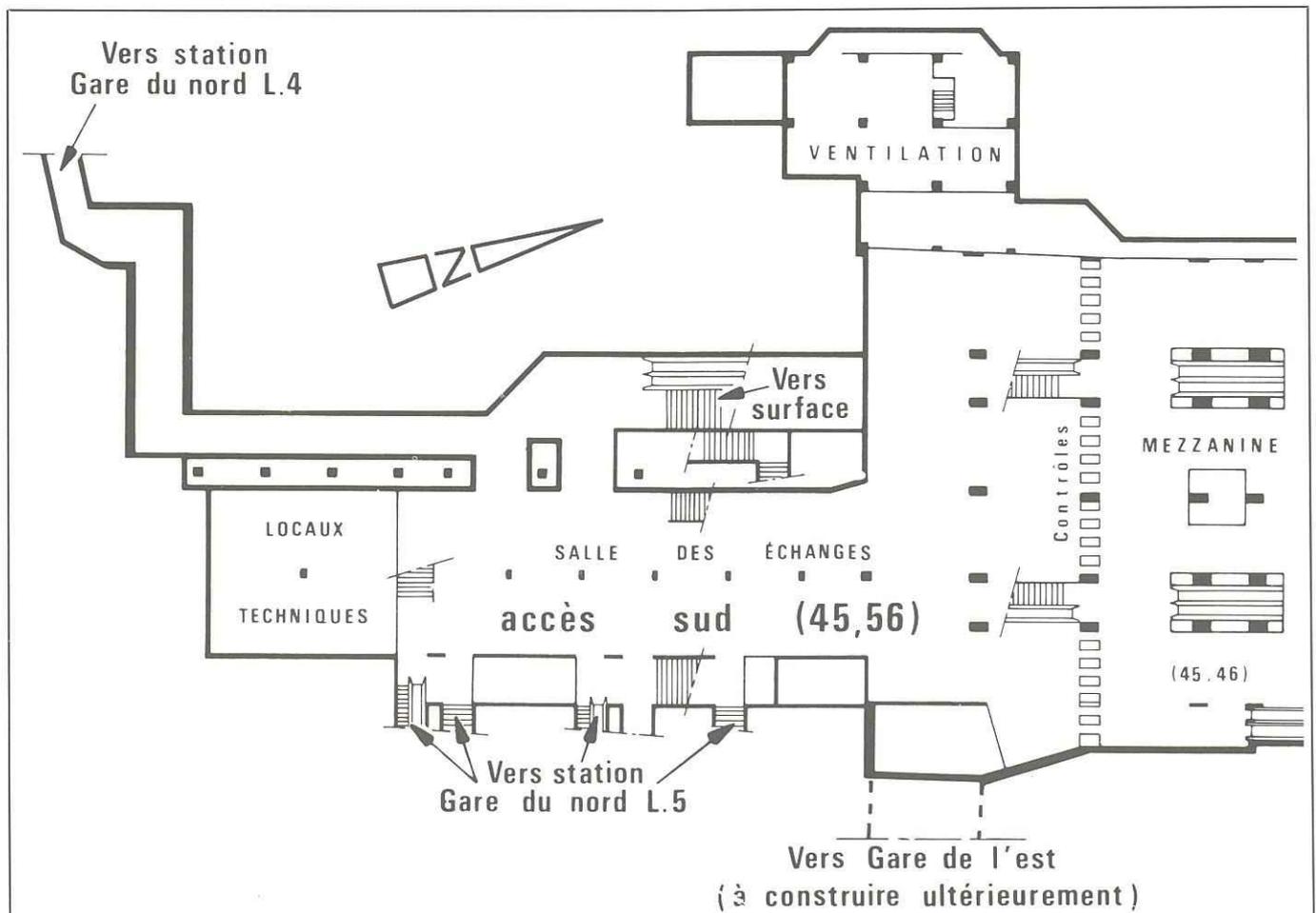
sont fait contrôler dans la salle supérieure, ou qui, allant vers l'extérieur, trouvent dans celle-ci des portes de sortie anti-retour. La communication entre les deux salles est assurée par escaliers fixes ;

- par les intercommunicants entre, d'une part, les lignes régionales (SNCF et RATP), souterraines ou de surface, et le métro urbain ; d'autre part entre les lignes du métro urbain (lignes n^{os} 4 et 5).

Un certain nombre de distributeurs est prévu à ce niveau pour permettre aux voyageurs déjà munis de billets du métro urbain de se procurer les titres de transports nécessaires au passage des contrôles des lignes régionales.

La « **salle des billets** » reçoit tous les voyageurs non munis de billets magnétiques, à destination du métro urbain ou des lignes régionales (station souterraine ou banlieue SNCF de surface). Elle comporte par conséquent un bu-

Accès sud - Niveau « Salle des échanges ».



reau de vente RATP, un bureau de vente SNCF, et des distributeurs de titres de transport.

Les voyageurs en direction du métro urbain sont contrôlés dans la salle et accèdent ensuite à la salle du niveau inférieur par un escalier fixe (voir ci-dessus).

Le passage en direction ou en provenance des quais de lignes régionales de la gare souterraine s'effectue à travers la « mezzanine » de celle-ci à laquelle on accède depuis le niveau (49,10) — où s'effectue le contrôle — par une batterie de deux escaliers fixes, le trajet inverse, de remontée, étant mécanisé.

La liaison entre les quais de surface de la banlieue SNCF (51,51) et la salle (49,10), liaison en principe réservée à la descente, s'effectue par un escalier fixe, avec contrôle de sortie SNCF au niveau des quais.

Accès nord

Cet accès est constitué par un couloir de 3,50 m de large, long de 170 mètres, reliant directement l'extrémité nord-est de la « mezzanine » aux accès existants de la station « Chapelle » de la ligne n° 2.

Ce couloir étant prévu sous contrôle « métro régional », les appareils de contrôle automatique (entrée et sortie) sont installés dans la station « Chapelle ».

Ces nouvelles dispositions conduisent à remanier la salle des billets et les accès aux quais de la ligne n° 2.

Accès ouest

Cet accès, hors contrôle, assure la liaison entre la mezzanine de l'ouvrage commun et les voies SNCF de surface restant affectées au service de

banlieue. Il est constitué par un couloir long de 77 mètres et se raccorde à celui qui, mis en service au début de 1976, débouche rue de Maubeuge. Ce couloir, relié à chacun des quais de banlieue par deux escaliers permet d'accéder à une salle des billets disposée en excroissance au niveau de la « mezzanine » sur son côté ouest.

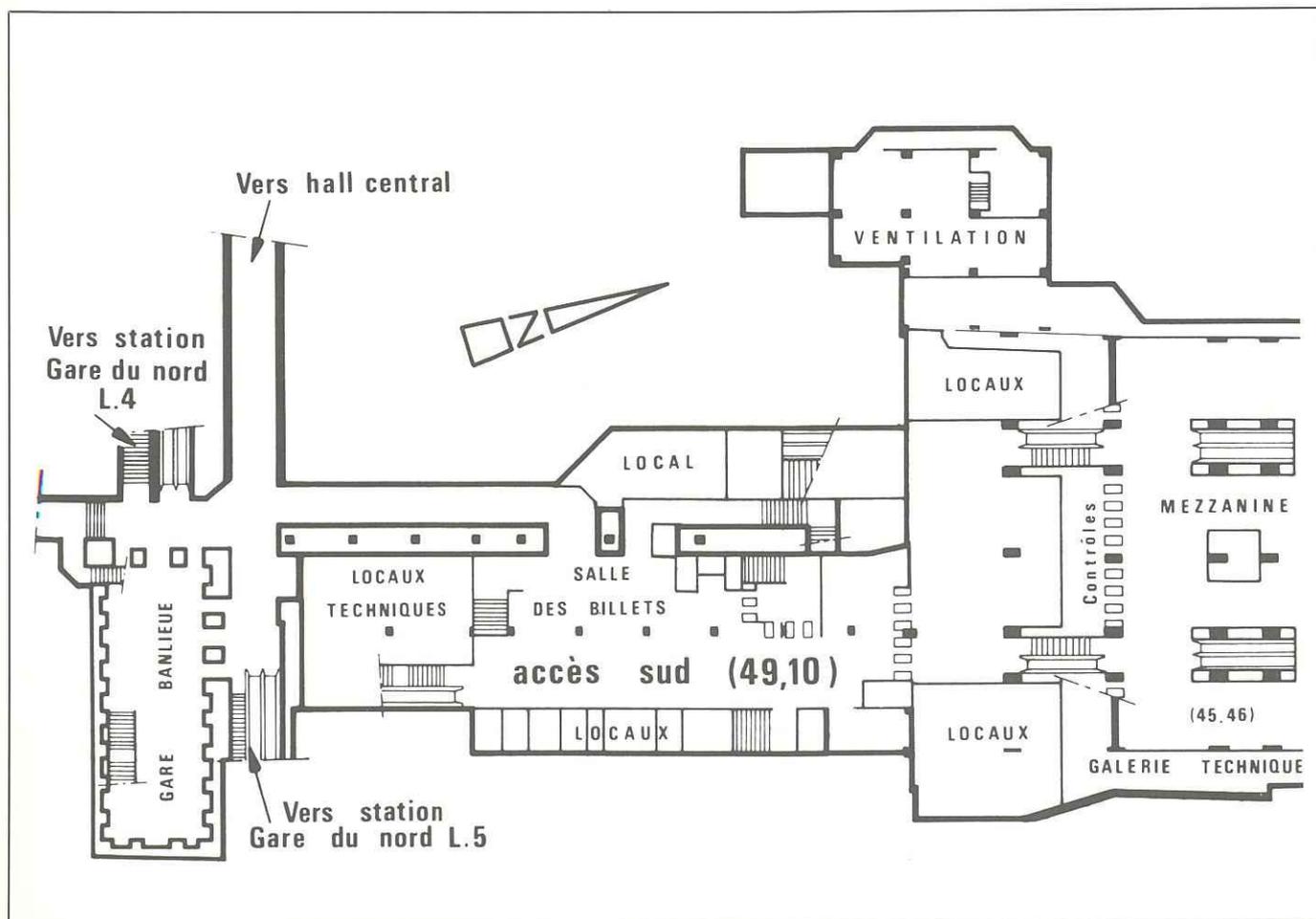
Il se raccorde par ailleurs au couloir existant, construit par la SNCF, entre la rue de Maubeuge et les quais 13-14 de la gare de surface, qui ne fait pas partie du présent projet.

LOCAUX TECHNIQUES

Les locaux nécessaires à l'exploitation, par la SNCF et la RATP, de la station « Gare du Nord » et, dans une moindre mesure, des lignes la desservant sont implantés dans trois zones :

— au-delà du tympan nord de la station, au-dessus des tunnels de

Accès sud - Niveau « Salle des billets ».



- raccordement (3.000 m² environ sur un niveau) ;
- en excroissance sur la paroi ouest de la « mezzanine » (1.000 m² environ sur deux niveaux).

Les installations permettant la climatisation de la « mezzanine » (ventilation et réfrigération) sont réparties entre ces deux premières zones ;

- dans les accès sud, où seront notamment installés un poste « éclairage-force » et les dispositifs de désenfumage de la station en cas de sinistre.

Compléments d'aménagements de la station « Châtelet-Les Halles »

Le planning des travaux prévoit d'exécuter la construction du gros œuvre de la station « Gare du Nord » en deux phases successives, en commençant par la demi-gare ouest dont les deux voies seront mises en service 15 mois avant l'achèvement complet de l'ouvrage. Pendant cette période, il ne sera permis de recevoir à la Gare du Nord et de diriger ensuite vers la ligne de Mitry-Roissy que 8 trains de la ligne de Sceaux toutes les heures, les autres devant être retournés à Châtelet-Les Halles.

Compte tenu de l'intervalle des trains arrivant de Luxembourg, ce schéma d'exploitation suppose que les trains faisant terminus à Châtelet n'y soient pas reçus sur les mêmes voies que les trains continuant vers la Gare du Nord. Il est prévu de les retourner à quai sur les voies destinées au trafic SNCF lorsqu'aura été réalisée l'interconnexion 2^e degré entre les banlieues nord et sud-est.

Le projet prévoit donc un aménagement partiel de ces quais et de leurs liaisons avec les salles d'échanges comportant notamment l'installation de 3 escaliers mécaniques et 2 escaliers fixes sur chaque quai et l'adaptation des voies et du poste de manœuvre.

Répartition des maîtrises d'œuvre entre la SNCF et la RATP

La RATP réalisera l'ensemble des ouvrages compris entre l'origine du projet et le tympan sud de la station « Gare du Nord », y compris les accès sud de cette station qui sont situés au-dessus de l'extrémité des tunnels du métro régional. Elle réalisera également les accès nord dans la station « Chapelle » et entre celle-ci et l'ouvrage commun de « Gare du Nord ».

En revanche, la station souterraine de « Gare du Nord » étant commune aux projets des deux entreprises, et sa réalisation devant faire l'objet d'un phasage dépendant étroitement des contraintes d'exploitation de la Gare du Nord de la SNCF, c'est cette dernière qui est chargée de la construction de l'ouvrage principal de la station, ainsi que des accès ouest.

Cette répartition des maîtrises d'œuvre est sans incidence sur celle des dépenses de réalisation de l'ouvrage commun (station et accès).

Estimation des dépenses

Les dépenses pour la réalisation du prolongement de la ligne de Sceaux de Châtelet-Les Halles à la Gare du Nord, estimées aux conditions économiques du mois de janvier 1976, hors taxe et frais généraux compris, s'élèvent pour la Régie, à 578 MF.

Ce montant total comprend :

- pour une somme de 389 MF le coût total des **tunnels**, ouvrages spéciaux et ouvrages annexes situés au sud de la station « Gare du Nord » ;

- pour une somme de 175 MF, la **participation** de la RATP aux dépenses afférentes à la **construction de « l'ouvrage principal »** de la station « Gare du Nord ». Cette participation est calculée sur la base de la clé suivante : RATP 43 % et SNCF 57 %, établie à partir des volumes affectés à chaque entreprise ;
- par une somme de 14 MF, le coût des travaux complémentaires à Châtelet.

On peut noter que les études détaillées conduites pour la mise au point de l'avant-projet aboutissent à une estimation inférieure à celle qui avait été retenue dans le schéma de principe, soit 587 MF aux conditions économiques du 1^{er} janvier 1975 ou 619 MF aux conditions du 1^{er} janvier 1976.

Mise en service

Il est actuellement prévu que les travaux, commencés en 1977, seront achevés au cours du deuxième semestre 1982. A cette date, tous les trains de la ligne de Sceaux iront jusqu'à la Gare du Nord et poursuivront leur trajet sur les voies SNCF des lignes de Mitry et Roissy.

Toutefois, dès le 1^{er} juillet 1981, une partie des trains de la ligne de Sceaux, soit 8 trains toutes les heures, atteindront la Gare du Nord et poursuivront leur trajet sur la ligne SNCF, les autres trains faisant terminus à Châtelet.

Le matériel interconnexion MI 79

Dans sa séance du 1^{er} juin 1976, le Conseil d'administration a approuvé le projet de marché pour la construction du matériel roulant destiné à équiper les lignes du RER interconnectées avec les lignes de banlieue de la SNCF. Ce marché a été passé entre d'une part, la RATP et la SNCF, d'autre part, la société FRANCO-BELGE de matériel de chemin de fer, la société de traction CEM-OERLIKON et la société ANF-INDUSTRIE. Il a pour objet l'étude relative à la construction du matériel de type « interconnexion », à la construction de 2 éléments têtes de série et de 4 éléments de série, à la construction, subordonnée à l'obtention des crédits nécessaires, de 146 éléments, à la construction ultérieure éventuelle de 37 éléments et à la fourniture d'organes et de pièces de rechange. Il porte sur un montant de 1 463 millions de francs.

L'article ci-après donne les caractéristiques générales de ce matériel, étudié en commun par la SNCF et la RATP, et dont l'architecture et les aménagements ont été définis après qu'un concours ait été ouvert auprès de plusieurs cabinets d'esthétique industrielle.

La RATP et la SNCF ont dû définir un nouveau matériel roulant capable de s'adapter aux caractéristiques propres des réseaux interconnectés. Il s'agit d'un matériel capable de :

- recevoir une double alimentation électrique (1,5 kV continu pour les lignes RATP et SNCF du sud-est et 25 kV alternatif pour les lignes SNCF de la banlieue nord) ;
- desservir des stations à quais de différentes hauteurs 1,10 m et 1 m

pour les quais RATP, 1 m, 0,80 m et 0,55 m pour les quais de banlieue et les gares souterraines de la SNCF ;

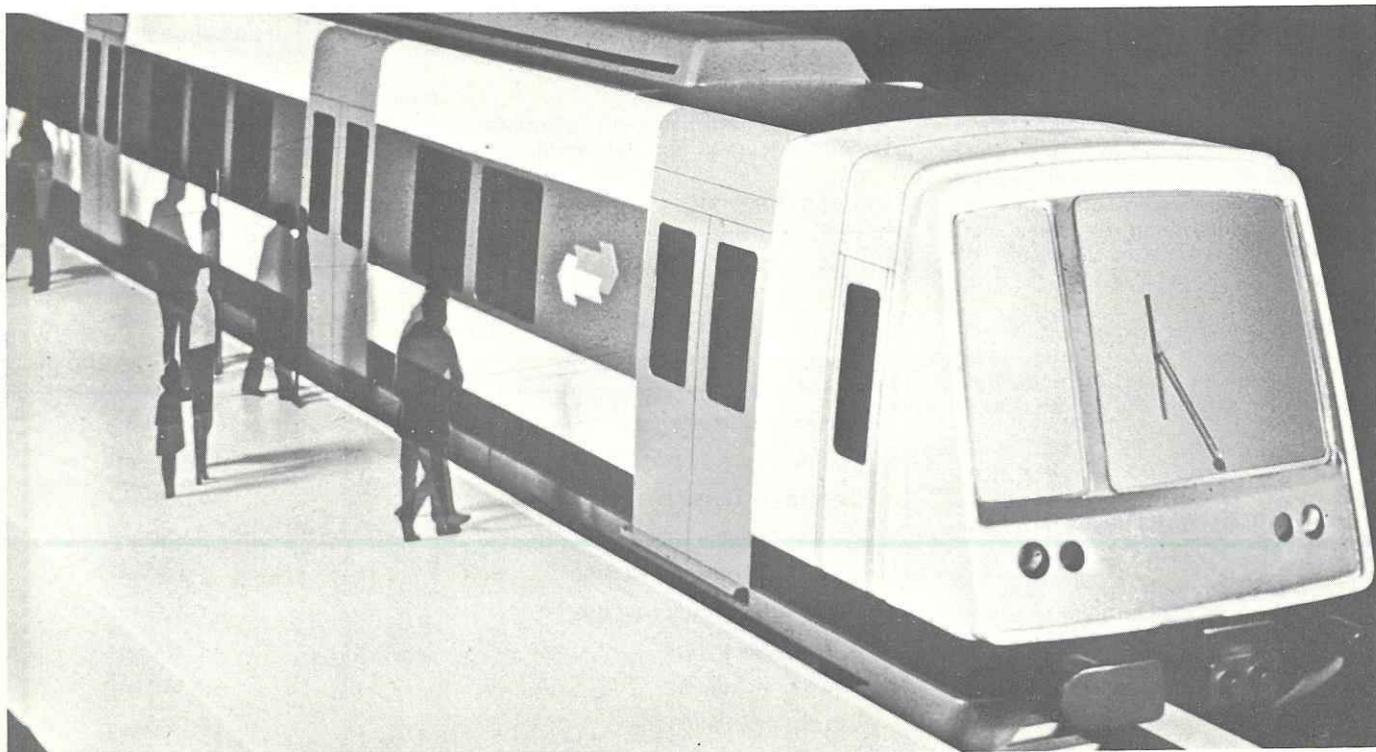
- répondre aux exigences de performances et de confort pour l'exploitation, aussi bien en grande banlieue, que dans le centre de Paris.

La définition du matériel de l'interconnexion a dû en outre tenir compte des impératifs suivants :

- utilisation de la capacité maximale permise par la longueur de quais rencontrée à la RATP (225 m) et à la SNCF (315 m) ;
- composition modulable pour l'adaptation du service au trafic ;
- respect du gabarit UIC ;
- commutation automatique de la tension d'alimentation ;
- performances élevées d'accélération, de décélération et vitesse maximale de 140 km/h ;
- aptitude à gravir de fortes rampes (maximum 40,8 ‰) ;
- exploitation avec un seul agent à bord ;
- nécessité d'offrir une capacité suffisante aux heures creuses pour tenir compte des exigences croissantes des voyageurs en matière de confort ;
- volonté, dans un souci de bonne gestion, de ne prévoir que des caractéristiques de traction justes nécessaires pour réaliser les performances demandées.

Ceci a conduit à choisir des éléments automoteurs constitués de deux mo-

Vue « en station ».



trices encadrant deux remorques et permettant la formation de trains de :

- 104 m pour 1 élément,
- 208 m pour 2 éléments,
- 312 m pour 3 éléments.

Ce matériel, dans les deux entre-prises, sera identifié par l'appellation MI 79.

Description générale

Le matériel MI 79 est constitué par des éléments de quatre voitures comprenant :

- deux motrices avec cabine de conduite, de 2^e classe, placées en extrémité d'élément ;
- une remorque de 2^e classe ;
- une remorque mixte 1^{re} et 2^e classes.

L'élément de quatre voitures, indéformable en exploitation courante, comporte les aménagements particuliers ci-après :

- un compartiment à bagages accolé à chaque cabine de conduite (en principe un seul compartiment à bagages est en service sur les trains qui assurent le service des bagages) ;
- des W.C. situés en extrémité de remorque, côté motrice, qui seront condamnés sur le réseau RATP (souterrain central des lignes interconnectées et lignes du RER actuel) ;
- des dispositifs d'intercirculation entre les voitures d'un même élément ;
- des emmarchements mobiles permettant la desserte de quais de hauteur 0,55 m, 0,80 m, 1 m et 1,10 m ;
- des équipements électriques bi-tension permettant la circulation de ce matériel sur les lignes alimentées en 1 500 V continu ou en 25 000 V monophasé.

Les voitures, quel que soit leur type, ont des dimensions hors tout de 26 m, ce qui conduit à des éléments de 104 m de longueur.

Les trains circulant sur la ligne de Sceaux et sur la ligne régionale est-ouest de la RATP seront formés à 1 ou 2 éléments. Ceux circulant sur la banlieue sud-est et la banlieue nord de la SNCF seront formés à 1, 2 ou 3 éléments.

Disposition des caisses

Les caisses sont entièrement construites en alliage d'aluminium au moyen d'éléments profilés assemblés par soudage.

Les faces ont un profil galbé : la largeur de la voiture est de 2,798 m au plancher.

● Portes

Les portes, au nombre de quatre sur chaque côté d'une voiture, sont à deux vantaux coulissants, offrant une ouverture de 1,300 m.

Le système d'ouverture et de fermeture est le système traditionnel utilisé sur les matériels de la RATP jusqu'au matériel MF 67. Les portes sont mues à l'ouverture et à la fermeture par un moteur pneumatique à double effet placé sous la dépendance d'électrovalves.

La fermeture est provoquée par l'agent de conduite après émission d'un signal sonore d'avertissement. Des lampes témoins disposées à l'extérieur des voitures repèrent celles dont une porte au moins est restée ouverte. Un signal sonore déclenché à l'intérieur de la cabine annonce au conducteur que toutes les portes sont fermées.

L'ouverture, normalement autorisée par le conducteur sur l'ensemble du

train (et ce, par action sur un bouton à l'approche des gares), est déclenchée, à l'initiative des voyageurs, par manœuvre de la poignée de porte.

Afin de pouvoir desservir à la fois des quais de différentes hauteurs, chaque porte est équipée d'une palette mobile, rentrée pour les quais de 55 et 80 cm et sortie pour les quais de 100 et 110 cm. Cette palette est télécommandée depuis la cabine de conduite.

L'ouverture de chaque porte est asservie à la mise en position correcte de l'embranchement mobile correspondant, commandée en cabine. Toute discordance entre la position de la palette et la commande conduit au blocage de la porte correspondante en position fermée.

● Sièges

Les sièges sont constitués :

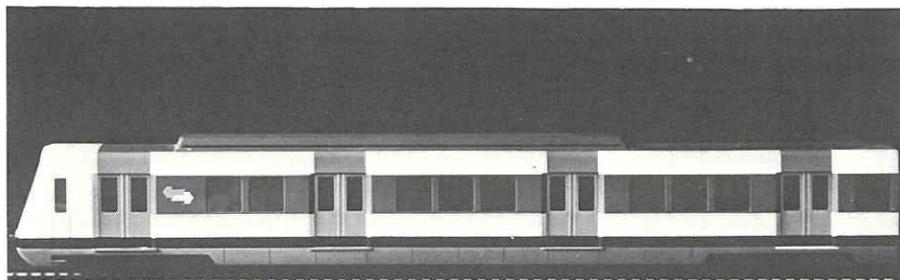
- d'ensembles de base à 2 places disposés soit isolément, soit par groupe de deux adossés l'un à l'autre ;
- de strapontins relevables installés sur les plates-formes au droit des portes et de strapontins relevables installés au droit des sièges doubles de seconde classe, côté couloir.

Outre la couleur, les sièges de 1^{re} classe se distinguent des sièges de 2^e classe par la présence d'accoudoirs.

Le confort offert par ces sièges est au moins égal à celui offert par les sièges existants sur le matériel MS 61 de la RATP ou Z 6400 de la SNCF.

Caractéristiques géométriques des caisses.

	Motrice	Remorque
- Longueur de voiture entre plans d'attelage	26,000 m	26,000 m
- Longueur de caisse de voiture	25,175 m	25,250 m
- Longueur d'un élément	104,000 m	
- Entr'axe pivot de bogie	18,500 m	
- Largeur de caisse au niveau du plancher	2,798 m	
- Hauteur totale normale	3,900 m	
- Altitude normale du plancher	1,190 m	
- Largeur des portes ouvertes	1,300 m	
- Hauteur des portes	1,900 m	
- Hauteur intérieure	≈ 2,300 m	
- Largeur intérieure utile	≈ 2,650 m	



Maquette du matériel.

Baies

Chaque face de voiture comporte 11 baies.

A l'avant des motrices, la baie extrême est supprimée et remplacée par la porte d'accès à la cabine.

Chaque baie est fermée par une vitre en verre teinté filtrant et équipée d'un store.

Sur l'une des faces de la voiture, les vitres sont semi-ouvrantes.

Eclairage

L'éclairage normal est assuré par des tubes fluorescents assurant un éclairage de 300 lux à 1,20 m du plancher. L'éclairage de secours est assuré par le maintien en service, au moyen de la batterie et d'un onduleur, de quatre unités d'éclairage normal dans chaque voiture.

Ventilation Chauffage

La ventilation est dispensée dans chaque voiture par des bouches d'air calibrées situées sous les sièges dans les compartiments voyageurs et sur les cloisons dans les compartiments à bagages, les W.C. et les plates-formes. Le système de ventilation a deux missions :

- insufler de l'air neuf prélevé à l'extérieur à travers des filtres ;
- assurer aux températures ambiantes élevées un brassage de l'air suffisant pour que la ventilation soit perçue agréablement.

Cet objectif, qui nécessite un débit important des ventilateurs, ne peut être atteint entièrement à partir d'air neuf en raison de la surface importante qu'il serait nécessaire de donner aux filtres et de la surpression qu'une telle solution engendrerait dans les voitures. C'est pourquoi le système est prévu pour fonctionner en recyclage partiel.

Un système de chauffage constitué par des résistances situées sur le trajet de l'air ventilé assure une température d'environ 20° C lors des parcours extérieurs en période hivernale.

Les systèmes de chauffage et de ventilation sont asservis à une régulation thermostatique commune qui détermine le régime de ventilation et provoque, le cas échéant, le fonctionnement du chauffage.

Accessoires divers

Chaque voiture est équipée des éléments traditionnels de maintien, à savoir :

- barres ou colonnes de maintien verticales sur les plates-formes ;
- poignées montoires dans l'axe et de part et d'autre des portes ;
- mains courantes au-dessus des dossiers des sièges.

Tous les compartiments sont équipés de porte-bagages à disposition des voyageurs et de plans schématiques du réseau interconnecté et de ses relations avec les autres modes de transport.

Aménagement intérieur.



Cabine de conduite

La cabine de conduite, située à l'avant des motrices, dispose d'une baie frontale en deux parties constituées de verre chauffant et dotée de 2 essuie-glaces.

Elle est accessible de l'extérieur par deux portes latérales battantes, à ouverture intérieure, munies de glaces coulissantes en partie supérieure et, à partir du compartiment voyageurs, par une porte battante dans les deux sens munie d'une glace sans tain à la partie supérieure.

La cabine est organisée pour permettre la conduite en position assise. L'agent de conduite dispose d'un siège garni comparable à celui utilisé sur les autobus, pivotant, réglable en hauteur et en profondeur, le dossier étant à inclinaison ajustable. Un strapontin relevable installé contre la cloison est prévu pour l'agent d'accompagnement.

Le pupitre devant lequel se tient l'agent de conduite porte les organes nécessaires à la conduite, au contrôle de la marche et au service des portes. Un emplacement y est réservé pour y placer à terme des téléviseurs permettant de surveiller le service voyageur.

Informations Liaisons

Deux systèmes de liaisons phoniques sont installés à bord des trains qui permettent :

- d'une part, l'interphonie entre les deux cabines, l'information des voyageurs par l'agent de conduite au moyen de haut-parleurs et, dans certains cas, la liaison bi-direction-

Masses (en kilogrammes).

	Masse à vide (tare)	Masse en charge	
		normale	exceptionnelle
Motrice	57 300	71 790	86 000
Remorque mixte 1 ^{re} classe 2 ^e classe	53 300	68 000	81 300
Remorque 2 ^e classe	53 100	68 430	82 500
Élément de 4 voitures	221 000	280 010	335 800

- A l'extérieur des voitures		
• à 80 km/h et à 7,50 m de l'axe de la voie		85 dB (A)
• à 140 km/h et à 25 m de l'axe de la voie		85 dB (A)
- A l'intérieur des voitures, sur les plates-formes		
• à 80 km/h		63 dB (A)
• à 140 km/h		70 dB (A)

Niveaux sonores moyens.

nelle entre les voyageurs et l'agent de conduite ;

- d'autre part, une liaison bi-directionnelle par radio-téléphonie entre l'agent de conduite et les régulateurs ou entre agents de conduite des trains d'un même secteur.

Bogies

Les bogies moteurs et porteurs dérivent de ceux installés sur le matériel Z 6400 de la SNCF. Ils supportent les caisses par l'intermédiaire d'un système de suspension pneumatique constitué par des coussins gonflables comportant en leur centre un bloc élastique de manière à limiter l'affaissement de la caisse en cas de défectuosité de la suspension pneumatique. L'entraxe des bogies est de 18,500 m.

Roulement

L'empattement des essieux des bogies moteurs ou porteurs est de 2,400 m.

Les roues sont monobloc en acier ; leur diamètre nominal est de 1,020 m pour les roues motrices et de 0,920 m pour les roues porteuses.

Les essieux tournent dans les boîtes sur des roulements à rouleaux coniques. Un certain nombre de boîtes d'essieux portent des accessoires divers tels que retour de courant, capteur anti-enrayage et anti-patinage, émetteurs d'impulsion pour le contrôle de la vitesse ou de l'accélération.

Suspension

Le premier étage de suspension est assuré par des ressorts à rigidité progressive avec la charge qui relie la boîte d'essieu au châssis de bogie.

Le second étage de suspension est pneumatique ainsi qu'il a été dit plus haut. Chaque coussin est tributaire d'une valve de nivellement qui maintient constante l'altitude du plancher de la voiture et ce, quelle que soit la charge.

Train moteur

Chaque bogie moteur porte deux moteurs auto-ventilés développant une puissance en régime continu de 350 kW et entraînant chacun un essieu. Le moteur est fixé, en porte à faux, sur la traverse centrale du châssis de bogie. A la sortie de chaque moteur se trouve un réducteur puis une transmission sur essieu de type Cardan.

Freinage

Le freinage est assuré par un frein mécanique et un frein électrique.

Le frein mécanique comprend :

- un frein à semelles composites (2 semelles par roue agissant d'un seul côté de la roue) sur tous les bogies moteurs et porteurs ;
- un frein à disques (2 disques par essieu) sur les bogies porteurs.

La possibilité d'adjonction d'un frein à patins magnétiques est réservée.

Sur les motrices, le frein mécanique est conjugué avec un frein électrique qui peut fonctionner :

- en rhéostatique ou en récupération sur les lignes alimentées en courant 1 500 V continu %
- en rhéostatique uniquement sur les lignes alimentées en courant 25 kV alternatif.

Le freinage comporte encore un « frein d'immobilisation » qui assure de façon automatique et sécuritaire pour l'ensemble d'un train une fonction analogue à celle réalisée traditionnellement sur le matériel. Le nombre de roues freinées par ce type de commande sera tel qu'une motrice soit maintenue en rampe de 40,8 ‰ sans intervention du frein pneumatique.

Le fonctionnement des systèmes de freins est sous la dépendance de la pression d'air d'une conduite générale pneumatique.

Le système de frein est caractérisé par :

- une indépendance par bogie des organes de frein ;
- divers dispositifs électriques permettant d'assurer, en jouant sur la conduite générale, une mise en action plus rapide des freins ;
- un dispositif de conjugaison des systèmes de frein permettant de suppléer aux défauts du frein électrique par mise en action du frein pneumatique ;
- une excitation séparée, par batterie, des moteurs de traction pour le freinage électrique. Les batteries prévues sur le matériel permettent, en cas de coupure du courant haute tension, d'assurer 15 freinages à fond en freinage électrique ;
- un dispositif de réglage à la charge, monté en sécurité, permettant de rendre la décélération indépendante de la charge du train ;
- des dispositifs anti-enrayeurs agissant tant sur le frein électrique que sur le frein pneumatique et permettant d'utiliser le matériel à limite d'adhérence ;
- une mise en action automatique, à l'arrêt, du frein d'immobilisation, en cas de baisse anormale de pression dans un cylindre de frein ;
- des moyens nombreux et variés de commande du frein parmi lesquels :
 - le manipulateur traction-freinage,
 - une manette de commande pneumatique des freins ;
 - un robinet d'urgence,
 - une valve d'urgence, dite « coup de poing ».

Tableau des Performances

Vitesse maximale : 140 km/h

- Accélération moyenne de 0 à 42 km/h :

- en charge normale : 0,85 m/s²
- en charge exceptionnelle : 0,70 m/s²

- Décélération moyenne :

distance d'arrêt -

- à partir de 140 km/h : 775 m - 0,98 m/s²
- à partir de 100 km/h : 405 m - 0,95 m/s²
- à partir de 40 km/h : 70 m - 0,88 m/s²

(décélération et distances d'arrêt valables pour toute charge jusqu'à la charge exceptionnelle)

- Taux maximum de variation de l'accélération en service normal

(traction et freinage) 0,6 m/s³

Ces quatre appareils sont installés dans la cabine de conduite à portée de main du conducteur. Pour les voyageurs sont prévus des freins de secours à côté de chaque porte d'accès.

Equipements électriques haute tension

Les équipements électriques haute tension comprennent tout ce qui est nécessaire à la captation, à la transformation et au redressement éventuels du courant haute tension ainsi que les équipements de traction et de freinage. Ces équipements sont commandés soit pneumatiquement à partir de l'air comprimé emmagasiné dans la conduite principale ou dans les divers réservoirs, soit électriquement en courant basse tension à partir de batteries.

Equipement de captation, de transformation et de redressement du courant haute tension

Ces équipements comprennent :

- les pantographes qui captent soit un courant continu sous caténaire 1 500 V, soit un courant alternatif sous caténaire 25 000 V ;
- la ligne de toiture distribuant le courant capté par le pantographe vers les divers équipements de toiture ;

- le transformateur de palpage nécessaire pour commander les divers appareils en fonction de la tension détectée ;
- le disjoncteur monophasé ;
- le commutateur monophasé continu ;
- l'ensemble transformateur-selfs ;
- le redresseur principal ;
- le disjoncteur continu.

L'ensemble de ces équipements est situé sur les remorques, soit en toiture, soit sous châssis.

Dispositif de commutation de tension

La commutation de tension est commandée automatiquement à partir de balises fixes installées au sol et se déroule pour chaque demi-élément de la manière ci-après :

- une première balise commande, en fonction de la vitesse du train, la suppression progressive de l'effort de traction, puis, après un certain parcours, l'ouverture du disjoncteur et l'abaissement du pantographe du demi-élément. Par sa nature même et compte tenu de sa complexité, un tel appareillage ne pourra que difficilement être réalisé en sécurité intrinsèque. Pour pallier les pannes éventuelles, il est prévu un dispositif spécial dit « piège à pantographe » réalisé en sécurité intrinsèque, commandant la disjonction au niveau des installations fixes si le pantographe n'est pas abaissé à temps ;
- une deuxième balise, installée au-delà de la section neutre commande la remontée du pantographe. Un palpeur de courant, de sécurité intrinsèque, commande la commutation des équipements puis la fermeture du disjoncteur.

Equipements de traction et de freinage

Le fonctionnement en traction et en freinage électrique est assuré par des équipements statiques à thyristors, les 2 moteurs de traction d'un bogie sont alimentés par un équipement qui lui est propre.

Le réglage de la tension est obtenu par des hacheurs de courant. En traction, le réglage du champ inducteur est réalisé par thyristors de dérivation. Les hacheurs sont réutilisés pour le réglage du freinage électrique :

- en courant continu (freinage rhéostatique ou freinage par récupération si la ligne le permet) ;
- en courant monophasé dans tous les cas.

L'excitation des moteurs fonctionnant en génératrice est obtenue par des « hacheurs d'excitation » prélevant leur énergie sur les batteries d'accumulateurs.

L'ensemble de ces équipements est situé en principe sur les motrices soit en toiture, soit sous châssis.

Les équipements du hacheur reçoivent par l'intermédiaire des lignes de train, des consignes transformées localement en référence de courant et de vitesse, ce qui a pour effet de faire varier le taux de conduction des thyristors du hacheur.

Equipements auxiliaires

Production d'air comprimé

Chaque remorque est équipée d'un groupe moto-compresseur suspendu élastiquement sous le châssis, qui refoule l'air dans un réservoir principal à travers un sécheur.

Une conduite principale courant tout le long du train met en communication les réservoirs principaux et les divers organes pneumatiques.

Sources électriques auxiliaires

Sur chaque remorque est installé un groupe convertisseur statique alimentant les circuits auxiliaires du train. Ce convertisseur fournit une tension triphasée (380 V entre phases) et de fréquence 50 Hz.

Il alimente d'une part, les circuits utilisant directement cette tension triphasée (ventilation des blocs d'appareillage, ventilation des compartiments voyageurs, moto-pompe à huile, etc.), d'autre part, les circuits basse tension 72 V des divers circuits du train au moyen des chargeurs de batteries.

Principales dispositions permettant d'assurer la sécurité de la circulation des trains

Outre les équipements traditionnels tels que le chronotachymètre et les diverses signalisations optiques du train, sont prévus les équipements de sécurité ci-après :

Veille automatique

Le dispositif de veille automatique est du type à contrôle du maintien de l'appui (VACMA) analogue à celui équipant les matériels MS 61 et les matériels récents de la SNCF. Pour libérer le conducteur de son obligation de veille pendant les arrêts en station, le dispositif de veille automatique est neutralisé à basse vitesse (en principe 3 km/h). Bien entendu, s'il se produit une dérive du train non contrôlée par le conducteur, le dispositif de veille redevient actif dès que le train atteint la vitesse de 3 km/h et le freinage d'urgence est commandé par défaut de veille. En l'absence d'actionnement des appareils de veille, le freinage est irréversible et l'effort pneuma-

tique est maintenu même à l'arrêt. Il ne peut être annulé que par réarmement du dispositif de veille automatique.

Alarme vigilance

Ce dispositif provoque, en cas d'arrêt du train par la veille automatique et si le conducteur ne réagit pas à l'alerte sonore (produite en cabine pendant 15 secondes environ) en la neutralisant, l'envoi au poste de contrôle d'une alerte sonore signifiant qu'un train stationne anormalement. Cette alerte est véhiculée par la liaison téléphonique train-poste de contrôle.

Répétition ponctuelle des signaux

Ce dispositif a pour objet de provoquer l'arrêt du train par commande du freinage d'urgence en cas de non-respect des ordres donnés par la signalisation latérale. Le non-respect peut se traduire :

- par la non-vigilance des signaux à distance ;
- par le franchissement des signaux à l'arrêt.

Ce dispositif exploite les informations fournies soit par des crocodiles (voies SNCF), soit par des balises commutables du type de celles en service sur la ligne est-ouest du métro régional (voies RATP).

Les arrêts provoqués par le dispositif de répétition ponctuelle ont pour effet de déclencher le système de veille automatique. Le réarmement du dispositif n'est possible qu'à l'arrêt par inversion de position des appareils de commande de la veille automatique (cessation de l'appui si l'appareil est maintenu, rétablissement de l'appui si l'appareil est relâché).

Liaison téléphonique train-poste de contrôle

Cette liaison téléphonique, assurée par radio, permet au conducteur d'entrer directement en contact soit avec le poste de contrôle, ou le régulateur, soit même avec les conducteurs des trains circulant dans la même zone.

Elle sera complétée par un dispositif d'alerte-mouvement permettant l'envoi d'un signal d'alerte à tous les conducteurs des trains d'une zone donnée pour les aviser de l'existence d'un danger. Ce dispositif est normalement mis en action par le conducteur qui a constaté l'existence du danger en appuyant sur un bouton d'alerte. C'est, en quelque sorte, une version modernisée de la torche à flamme rouge.

Annonce voyageurs

Ce dispositif permet au conducteur de transmettre des informations aux voyageurs de son train.

Pilotage automatique

Bien que non encore exactement défini, le système de pilotage automatique aura un programme de fonctionnement analogue à celui du système de pilotage automatique des lignes du métro urbain de la RATP, c'est-à-dire qu'il comportera, outre une fonction commande de la marche, un dispositif de contrôle global de la marche, contrôlant à la fois la continuité de la liaison voie-machine et la vitesse du train.

Formation des trains

Les liaisons entre motrices et remorques sont réalisées par une barre d'accouplement pour les parties mécaniques, des demi-accouplements pour les liaisons pneumatiques, par des cablots multi-conducteurs pour la partie électrique.

Les liaisons entre demi-éléments sont analogues aux liaisons entre motrices et remorques pour la partie électrique, et sont réalisées par un attelage automatique simplifié pour les liaisons mécaniques et pneumatiques.

Les liaisons mécaniques, électriques et pneumatiques entre éléments sont réalisées par un attelage automatique intégral. L'accouplement de deux éléments de fait donc par simple rapprochement. Le découplage est commandé par une électrovalve.

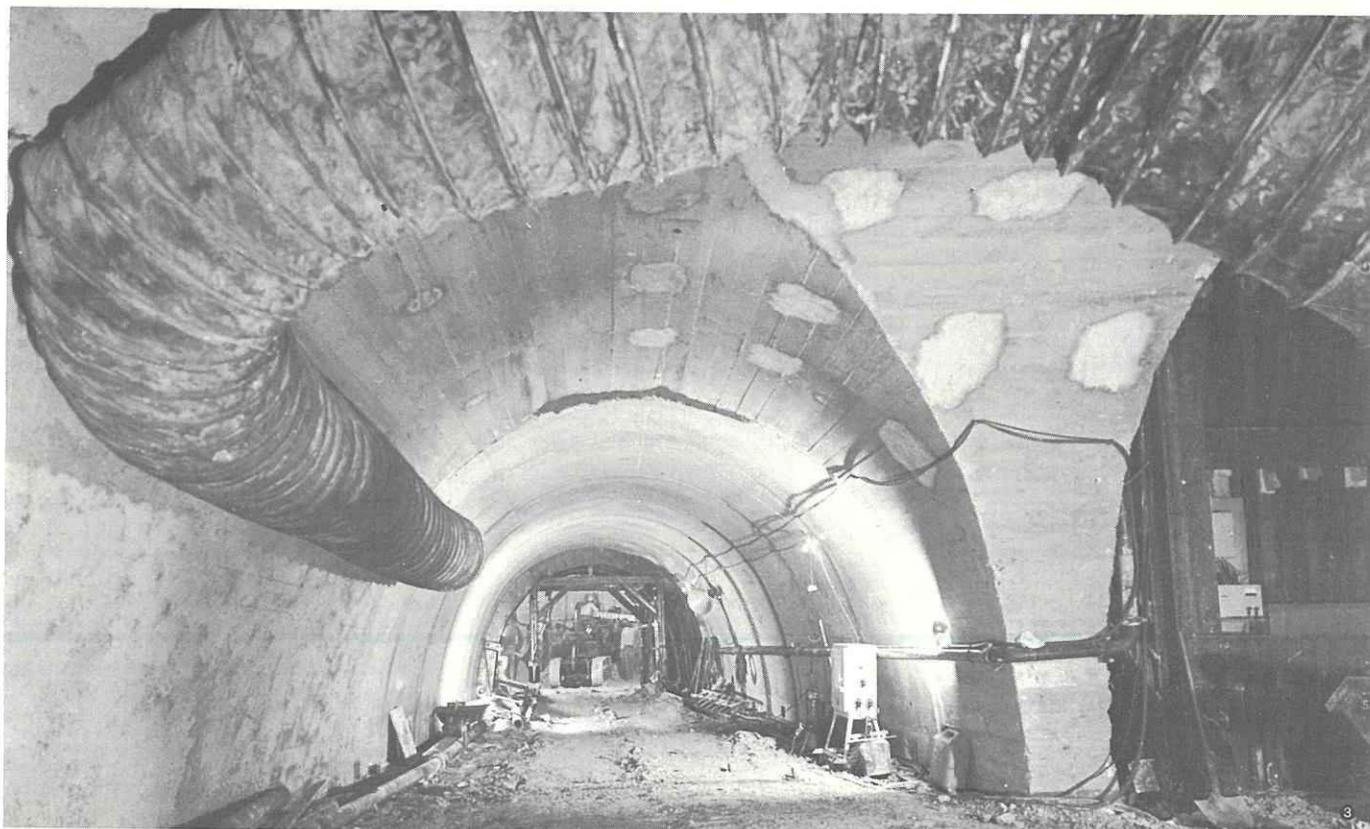
Vues de travaux en cours

STATION « CHATELET-LES HALLES »

- ① – Protection des voies et reprise en sous-cœuvre : Ligne N° 4.
- ② – Aménagements en cours au niveau des quais.

LIGNE N° 7

- ③ – Station « Porte de la Villette » : chambre de départ du souterrain voie I vers Paris.

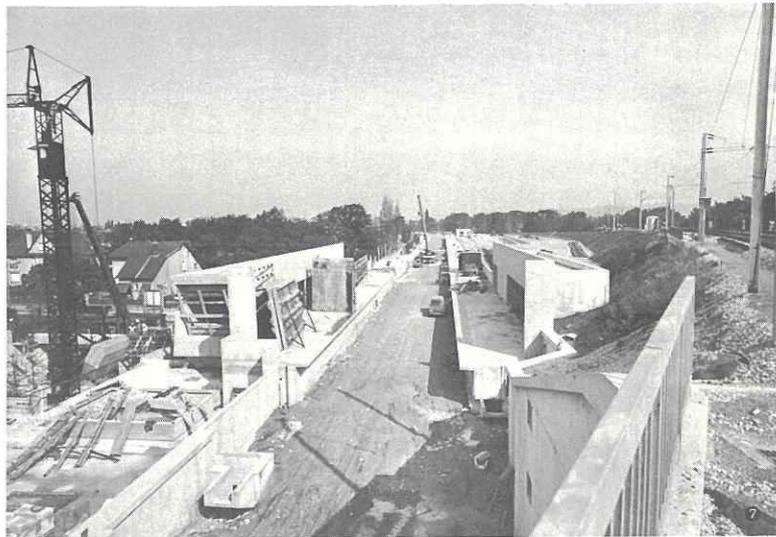
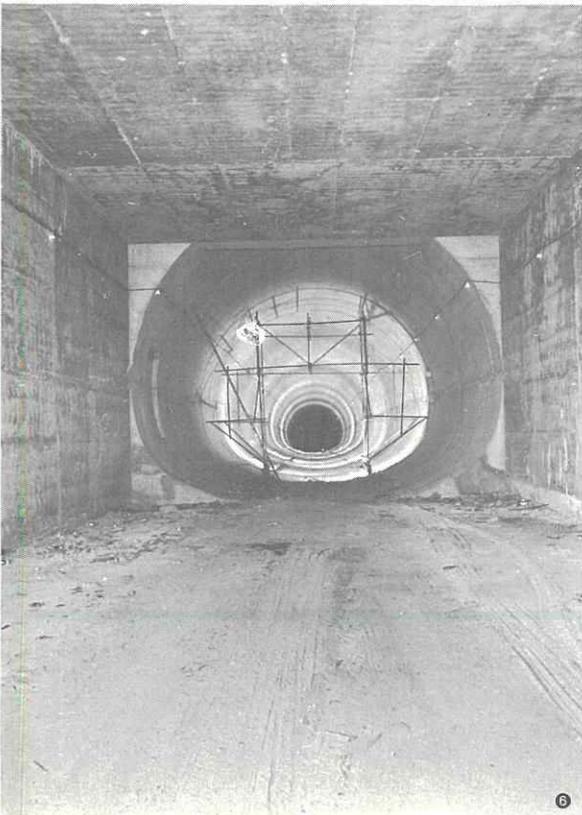
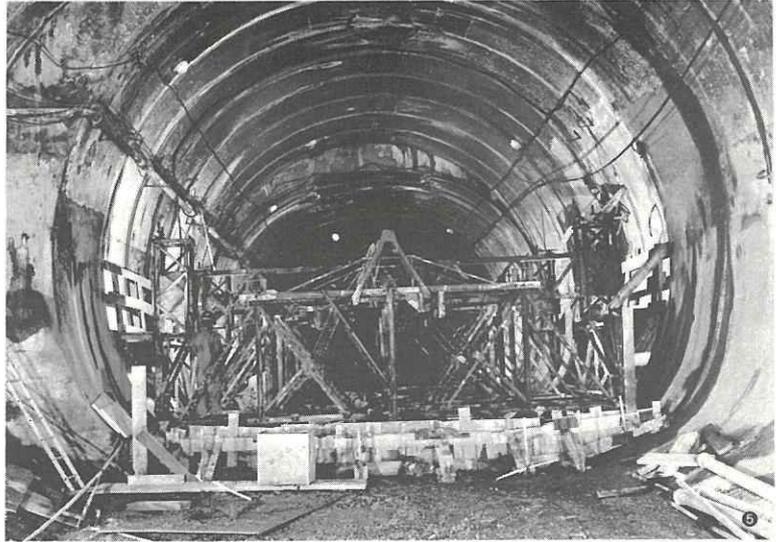
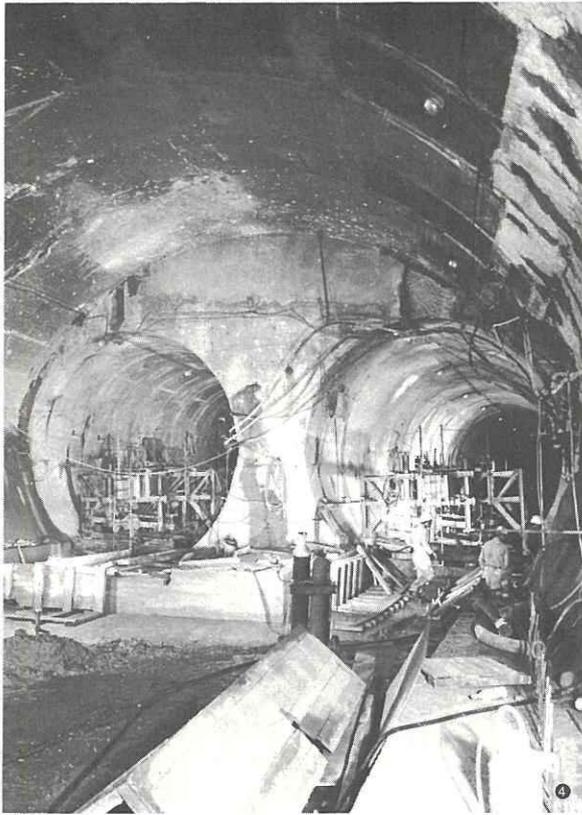


LIGNE DE SCEAUX

- ④ – Arrivée des coffrages de la plate-forme sous voies dans le secteur Cluny (ouvrage de 12,50 m d'ouverture).
- ⑤ – Coffrage de la plate-forme sous voies dans le secteur Cluny (Tunnel de 8,70 m).

LIGNE DE MARNE-LA-VALLEE

- ⑥ – Cadre et souterrain voûté de l'échangeur de Villiers-s/Marne.
- ⑦ – Vue d'ensemble des quais de la station « Bry-s/Marne ».
- ⑧ – Charpente de la station « Val de Fontenay ».





Guide des transports en commun de la région parisienne

Afin d'améliorer l'information du public sur les possibilités offertes par les divers réseaux de transport en commun de la région parisienne, le Syndicat des transports parisiens a fait étudier, par un groupe de travail auquel participaient la RATP et la SNCF, un guide des transports en commun.

Ce guide — le TRANSPOCHE — vient d'être édité et a été mis en vente à la mi-octobre dans les bureaux de postes et les bibliothèques des gares SNCF et des stations du métro et du RER, ainsi que dans les bureaux de tourisme de la RATP (53 bis, quai des Grands-Augustins, et place de la Madeleine).

Le TRANSPOCHE regroupe, pour la première fois, les informations relatives au métro, au RER, aux lignes d'autobus, aux trains de banlieue et aux lignes d'autocars de la région parisienne. Il se présente sous la forme d'un fascicule de format de poche 100 x 195, contenant essentielle-

ment 12 cartes au 1/70 000 dont l'assemblage permet de représenter la région parisienne avec sa voirie principale et les réseaux de transport. Cet ensemble est complété par une carte d'assemblage qui met notamment en évidence la structure des réseaux ferrés à grand gabarit, un agrandissement du centre de Paris permettant de rendre plus lisible les réseaux d'autobus urbains, un plan du métro et des indications sur les fréquences et les tarifs.

Le système de pliage, les recherches graphiques, la qualité de la cartographie devraient permettre une utilisation aisée de ce guide.

Carte orange annuelle

Après la carte orange mensuelle, la RATP et la SNCF ont étudié et proposé aux pouvoirs publics la création d'une carte orange annuelle. Le Syndicat des transports parisiens a ainsi approuvé la mise à disposition du public, à compter du 1^{er} juillet 1976, d'une carte orange à validité annuelle.

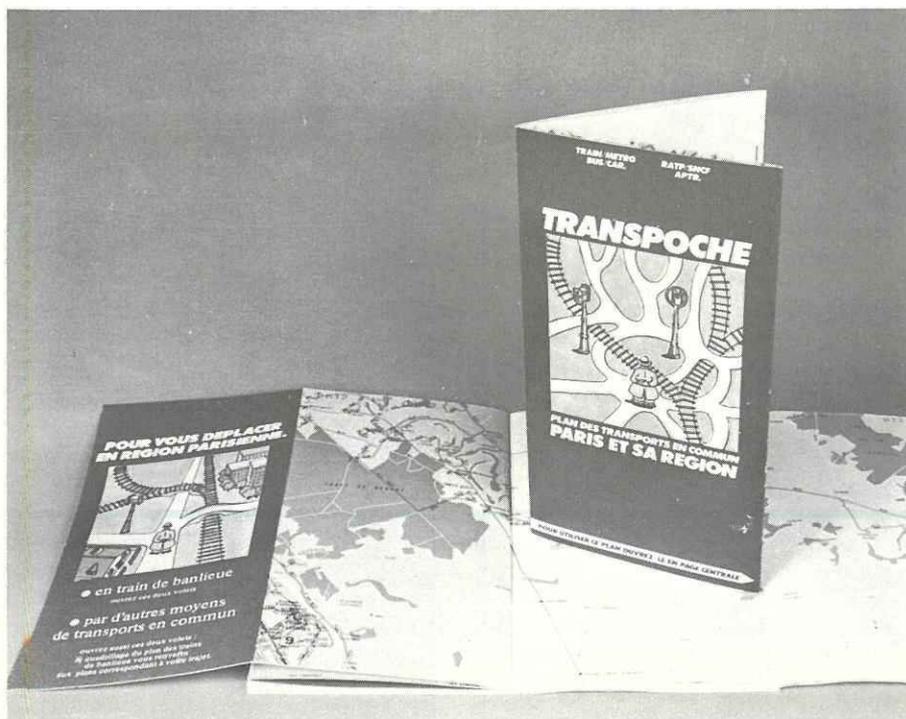
Sa présentation matérielle et ses conditions d'utilisation sont identiques à celles de la carte orange mensuelle, qui est bien entendu maintenue.

Le prix du coupon annuel est égal à 10,8 fois le prix du coupon mensuel correspondant, avec prépaiement intégral à la souscription et garantie de prix pendant les 12 mois.

L'abonné a la possibilité de résilier ou de modifier son contrat.

La délivrance se fait par correspondance, ainsi que dans le bureau de tourisme de la RATP, 53 bis, quai des Grands-Augustins. Les formulaires de demande d'abonnement, disponibles dans tous les points de vente et bureaux d'information « carte orange », doivent être envoyés, accompagnés d'un chèque postal ou bancaire, ou d'un mandat-lettre, 15 jours avant le 1^{er} du mois de début de validité.

Transpoche : un guide pratique et complet.



Mise en service d'escaliers mécaniques

Depuis la parution de notre dernier numéro, huit nouveaux escaliers mécaniques ont été mis en service sur le réseau du métro urbain. Ils ont les caractéristiques ci-après :

PORTE D'ITALIE — ligne n° 7 — mis en service le 10 août 1976 :

L'escalier mécanique est de type normal (OTIS 30°) et a une hauteur de 7,47 m. Il est issu du couloir de sortie du quai direction Mairie d'Ivry. Il débouche directement à l'extérieur, en bordure du square Hélène Boucher. Il est utilisable par les voyageurs se dirigeant vers la gare routière.

WAGRAM — Ligne n° 3 — mis en service le 14 août 1976 :

L'escalier mécanique de type normal (OTIS 30°) et de 7,15 m de hauteur, relie le quai direction Pont de Levallois à l'extérieur. Il débouche sur le trottoir pair de l'avenue de Villiers.

BALARD — ligne n° 8 — mis en service le 20 septembre 1976 :

C'est aussi un escalier mécanique de type normal (OTIS 30°) ayant une hauteur de 8,95 m. Il relie le quai d'arrivée à l'avenue de la Porte de Sèvres.

TERNES — ligne n° 2 — mis en service le 9 septembre 1976.

Cet escalier, de type compact (CNIM 30°) et de 5,85 m de hauteur, relie le quai direction Dauphine au trottoir nord de l'avenue de Courcelles, à l'angle de la place des Ternes.

PORTE DE CLICHY — ligne n° 13 — mis en service le 8 septembre 1976.

L'installation de ce nouvel escalier ayant une hauteur de 7,78 m s'inscrit dans le cadre d'une opération plus large qui avait pour objet de créer un accès supplémentaire au droit du lycée Honoré de Balzac, formant passage public sous le boulevard Bessières. Il est issu du couloir qui existait entre la station arrivée et les accès tous situés au sud du boulevard et débouche directement à l'extérieur. Il est doublé d'un escalier fixe utilisable par les voyageurs entrants.

ANATOLE FRANCE — ligne n° 3 — mis en service le 26 octobre 1976.

Il s'agit d'un escalier compact (CNIM 30°) ayant une dénivellée de 7,15 m reliant directement le quai direction Levallois à l'extérieur et débouchant sur le terre-plein est de la place du Général-Leclerc.

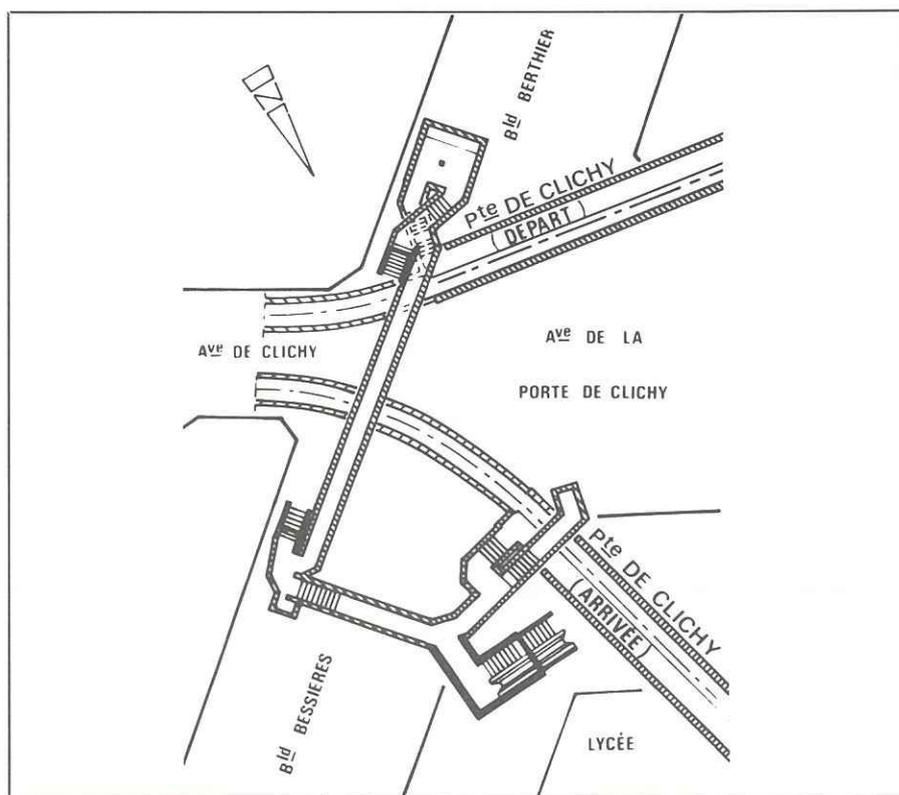
MONTPARNASSE-BIENVENUE — ligne n° 12 — mis en service le 6 octobre 1976.

Cet escalier compact (CNIM 30°) de 4,31 m de hauteur, est situé dans le couloir de correspondance entre le quai direction Issy-les-Moulineaux et les lignes n°s 6 et 14.

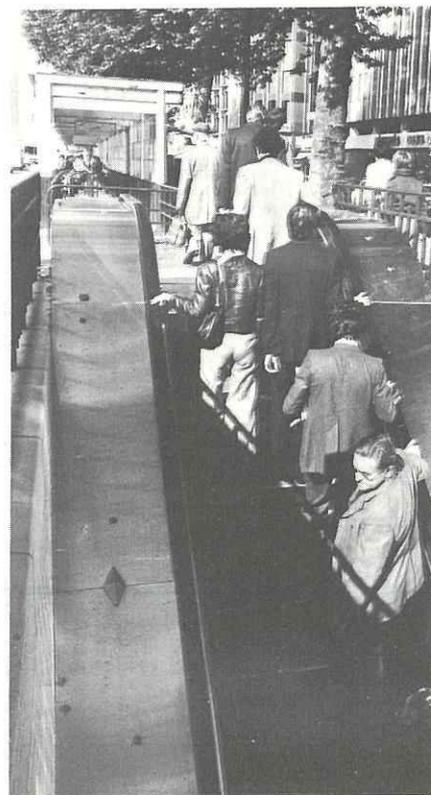
PONT DE NEUILLY — ligne n° 1 — mis en service le 14 septembre 1976.

De type compact (CNIM 35°) et de 6,22 m de hauteur, cet escalier est installé entre le bureau de la salle des billets et le trottoir nord de l'avenue Charles-de-Gaulle. Toute la dénivellée entre le quai et la sortie se trouve donc désormais mécanisée puisqu'un escalier mécanique avait déjà été mis en service le 4 avril dernier entre le quai « arrivée » et la salle des billets.

Porte de Clichy — Plan du nouvel accès.



Escalier mécanique — Pont de Neuilly.



Le nouveau dépôt d'autobus de Nanterre

Dans son numéro de novembre-décembre 1974, RATP-documentation information avait annoncé la construction d'un nouveau dépôt d'autobus, sis à Nanterre. Cet établissement vient d'entrer en service le 1^{er} octobre 1976.

La mise en service du dépôt de Nanterre marque le terme de l'action engagée au début des années 60 pour restructurer les dépôts d'entretien et de remisage des autobus en fonction de l'extension du réseau de banlieue.

Cette action s'est traduite par la création de 7 nouveaux dépôts, d'une capacité de 200 voitures environ, situés en banlieue, à plusieurs kilomètres des portes de Paris et par la fermeture à

l'exploitation d'établissements vétustes, mal situés et de capacité insuffisante.

Parallèlement a été entreprise la modernisation des dépôts conservés, elle-même d'ailleurs en voie d'achèvement, les travaux qui se poursuivaient dans les établissements « Flandre » et « Montrouge » étant maintenant terminés et ceux qui intéressent Malakoff étant sur le point de démarrer.

*
* *

L'établissement est implanté sur un terrain de 57 500 m² situé 9 à 31, rue Kléber à Nanterre, dans l'îlot déterminé par le chemin de halage longeant la Seine au nord-ouest, le boulevard de la Seine au nord-est, la rue Kléber au sud-est et le boulevard du Général-Leclerc au sud-ouest.

Sa construction a nécessité le remblaiement du terrain existant sur 0,80 m de hauteur et l'établissement d'une plate-forme à la cote (27,80 NGF), à l'abri de la crue centenaire. Les voies publiques limitrophes n'étant pas de nature à permettre l'accès direct du dépôt, il a fallu également construire une voie d'accès privée

et mettre hors inondation et renforcer une partie de la voirie locale.

Cet établissement est un dépôt à remisage mixte, c'est-à-dire où une partie des voitures est remisee sous halls couverts et l'autre à l'air libre. Cette disposition moins onéreuse que la solution « tout couvert » permet néanmoins d'offrir au personnel d'excellentes conditions de travail, les petites réparations n'exigeant pas le stationnement des voitures dans le hall atelier pouvant être faites dans un hall de remisage abrité.

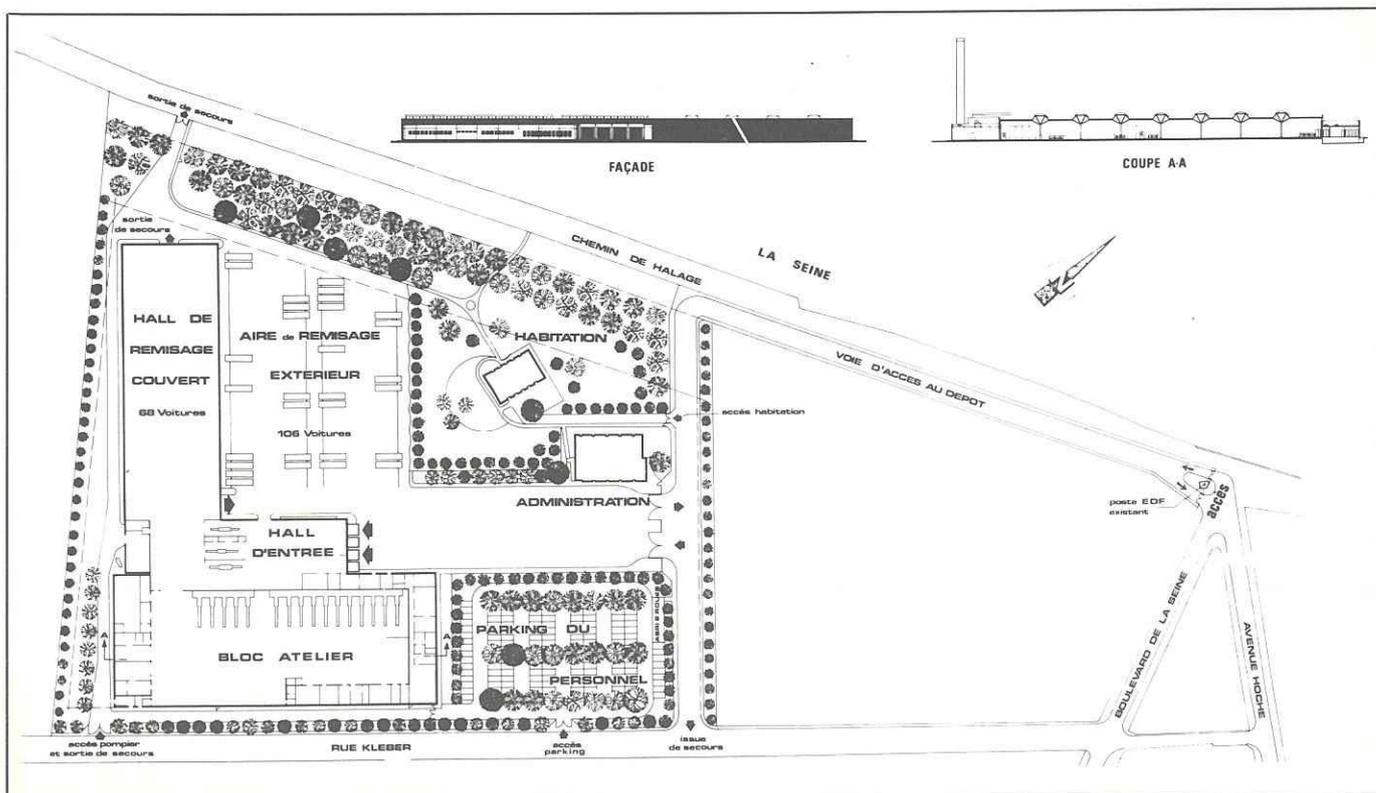
L'établissement comprend le dépôt proprement dit, un bâtiment d'administration, un immeuble d'habitation et des aménagements extérieurs.

Le dépôt

Fondé sur pieux, il s'étend sur une superficie de 18 200 m², dont 12 100 m² sont couverts.

C'est un bâtiment à ossature métallique légère, à murs rideaux industriels et à couverture en tôle d'acier nervurée comportant des lanterneaux à cou-

Dépôt de Nanterre : plan schématique.



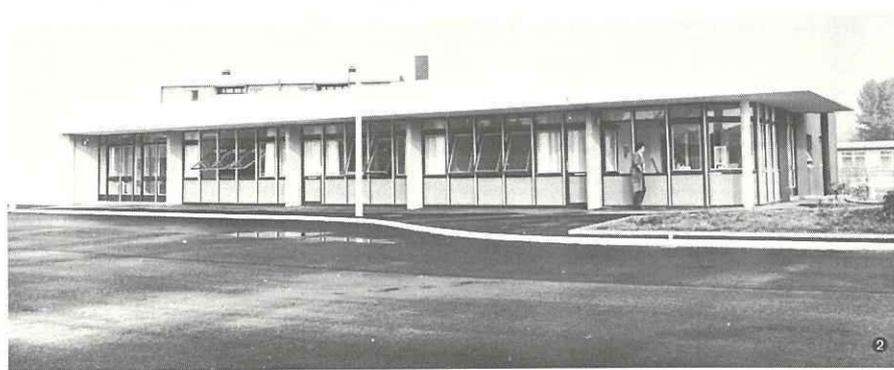
- ① – Vue générale du dépôt.
- ② – Le bâtiment d'administration.
- ③ – Intérieur des locaux administratifs.
- ④ – L'immeuble d'habitation des agents logés.
- ⑤ – Aménagements extérieurs.

poles en polyester de qualité difficilement inflammable.

Le hall d'entrée a une superficie de 1600 m². Il comprend notamment une aire de chargement en carburant équipée de 4 postes de charge comportant chacun 2 enfûteurs automatiques capables de débiter 100 litres/minute. Les possibilités de stockage de carburant atteignent 130 m³.

On y trouve également :

- le bloc lavage composé d'une machine à laver automatique avec son local de commande, une aire de lavage manuel et une fosse destinée au lavage de dessous de caisse avec son appareillage de production d'eau surpressée.
- le vestiaire du personnel chargé du lavage des véhicules,
- le bureau du chef surveillant de garage, avec le tableau de mouvement des voitures et les rateliers d'habillage où sont rangés les « bandeaux » latéraux dont on équipe les voitures en fonction de la ligne à laquelle elles sont affectées.



Le **bloc atelier** a une superficie de 5 400 m² et peut abriter 33 voitures. Il comporte :

- onze fosses de visite et d'entretien communiquant entre elles par une fosse atelier transversale et équipées de dispositifs d'extraction des gaz d'échappement des voitures en cours d'essai ;

- cinq fosses de graissage et d'entretien dotées d'un dispositif permettant la distribution à distance des lubrifiants ;

- des locaux annexes abritant le bureau du chef d'entretien, les différents ateliers nécessaires à l'entretien des autobus (roues, peinture, forge, soudure, outillage, magasin, etc), un poste de transformation EDF de 45 kVA, la chaufferie, des sanitaires, etc.

Le **hall de remisage** mesure 3 900 m². Il peut abriter 68 voitures.

L'**aire de remisage à l'air libre** a une superficie de 6 100 m² et peut recevoir 106 voitures.

Les **locaux sociaux** pour le personnel sont situés en rez-de-chaussée, en façade nord-est du dépôt. S'étendant sur 600 m², ils comportent un réfectoire avec cuisine pour le personnel ouvrier, un vestiaire comprenant 20 lavabos doubles, 2 pédiluves et 160 armoires, le vestiaire et le réfectoire de la maîtrise, un groupe de 10 cabines de douche, des sanitaires, une salle de détente et un local syndical.

Chauffage et ventilation

Le chauffage du dépôt est assuré par 3 chaudières de 1 550 thermies/heure chacune et celui des locaux sociaux par une chaudière de 400 thermies/heure. Les chaudières sont alimentées par 2 cuves à fuel domestique de 50 m³ chacune. La diffusion de la chaleur dans les halls est obtenue par 49 aérothermes, la température à maintenir étant de 15 °C dans le hall de remisage pour une température extérieure de -7 °C.

La ventilation et l'extraction des gaz d'échappement sont assurées par 13 extracteurs ayant une capacité unitaire de 9 000 m³/h, par des gaines au niveau du sol branchées sur un extracteur de 80 000 m³/h dans le hall d'entrée et sur deux extracteurs dans

le bloc atelier ayant au total une capacité de 32 000 m³/h. Enfin, deux extracteurs ayant respectivement 5 500 et 2 500 m³/h de capacité alimentent le dispositif de captage direct des gaz d'échappement des voitures garées sur les fosses d'entretien ou de graissage de l'atelier. Le nombre de renouvellements horaire de l'air atteint 10 dans le hall d'entrée, 4 dans le bloc atelier et 3 dans le hall de remisage.

Le bâtiment d'administration

C'est un bâtiment à un seul niveau, ayant une superficie de 460 m², à ossature en béton armé, toiture terrasse et façades en maçonnerie, implanté en bordure de la cour d'entrée du dépôt, au milieu d'un jardin.

Il comporte les aménagements classiques :

- bureau de l'inspecteur principal, chef d'établissement ;
- bureau de l'inspecteur de lignes, de ses adjoints et de la maîtrise d'exploitation ;
- bureau de l'inspecteur de dépôt et des agents administratifs chargés de la gestion du personnel ;
- salle du personnel de 80 m² communiquant par les guichets avec la caisse et le bureau des agents administratifs et par une baie libre avec le local de rangement du matériel d'exploitation ;
- local du gardien et des installations téléphoniques ;
- locaux sanitaires.

Le chauffage est assuré par une chaudière au fuel de 135 thermies/h sise dans la chaufferie du dépôt.

Immeuble d'habitation

L'établissement comporte un immeuble d'habitation de 2 étages, ayant une emprise au sol de 260 m², avec murs porteurs et toiture terrasse en béton armé. Le bâtiment comporte quatre appartements de 4 pièces destinés aux agents logés. Il est chauffé par une chaufferie autonome située au rez-de-chaussée.

Aménagements extérieurs

Ils comprennent, outre la cour du dépôt et la voirie interne, un parking pour le personnel et des espaces verts.

Mise en service

La mise en service du dépôt a eu lieu le 1^{er} octobre 1976. Les lignes remisées sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Ligne	Voitures affectées	Dépôt de remisage antérieur
141 A	23	Puteaux
141 B	7	Charlebourg
144	34	Puteaux
157	12	Charlebourg
158 A-B	32	Port-Marly
159	6	Charlebourg
160	7	Port-Marly
167	15	Charlebourg
304	16	Charlebourg
360	12	Charlebourg
Total	164	

Les parcours effectués par les 164 voitures seront de l'ordre de 115 000 km par semaine, soit 5 200 000 km par an.

Le personnel affecté au dépôt comprend, outre le chef d'établissement, 119 agents affectés à l'entretien du matériel (dont 2 cadres, 14 agents de maîtrise et 103 ouvriers) et 398 agents d'exploitation (dont 3 cadres, 25 agents de maîtrise et 370 machinistes-receveurs).

La mise en service du dépôt a entraîné, le même jour, la fermeture à l'exploitation du dépôt de Puteaux et de la remise de Port-Marly.

Modernisation des dépôts de Flandre et de Montrouge

Deux importantes opérations de modernisation entreprises dans le cadre du programme auquel il a été fait allusion dans l'article précédent viennent de se terminer dans le courant de l'été. Elles intéressent les dépôts de Flandre et de Montrouge.

Flandre

Le dépôt de Flandre, situé à Pantin en bordure de la RN2, est un ancien dépôt de tramways dont le hall principal a été transformé en dépôt pour une centaine d'autobus, sous forme d'un hall unique d'entretien et de remisage.

Plan schématique.

La capacité du dépôt a été progressivement portée à 180 places après la guerre, en aménageant assez sommairement une aire de garage à l'air libre.

Bien qu'elle ait été prévue dès 1960, la modernisation du dépôt s'était heurtée à plusieurs obstacles et n'a pu être entreprise qu'en 1972. Le projet établi à cette époque s'inspirait du plan type établi pour les dépôts nouveaux et reposait sur la séparation des trois fonctions :

- charge en carburant et lavage à l'entrée ;
- entretien dans un bloc atelier ;
- remisage.

Pour des causes évidentes d'économie, les structures essentielles des bâtiments ne devaient pas être modifiées.

Les travaux se sont déroulés en deux temps.

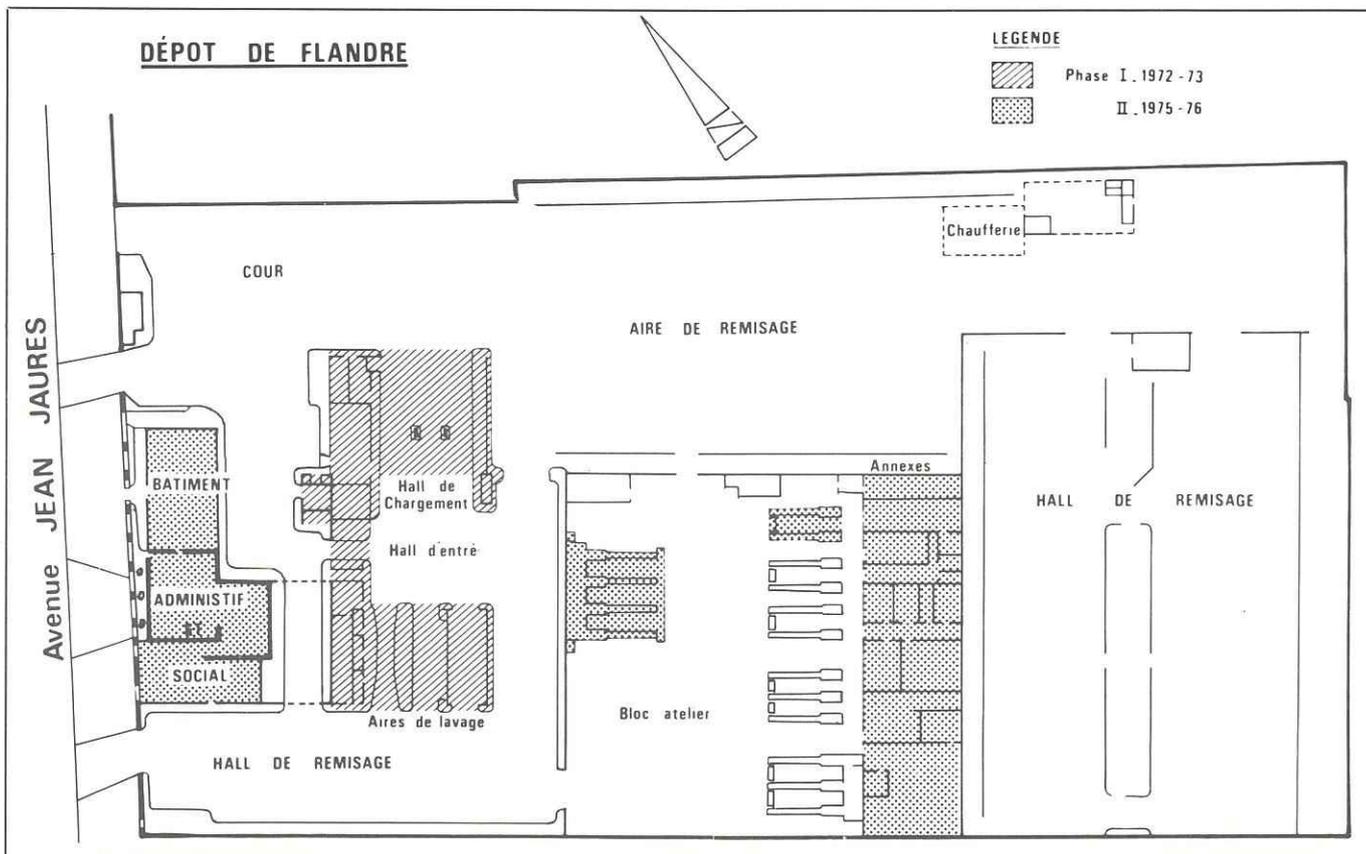
En 1972-1973, on a procédé à l'aménagement du hall d'entrée avec postes de charges en carburant, ins-

tallations de dépoussiérage et de lavage des voitures et locaux annexes. A cette fin, on a utilisé la partie ouest du hall de garage existant, qui a été prolongée en façade nord, par une construction nouvelle.

En 1975 et 1976, on a aménagé :

- le bloc atelier, en isolant du hall de garage la partie du hall qui abritait déjà les fosses d'entretien, en construisant 4 nouvelles fosses de graissage et deux fosses d'entretien supplémentaires, en modernisant et regroupant les ateliers et locaux annexes du bloc atelier ;
- les zones de garage qui comprennent deux halls couverts permettant d'abriter respectivement 39 et 53 voitures et une aire de remisage à l'air libre pour 90 voitures.

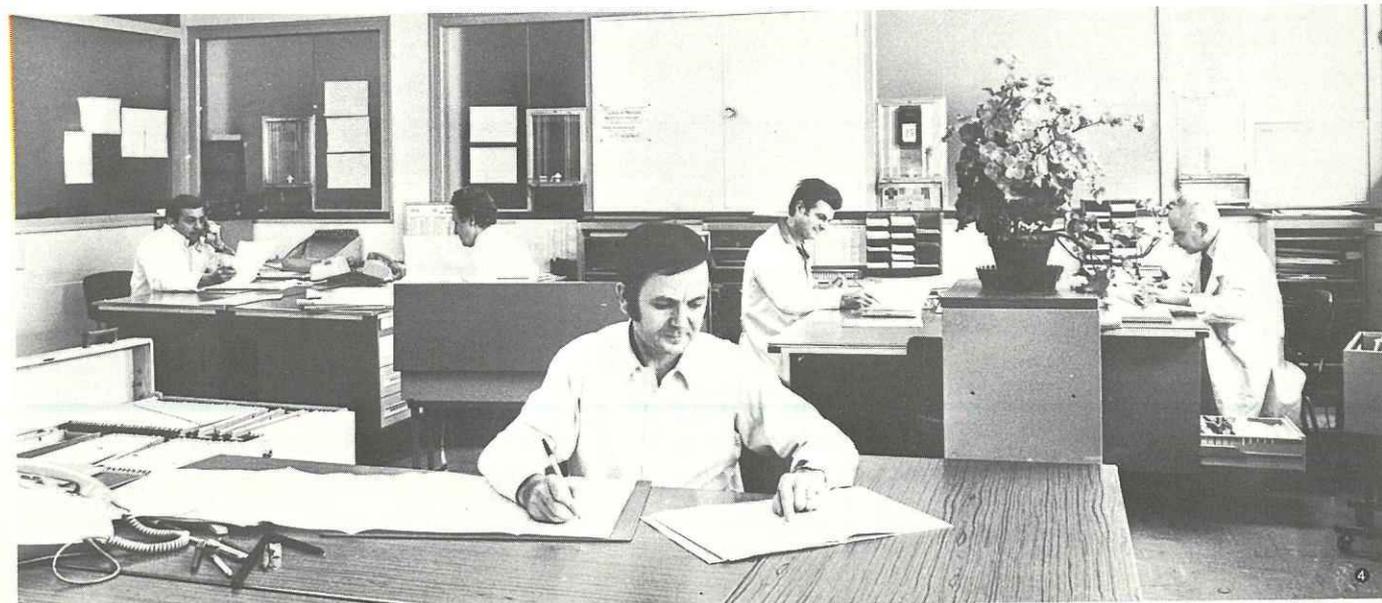
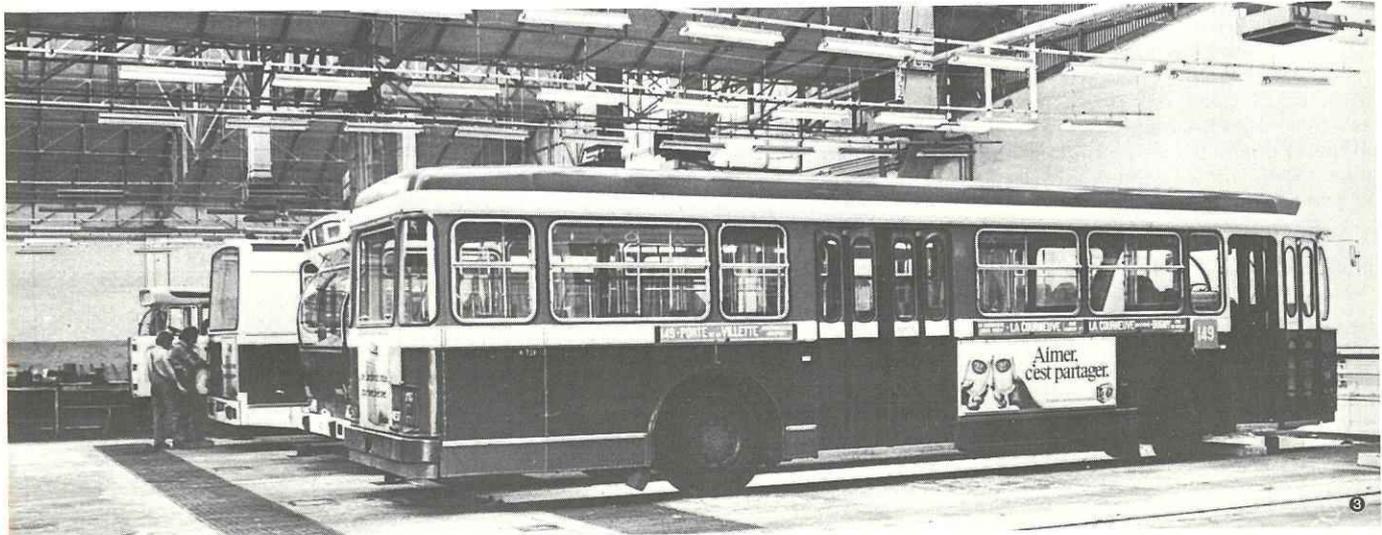
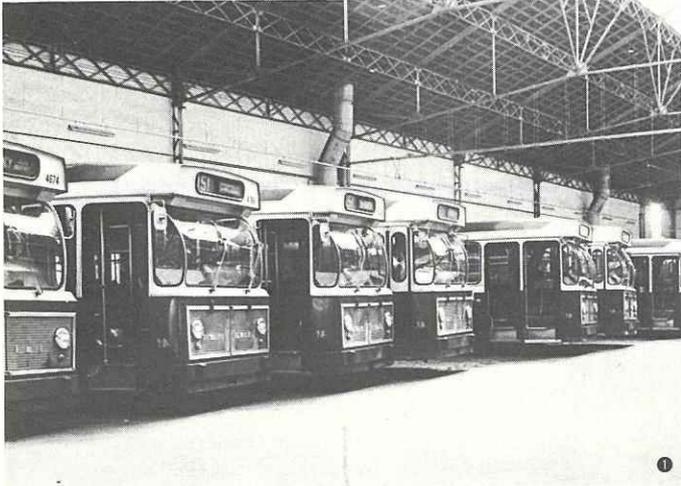
Parallèlement les locaux sociaux pour le personnel et les locaux administratifs ont été regroupés et agrandis en construisant à cet effet un nouveau bâtiment en façade de l'avenue Jean-Jaurès dans le prolongement des bâtiments existants.



Dépôt de Flandre

- ① - Hall de remisage.
- ② - Remisage extérieur.

- ③ - Bloc atelier.
- ④ - Locaux administratifs.



Montrouge

Le dépôt de Montrouge, situé 73, rue du Père-Corentin, Paris-14^e, résulte de la fusion de deux anciens établissements : le dépôt de tramways de Montrouge, auquel on accédait par la rue du Père-Corentin, et l'ancien dépôt d'autobus de Montsouris dont l'entrée était située rue de la Tombe-Issoire. Les deux dépôts étaient contigus, mais situés à des niveaux différents.

Jusqu'en 1963, Montsouris était utilisé comme remise du dépôt de Montrouge avec lequel il communiquait par deux escaliers de service. La capacité respective des deux dépôts était de 60 et 140 autobus. L'encadrement, l'exploitation et l'administration de l'ensemble étaient concentrés à Montrouge.

Dans le programme de modernisation de 1960, il avait été prévu de réunir les deux établissements en un dépôt unique d'une capacité répondant mieux aux conditions optimales d'exploitation, de remisage et d'entretien.

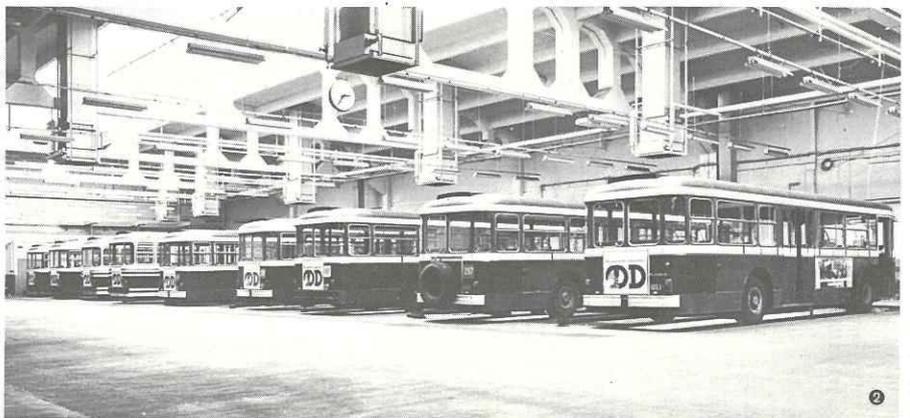
Les travaux se sont déroulés en trois phases :

Plan schématique.

Dépôt de Montrouge
 ① - Hall de remisage.
 ② - Bloc atelier.

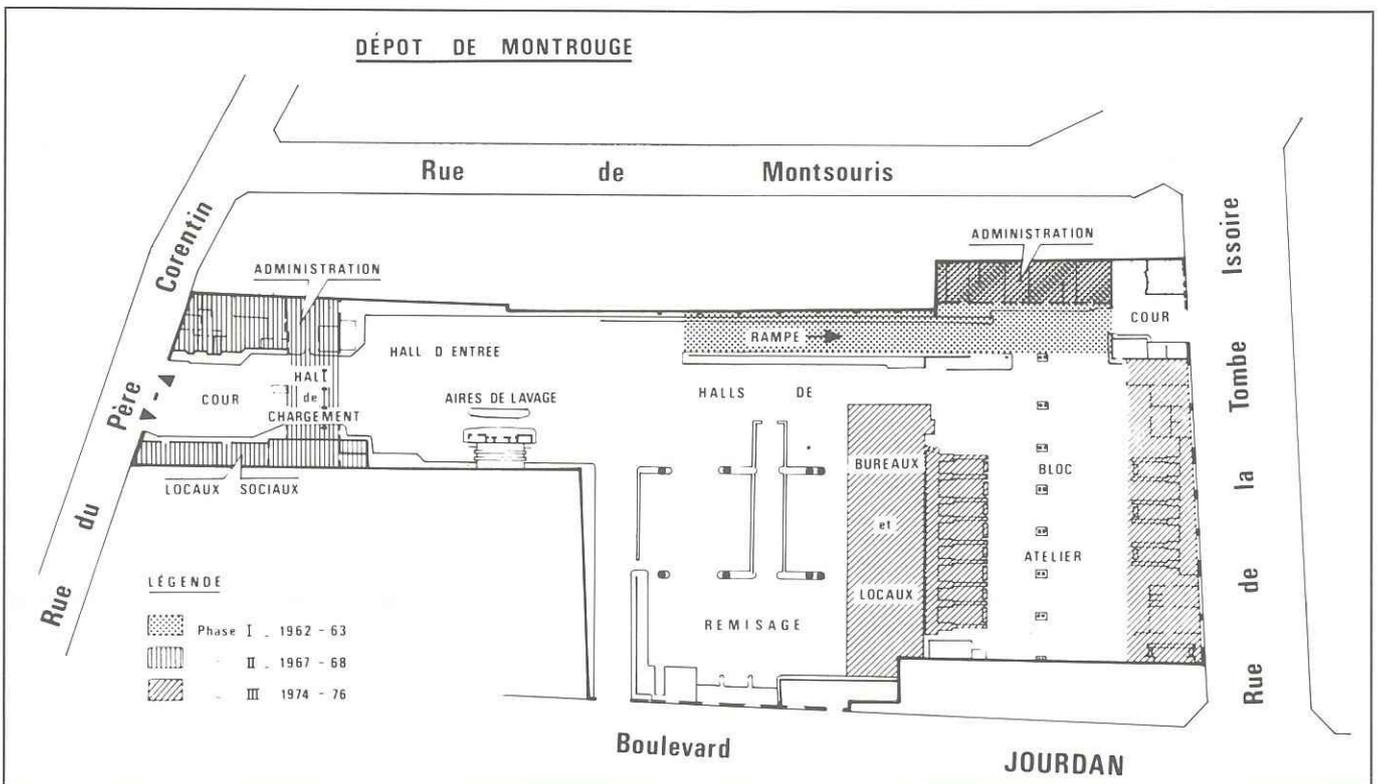


①



②

RATP - Roy.



Méthode d'estimation du trafic

par Louis Cayet

Inspecteur principal à la Direction des études générales

1962-1968 : fusion des deux établissements.

Cette fusion a nécessité :

- la construction d'une rampe d'accès pour autobus reliant Montrouge à Montsouris, permettant de ne conserver qu'une entrée principale, celle de Montrouge ;
- l'agrandissement du hall de Montsouris, en couvrant la cour d'entrée de la remise désormais inutile ;
- l'aménagement dans ce hall d'un certain nombre de locaux annexes ;
- la modernisation de la chaufferie.

1967-1968 : aménagement du hall d'entrée.

Cet aménagement a été exécuté selon le principe adopté dans les dépôts nouveaux (hall de chargement couvert).

Parallèlement, les locaux administratifs et sociaux étaient agrandis et modernisés.

1974-1976 : création d'un bloc atelier séparé des zones de remisage.

Les travaux ont comporté :

- la création dans le hall de Montsouris d'un bloc atelier comportant deux batteries de fosses de visite et des locaux annexes modernes ;
- l'aménagement en zone de remisage de l'ancien hall de remisage et d'entretien de Montrouge, avec suppression des fosses anciennes, des locaux annexes et de quelques poteaux.

Les principes du système de sondage sur réseau mis en œuvre pour connaître la part du trafic effectué avec la carte orange sur le réseau d'autobus reposent sur l'hypothèse suivante : les voyages effectués sur chaque ligne varient au cours d'une année de manière proportionnelle aux voyages enregistrés par les appareils oblitérateurs BC 30 (tickets et cartes hebdomadaires).

Le système est constitué par :

- a) un sondage lourd d'initialisation, réalisé en novembre 1975, dont le but essentiel était de caractériser toutes les lignes du point de vue des coefficients de proportionnalité reliant les voyages effectués avec la carte orange, aux voyages enregistrés par les BC 30 ;
- b) un sondage léger mensuel sur un panel de lignes (échantillon permanent au 1/5^e, sur chacun des sous-réseaux Paris et banlieue) afin de corriger pour chaque ligne les coefficients de novembre 1975 proportionnellement aux variations saisonnières du panel de chaque sous-réseau ;
- c) un sondage tournant sur l'ensemble des lignes du réseau et permettant de réactualiser au cours d'une année les coefficients de novembre 1975.

Seuls les deux derniers types de sondage peuvent être réalisés avec les moyens propres au réseau d'autobus.

Introduction

Avant la carte orange, l'introduction progressive de titres de transport communs à plusieurs réseaux (ticket commun RATP, cartes hebdomadaires

RATP-SNCF...) avait déjà rendu difficile l'évaluation directe des statistiques de trafic à partir des titres vendus.

Le « bouleversement » amené par la carte orange en matière de statistiques a été l'impossibilité d'attribuer un nombre déterminé de voyages effectués

La carte Orange : une « carte à vue ».



sur une ligne par carte vendue. L'indicateur de base de trafic global RATP qui était jusque-là « *les voyages payés* », c'est-à-dire le nombre forfaitaire de voyages payés affecté aux divers titres de transport, est devenu brusquement *indéfini*.

Avec la carte orange, il a été nécessaire de passer au nouvel indicateur de trafic, « *le voyage effectué* », c'est-à-dire l'entrant physique dans l'enceinte du métro ou dans un autobus. Comme pour les autres titres de transport, le même voyageur titulaire d'une carte orange est compté dans les voyages effectués chaque fois qu'il change d'autobus. Mais la carte orange est utilisée comme « *carte à vue* » et les voyages effectués avec celle-ci échappent aux enregistrements des BC 30. (Les cartes à vue préexistantes, en dehors de la carte orange, ne représentent que quelques pour cent du trafic actuel).

Pour simplifier le développement de cet article, nous nous limiterons au problème principal de l'estimation des voyages effectués avec des « *cartes à vue* », au cours du *jour ouvrable moyen d'un mois*, sur chaque ligne du réseau routier.

Caractéristiques de la méthode actuelle

a) Choix d'un système de sondage sur réseau.

Avant la carte orange, le réseau routier avait déjà été obligé de mettre en place un système de sondage pour connaître le nombre de tickets utilisés sur les autobus. En effet, chaque voyageur ayant l'obligation d'oblitérer simultanément tous les tickets nécessaires pour son voyage, le compteur des oblitérations du BC 30, ne fournit que les « *voyages effectués* » : il s'agissait alors d'estimer le nombre moyen de tickets oblitérés par enregistrement des BC 30, en accompagnant un certain nombre de voitures.

Etant donné la disponibilité d'une équipe d'agents essentiellement affectée à ces comptages et la longue expérience acquise au cours de ces comptages d'accompagnement, nous avons repris pour notre problème les principes du système déjà existant.

Les moyens propres du réseau routier

ne permettant pas de connaître le trafic carte orange au niveau de chaque ligne, il a été décidé d'initialiser le système en novembre 1975 par un sondage lourd qui nécessitait le recours à une société spécialisée. Le sondage d'initialisation ne pouvait être effectué que sur ligne pour améliorer le rendement des comptages.

On ne pouvait pas non plus utiliser au niveau de chaque ligne, les résultats d'une enquête à domicile, réalisée à la même période et basée sur les statistiques de vente de carte orange.

Par contre, cette enquête fournit de précieux résultats sur les déplacements en région parisienne avec la carte orange. Elle complète ainsi le sondage sur réseau qui permet d'observer un nombre beaucoup plus grand de voyages effectués avec la carte orange.

b) Principes du système de sondage.

• Comptages par accompagnement des voitures.

La solution retenue est l'accompagnement des voitures d'un bout à l'autre de leur service sur ligne en recensant toute la voiture. Elle permet d'éviter des pertes de temps occasionnées par le changement de voitures au terminus et de sonder le maximum de voyageurs sur un petit nombre de voitures.

Pour améliorer la précision des résultats, on a intérêt à choisir des voitures :

- les plus différentes possibles du point de vue des coefficients de passage des voyages enregistrés par les BC 30 aux voyages à vue ;
- les plus chargées pour améliorer le rendement des comptages.

Or, ces deux conditions sont malheureusement contradictoires car c'est entre les coefficients d'heure creuse et d'heure de pointe qu'il y a le plus de différence.

On ne peut donc pas se contenter de choisir des voitures d'heures de pointe.

En pratique, on suit des voitures

- sur la période 6 heures-20 heures, couvrant plus de 90 % du temps total de roulage des voitures un jour ouvrable ;
- un peu plus nombreuses en heures de pointe qu'en heures creuses en fonction du nombre de voitures en service dans chacune de ces périodes.

Le fait d'arrêter les comptages à 20 heures n'entache pas les résultats d'erreur sensible si la période non sondée d'heures creuses du soir n'est pas trop différente de la moyenne de la période sondée. La représentation proportionnelle des heures creuses et des heures de pointe oblige dans certains cas à pondérer les résultats par les nombres des voitures qui roulent.

• Principes de la méthode actuelle d'estimation des « *voyages à vue* ».

Pour chaque ligne l , et pour chaque mois t , on connaît le nombre $U_{t,l}$ des « *voyages enregistrés* » et il faut déterminer le nombre des « *voyages à vue* » $V_{t,l}$ le trafic total de la ligne étant égal à $U_{t,l} + V_{t,l}$.

On pose que $V_{t,l} = K_{t,l} \times U_{t,l}$, et on

admet que $K_{t,l} = K_{o,l} \times \frac{K_t}{K_o}$, où $K_{o,l}$ est

déterminé chaque année par sondage de toutes les lignes, et où K_t est déterminé chaque mois par sondage, sur chaque sous-réseau par un panel de lignes (K_o est la valeur de K_t pour le mois d'origine).

Ces principes sont résumés dans l'organigramme ci-contre, qui appelle les commentaires suivants :

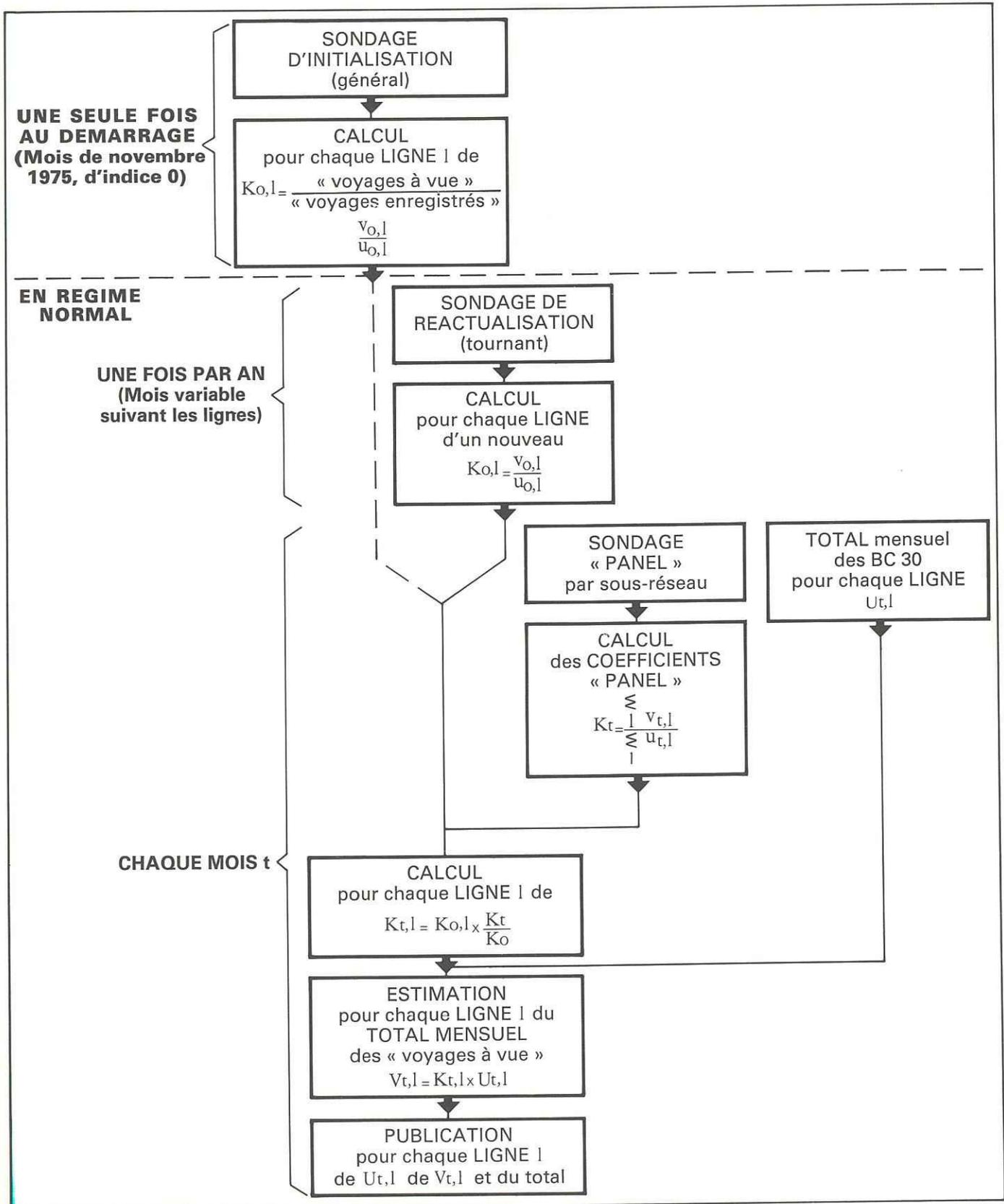
- on admet que $K_{t,l}$ varie, pour chaque ligne, parallèlement à K_t , ce qui ne peut constituer qu'une approximation ;
- sitôt que le sondage tournant est passé sur une ligne, on en tire un nouveau $K_{o,l}$ qui remplace le précédent, et on utilise le K_t obtenu ce mois pour le panel comme K_o dans les calculs relatifs à cette ligne ;
- le sondage de réactualisation des $K_{o,l}$ tournant sur l'ensemble des lignes en 9 mois (octobre à juin), permet de réactualiser en moyenne 1 ligne sur 9 chaque mois t .

Critère d'analyse coût-précision

• Principes de l'analyse.

L'analyse consiste à rapprocher

- d'une part, les coûts unitaires du son-



- dage (journée enquêteur, coût de dépouillement correspondant) ;
- d'autre part, l'erreur d'échantillonnage du sondage d'initialisation.

Le calcul d'erreur d'échantillonnage est caractérisé par la précision relative de l'estimation du trafic total de chaque ligne. Cette précision est évaluée, en termes d'intervalle de confiance, par la formule :

$$e = c \sqrt{\frac{k}{n}}$$

où e est la limite supérieure de l'erreur relative sur l'estimation du trafic total (dans 70 % des cas) ;

n est la taille de l'échantillon des voyageurs sondés (voyages enregistrés plus voyages à vue) ;

k est le rapport des voyages à vue aux voyages enregistrés ;

c est un coefficient multiplicatif supérieur à 1 dû au fait que les voyageurs ne sont pas tirés séparément ($c = 1$ si le tirage est purement au hasard).

Cette formule montre que pour avoir la même précision sur une ligne où 90 % des voyages sont effectués avec une carte à vue que sur une ligne où il n'y en a que 50 % il faut sonder 9 fois plus de voyageurs, ce qui revient en pratique à recenser la ligne.

On peut donc s'attendre à une grande dispersion des niveaux de précision entre les lignes et nous ne donnerons que les résultats généraux suivants :

- la moyenne des erreurs de chacune des lignes du réseau est très peu différente de 5 % ;
- l'erreur e est inférieure à 5 % pour 75 % des lignes de Paris et pour 60 % des lignes de banlieue.

Remarque : l'erreur sur le total de chacun des sous-réseaux est seulement de l'ordre de 0,3 %.

D'autres types d'erreurs, secondaires, interviennent au niveau de l'actualisation des résultats. Nous ne pouvons les aborder dans le cadre limité de cet article.

Limites et possibilités d'amélioration de la méthode actuelle

La formule de précision précédente montre les limites de la méthode actuelle pour les lignes à très fort pourcentage de voyageurs porteurs de carte orange.

A présent on trouve environ :

- 2/3 de voyageurs montant avec une « carte à vue » sur l'ensemble des lignes de Paris ;
- la moitié de voyageurs montant avec une « carte à vue » sur l'ensemble des lignes de banlieue.

Certaines lignes comme celles desservant la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines ont plus de 90 % de « voyages à vue ».

Dans les cas limites, il sera donc nécessaire de s'orienter vers d'autres solutions qui pourraient faire appel par exemple, soit à un comptage systématique des voyageurs par des cellules photoélectriques, soit à des sondages fréquents, permettant de rapporter le nombre de voyageurs au kilométrage parcouru par les voitures aux différentes heures de la journée.

Exploitation du réseau routier

● Modification de l'exploitation de la ligne n° 268 C « Porte de la Chapelle-Ezanville (Rû-de-Vaux) ».

Le 2 août 1976, par suite du prolongement de la ligne de métro n° 13 à Saint-Denis (Basilique), le terminus Porte de la Chapelle de la ligne n° 268 C a été reporté à Saint-Denis (Porte de Paris). Cette ligne comporte désormais 10 sections.

● Modification de l'exploitation de la ligne n° 154 A « Porte de Clignancourt-Franconville (Eglise) ».

Le 2 août 1976, par suite du prolongement de la ligne de métro n° 13 à Saint-Denis (Basilique), le terminus Porte de Clignancourt de la ligne n° 154 A a été reporté à Saint-Denis (Porte de Paris). En ce qui concerne la tarification, cette ligne comporte 7 sections. Le terminus de la ligne 154 C « Porte de Clignancourt-Saint-Gratien (Cité Jean Moulin) » est maintenu à la Porte de Clignancourt.

● Modification de l'exploitation de la ligne n° 196 « Massy (Gare de Massy-Verrières ou Verrières-le-Buisson-Croix-Belle Avoine) - Antony (Gare) ou Fresnes (Pasteur) ».

Le 20 septembre 1976, pour assurer une meilleure desserte du secteur ouest de Massy, le terminus Massy (Gare de Massy-Verrières), de la ligne n° 196 a été reporté à Massy (Gare de Massy-Palaiseau). A partir de Verrières-le-Buisson (Carnot), les voitures empruntent désormais l'avenue Gabriel Péri, la voie de la vallée de la Bièvre, la rue Thomas Mazarik, le boulevard de la Paix, le boulevard du 1^{er}-Mai, la rue du Docteur Schaffner, la rue de Versailles, l'avenue du Président Allende, la rue Jean-Zay, la rue des Ruelles et l'avenue Georges Clémenceau. Ce nouvel itinéraire représente une section supplémentaire. Il est exploité du lundi au samedi toute la journée ainsi que le dimanche. Le parcours compris entre l'arrêt "Carnot" et la gare de Massy-Verrières a été abandonné.

● Prolongement de la ligne n° 197 « Porte d'Orléans-Massy (Place de France) ».

Le 20 septembre 1976, la ligne n° 197 a été prolongée de Massy (Place de France) à Massy (Gare de Massy-Palaiseau) pour assurer une meilleure

desserte du grand ensemble de Massy jusqu'à la gare SNCF. Ce prolongement fonctionne du lundi au samedi aux heures creuses seulement. Il comporte trois sections, ce qui porte à onze le nombre total de sections sur cette ligne.

● Prolongement de la ligne n° 157 « Pont de Neuilly (Métropolitain) - Nanterre (Ville-Gare du RER) ».

Le 1^{er} octobre 1976, pour une meilleure desserte du secteur nord-ouest de Nanterre, la ligne n° 157 a été prolongée jusqu'à Nanterre (Dépôt des autobus). A partir de Nanterre (Ville-Gare du RER), les voitures empruntent la rue du Président Doumer, l'avenue du Général Gallieni et le boulevard de la Seine. Ce prolongement représente une section supplémentaire, ce qui porte à cinq le nombre total de sections sur cette ligne. Il fonctionne du lundi au samedi ainsi que le dimanche toute la journée.

● Création de la ligne n° 373 « Puteaux (quai National) - Pont de Levallois (métro) ».

Le 1^{er} octobre 1976, la ligne n° 373 a été créée. Cette ligne permet de relier le centre de Puteaux au métro « Pont de Levallois ». Elle comprend cinq sections et est exploitée du lundi au vendredi.

● Mise en service de nouveaux couloirs de circulation réservés aux autobus.

Le couloir de circulation d'une longueur de 60 mètres, qui intéressait les lignes n°s 39, 48 et 95 Place Saint-Germain-des-Prés, n'a pas été remis en service après la rénovation de la place.

Le 16 août 1976, deux nouveaux couloirs de circulation ont été mis en service :

- Avenue de la Porte d'Italie, de la limite de Paris à l'entrée de la gare routière ;
- avenue de la Porte de Choisy, de l'avenue Léon Bollée à la limite de Paris.

A la fin du mois d'août 1976, il existe ainsi 188 couloirs de circulation réservés dans Paris aux autobus dans le sens ou à contresens de la circulation générale. Ils totalisent 91,400 km et intéressent 55 lignes urbaines sur 251,500 km de leur itinéraire et 20 lignes de banlieue sur 6,000 km de leur itinéraire.

● En ce qui concerne la banlieue.

Le 1^{er} juin 1976, un couloir de circu-

lation a été mis en service boulevard Charles-de-Gaulle à Colombes, de la rue d'Estienne-d'Orves au Rond-Point du Petit Colombes. Il est utilisé par les lignes n°s 161, 163, 262, 272 et 304.

Le 9 juin 1976, trois nouveaux couloirs de circulation ont été créés :

- le premier : rue de Paris à Noisy-le-Sec et Bobigny, dans le sens banlieue-Paris du Pont du Chemin de fer aux abords du carrefour de la Folie. Il est utilisé par les lignes n°s 147 A B C D et 246 A ;
- le second : avenue du Général de Gaulle à Champigny dans le sens banlieue-Paris de la rue Jean Savu au boulevard de Stalingrad. Il est utilisé par la ligne n° 106 A B et C ;
- le troisième : avenue du Général de Gaulle à Champigny dans le sens Paris-banlieue de la rue des Marronniers au boulevard de Stalingrad. Il est utilisé par les lignes n° 106 A B C et 317.

Le 26 juillet 1976, un nouveau couloir de circulation a été mis en service avenue de la République à Vincennes, de la rue de Montreuil à la rue Charles Pathé. Il est utilisé par la ligne 115.

● Le 9 août 1976, deux nouveaux couloirs de circulation ont été créés boulevard de Verdun à Courbevoie :

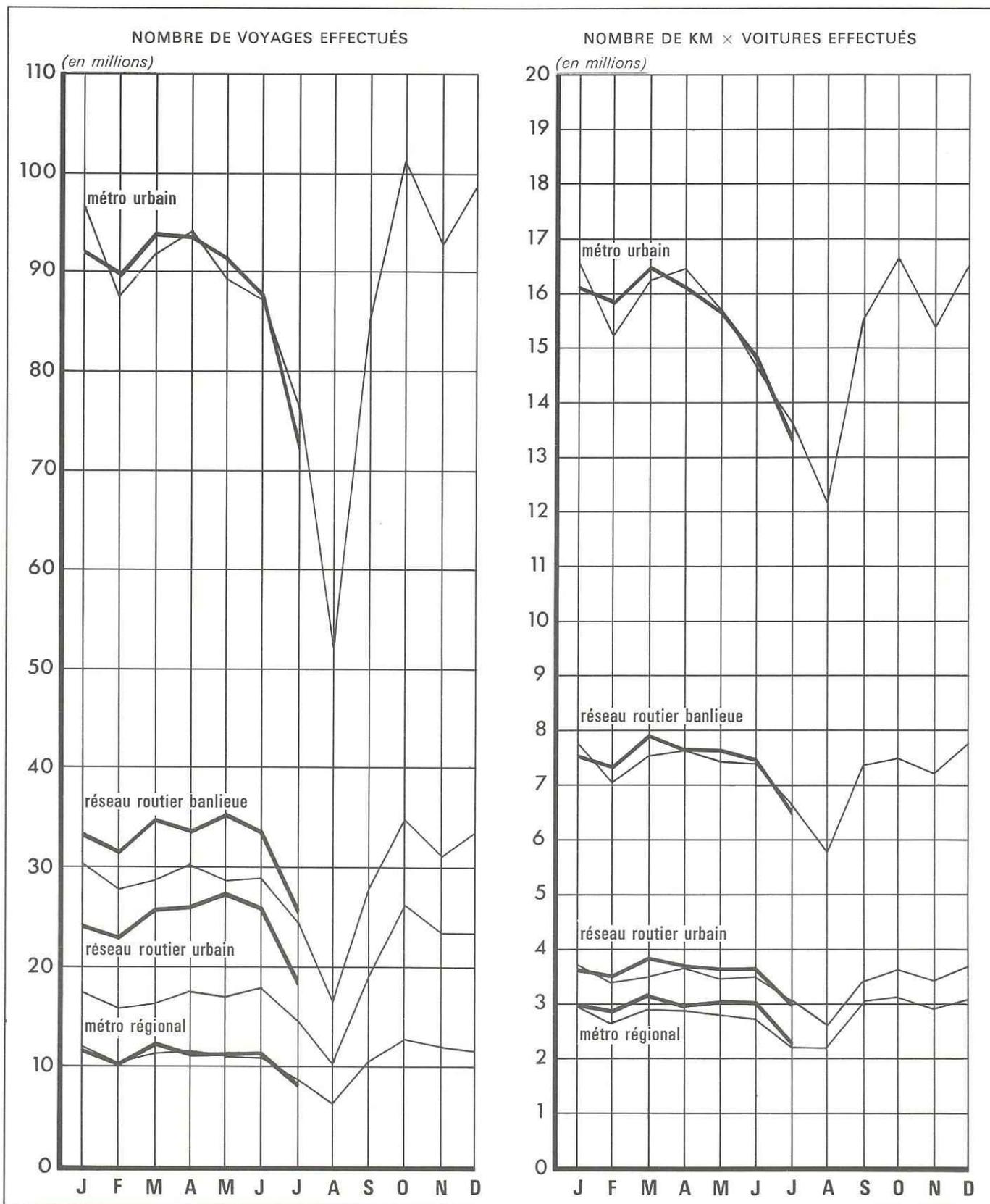
Le premier de l'embranchement de Colombes au Pont Bineau.

Le second du Pont Bineau à l'embranchement de Colombes.

Ces mesures portent ainsi à 43 le nombre de couloirs réservés aux autobus en banlieue, totalisant 19,040 kilomètres et intéressant 5 lignes urbaines sur 2,160 kilomètres de leur itinéraire et 53 lignes de banlieue sur 52,750 kilomètres de leur itinéraire.

Trafic et service de l'année 1976

(Les courbes en traits fins donnent les résultats des mêmes mois de 1976.)





Le métro de Washington

Historique du projet

Le 27 mars 1976 a été inaugurée la première section de ligne du métro de Washington : il ne s'agit encore que d'une courte ligne, de 7,4 km de longueur, qui comprend 5 stations.

C'est en 1952 que le Congrès des Etats-Unis avait admis le principe de la construction de ce nouveau réseau, auquel, pour la première fois aux Etats-Unis, a été donné le nom de « métro », et en 1960, après avoir décidé la création de la « National Capital Transportation Agency », qu'il avait donné l'autorisation d'entreprendre l'étude d'avant-projets. Ensuite, il a fallu attendre jusqu'à décembre 1969 pour que les premiers travaux de construction puissent commencer.

Entre-temps, en effet, deux problèmes essentiels devaient être résolus : la contexture du réseau projeté et son financement, le Congrès n'acceptant au départ que la création d'un métro desservant le District fédéral, c'est-à-dire la capitale proprement dite. La solution devait être trouvée grâce à la création, en 1967, d'un nouvel organisme destiné à remplacer la NCTA : la « Washington Metropol-

itan Area Transit Authority » (WMATA), établissement public comprenant des représentants du District fédéral et des Etats limitrophes, le Maryland et la Virginie, sur le territoire desquels s'étend la banlieue de Washington. En 1968, les huit collectivités locales de l'agglomération concernées se mirent d'accord sur un projet de réseau de près de 160 km. Le coût du réseau, évalué en 1960 à environ 3 milliards de \$, est estimé aujourd'hui à 4,65 milliards et il dépassera peut-être en fait 6 milliards. Après avoir accordé une subvention de 1,1 milliard de \$ en 1969, le gouvernement fédéral, en 1972, a donné sa garantie pour l'émission d'obligations par la WMATA, dont la charge devrait être supportée par les recettes d'exploitation. En gros, le financement de la construction du réseau devrait être assuré pour 70 % par des subventions et des taxes locales et 30 % par l'émission d'obligations.

long d'emprises ferroviaires existantes ou sur la bande médiane d'autoroutes. L'ensemble du réseau devrait être mis en service à la fin de 1981 : il aura alors 87 stations, dont 53 stations souterraines. Actuellement près de la moitié du réseau, soit 72,5 km, est en construction ou déjà achevée.

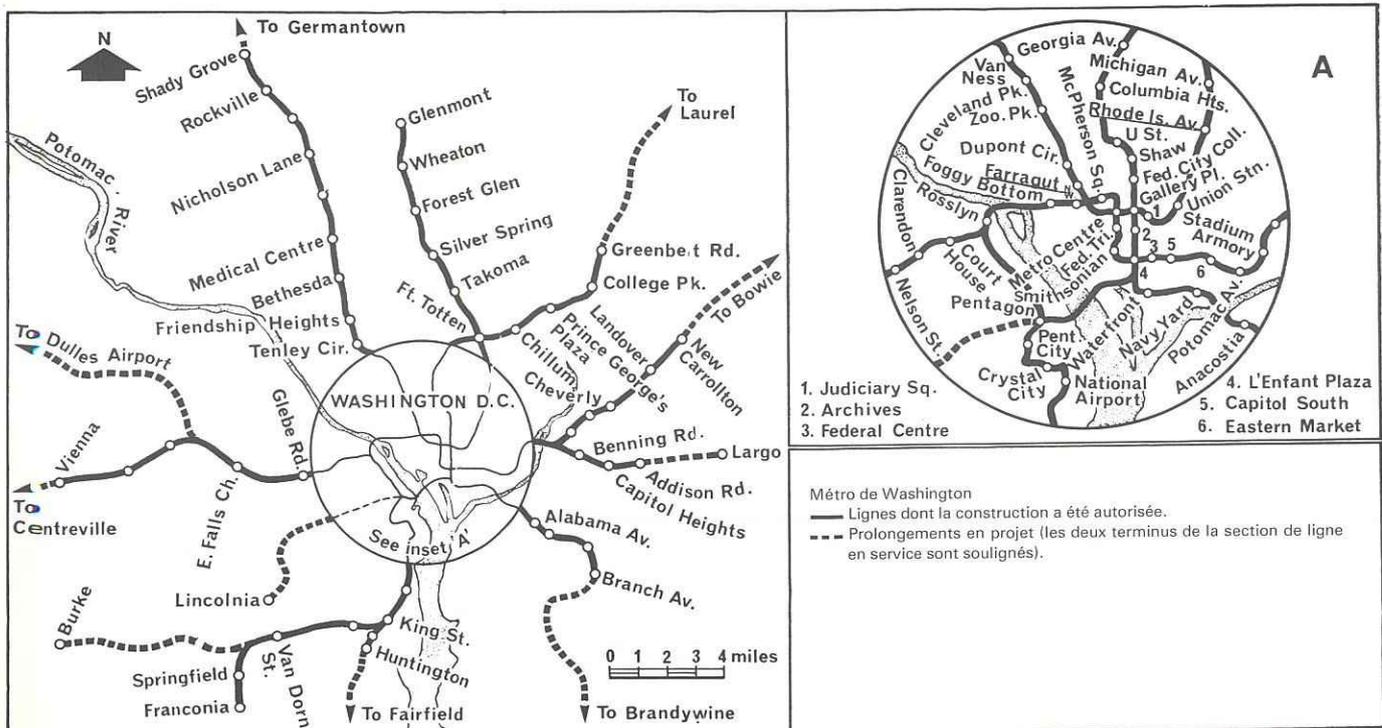
Le métro, qui desservira une population de près de 3 millions d'habitants, devra assurer un trafic à la fois urbain et régional ; il a été conçu comme un réseau complexe de façon qu'un maximum de trajets puissent être effectués sans correspondances : il sera constitué, dans sa phase finale, par 9 branches ayant leur terminus en banlieue, qui emprunteront 3 troncs communs dans le centre de la capitale ; ainsi tous les trains pourront traverser le centre ville par ces troncs communs.

La section de ligne ouverte à l'exploitation, longue de 7,4 km, est presque entièrement souterraine. Elle s'étend de Farragut North à Rhode Island Avenue, cette dernière étant la seule des cinq stations à être aérienne. Une sixième station (Gallery Place) n'a pu être ouverte, étant donné que l'installation de l'ascenseur destiné aux handicapés n'était pas encore terminée.

La seconde section, dont l'ouverture à l'exploitation est prévue pour le début de 1977, aura 21,6 km de longueur et

Contexture du réseau

Le réseau de métro aura une longueur totale de 160 km dont environ la moitié en souterrain, 14 km sur viaduc et le reste au niveau du sol, dont 48 km le



reliera le centre ville à l'Aéroport National, situé sur le territoire de l'Etat de Virginie, en franchissant en tunnel le fleuve Potomac.

Infrastructure

Les sections souterraines du réseau, de forme rectangulaire, sont en général construites le long des voies publiques dans des tranchées recouvertes de platelages permettant le rétablissement de la circulation automobile. Les fondations des immeubles riverains sont reprises en sous-œuvre à l'aide de pieux métalliques prenant appui sur le roc.

Le mode de construction en tranchée couverte, rendu possible grâce à la grande largeur des artères de Washington, ne peut cependant être utilisé partout ; un grand nombre de sections souterraines avec tunnels à une voie, ont été construites avec des machines à forer.

D'une manière générale, la voie — constituée par des rails longs soudés de 57 kg/m — est posée directement sur le radier en béton avec interposition de plaques d'élastomère de 20 mm d'épaisseur. Aux endroits où la ligne est très proche d'immeubles auxquels la transmission des vibrations doit être évitée, la voie est posée sur des dalles « flottantes » prenant appui sur des plots en fibre de verre épais de 50 mm.

L'alimentation en courant de traction se fait par un troisième rail ; la tension est de 600 V.

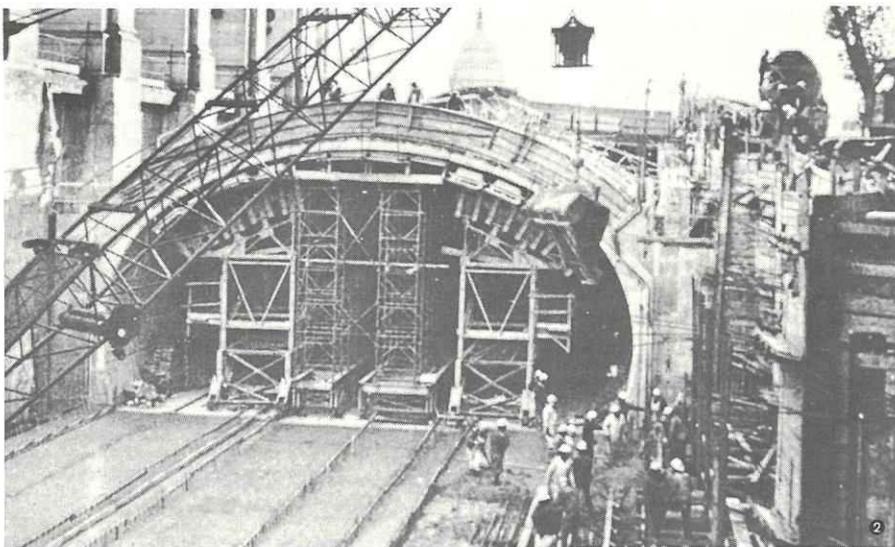
Stations

Sur la section de ligne en service, 3 stations sont à quais latéraux et les deux autres ont un quai central. La longueur des quais est de 183 m.

Les 53 stations souterraines seront toutes construites suivant le même principe, avec diverses variantes, toutes les dispositions étant prises pour éviter au maximum les dégradations par les usagers.

Ces stations se présentent sous la forme d'un ouvrage voûté en béton armé d'une dizaine de mètres de hauteur, constitué par des coffrages en matière plastique juxtaposés et présentant des alvéoles dont la profondeur décroît de la clé jusqu'au bas des piédroits. Les

- ① — Construction en tranchée couverte.
- ② — Station « Métro Center ».
- ③ — Train en station.



accès aux quais sont réalisés par des mezzanines « flottant » à mi-hauteur de la voûte, sans contact avec les piédroits, dont elles sont distantes d'un mètre environ.

Des escaliers mécaniques transportent directement les voyageurs de la surface à la mezzanine et de celle-ci aux quais. Des ascenseurs permettent aux personnes handicapées d'accéder facilement aux trains.

Compte tenu de la durée de la saison chaude et humide qui s'étend de juin à septembre (26° en moyenne, de jour), toutes les stations, de même que les trains, sont climatisés.

Les stations se caractérisent ainsi par l'uniformité et la sobriété de leur conception : sur les quais, il n'y a que des petits piliers régulièrement espacés dans le sens de la longueur, qui portent le nom de la station. On n'y trouve ni commerces, ni panneaux publicitaires, ni distributeurs automatiques. Pour accroître la sécurité des voyageurs, des plots lumineux, normalement éteints, encastrés tout le long du bord du quai, se mettent à clignoter lorsqu'un train entre en station.

De leur cabine vitrée, située au niveau des mezzanines, les surveillants de stations peuvent surveiller tout ce qui se passe dans leur station, directement et à l'aide d'écrans de télévision. Ils sont reliés par téléphone au poste de commande centralisée d'exploitation. Ils peuvent arrêter les escaliers mécaniques et ils pourront inverser le sens de passage des tourniquets automatiques, lorsque ceux-ci seront en service. Ils peuvent également faire des annonces aux voyageurs par haut-parleurs.

Poste de surveillance.



Exploitation automatique

Le système d'exploitation des trains, entièrement automatique, repose sur trois sous-systèmes : la signalisation automatique (automatic train protection), le pilotage automatique (automatic train operation) et la régulation automatique (automatic train supervision).

Seul le fonctionnement de la régulation automatique dépend de deux ordinateurs, dont un de réserve, installés au poste de commande centralisée d'exploitation. L'ordinateur en service contrôle le mouvement de tous les trains par rapport aux horaires et règle la vitesse et le temps d'arrêt en station de façon à respecter les horaires. Les petits écarts par rapport à l'horaire sont corrigés automatiquement, par exemple en ralentissant les trains encadrant le train en retard afin d'éviter la surcharge et des retards supplémentaires. Si les services sont sérieusement perturbés, l'ordinateur propose au régulateur du poste de commande centralisée des solutions lui permettant de remettre les choses en ordre le plus rapidement possible.

L'équipement de pilotage automatique assure simplement la conduite du train conformément aux signaux qui lui sont transmis par les circuits de voie codés à fréquences vocales, ces signaux étant émis par les équipements fixes de signalisation en fonction des ins-

tructions reçues du système de régulation automatique.

La signalisation, du type à sécurité intrinsèque (fail-safe), vérifie que la voie est libre en aval avant de transmettre des ordres de vitesse au dispositif de pilotage automatique.

Ces trois sous-systèmes sont impliqués dans la commande d'ouverture et de fermeture des portes des trains, qui peut également être assurée par le conducteur en cas de besoin.

Télécommunications

Un réseau intégré de liaisons par téléphone et radio relie les agents des trains avec le personnel en station, les forces de police et le poste de commande centralisée d'exploitation.

La liaison radio-téléphonique avec les trains circulant en souterrain est assurée par des câbles-antennes partiellement blindés, placés le long de la clé de voûte du tunnel, qui ont des fentes dans leur gaine métallique permettant l'émission et la réception de signaux. Ce type de câble assure une liaison de bonne qualité entre le poste de commande centralisée et les trains.

A bord des trains, le système de sonorisation diffuse normalement les annonces pré-enregistrées des stations, mais les conducteurs peuvent également l'utiliser pour s'adresser directement aux voyageurs. Dans certains cas, le régulateur du poste de commande centralisée d'exploitation peut également faire des annonces aux voyageurs des trains à l'aide de ce dispositif. Par ailleurs, en actionnant un bouton situé aux deux extrémités de chaque voiture, les voyageurs peuvent parler directement au conducteur.

Matériel roulant

Sur un parc total de 556 motrices prévu pour l'exploitation de la totalité du réseau, une commande de 300 voitures a été passée en 1972. Une cinquantaine seulement ont déjà été livrées.

Ces motrices sont groupées en éléments semi-permanents de deux voitures. Elles constituent des trains de

2 à 8 voitures. Chaque élément comprend une voiture de type A et une de type B, d'aspect identique mais dont les équipements de commande sont légèrement différents.

La longueur d'une voiture est de 22,86 m et sa largeur de 3,05 m. Pour la construction de ces motrices, à caisses en alliages légers, dont le poids est de 32,7 tonnes, on a utilisé une structure semi-monocoque dans laquelle la caisse est intégrée au châssis et contribue à la résistance de l'ensemble. La structure extérieure est constituée essentiellement par des profilés d'aluminium, dont certains s'étendent sur toute la longueur de la voiture, ce qui donne une surface lisse et résistante, sans rivets ni autres attaches visibles. Les voitures ont, de chaque côté, trois portes coulissantes à commande automatique ayant une ouverture de 1,27 m. L'accès à la cabine de conduite se fait par une porte frontale.

Les glaces latérales, spacieuses, sont en verre teinté. Les sièges disposés transversalement et longitudinalement, sont en vinyle sculpté. Le plancher est revêtu de moquette. La capacité totale de chaque voiture est de 175 voyageurs dont 81 assis. La température et l'humidité de l'air sont contrôlées par un système de climatisation fournissant un flux constant d'air frais tout en excluant les courants d'air.

Caractéristiques générales d'exploitation

Actuellement sur la première section de ligne mise en service, le service est assuré uniquement du lundi au vendredi, de 6 heures à 20 heures, les périodes durant lesquelles le métro n'est pas en service étant mises à profit pour la mise au point du matériel roulant et des divers équipements. La durée du service devrait être identique après l'ouverture de la seconde section en 1977. Actuellement, l'intervalle entre les trains est de 5 mn aux heures d'affluence et de 10 mn aux heures creuses. La vitesse maximale des trains s'élève à 120 km/h, ce qui donne une vitesse commerciale de 55 km/h.

Les équipements de péage automatique n'ayant pas encore été livrés, les voyageurs versent le prix du voyage, en faisant l'appoint, dans une « fare box » surveillée par un contrôleur. Un tarif unique est actuellement en vigueur : 55 cents aux heures d'affluence et 40 cents aux heures creuses. Les voyageurs en provenance du réseau d'autobus peuvent emprunter gratuitement le métro aux heures creuses, en

présentant un billet de correspondance ; aux heures d'affluence ils ont à payer un supplément de 15 cents. A la mise en service de la deuxième section du réseau, en 1977, une tarification différentielle, selon la distance parcourue, sera appliquée.

La coordination avec les autres modes de transport a été prévue : actuellement le terminus Rhode Island Avenue, seule station située en dehors du centre-ville, dispose d'un parc de stationnement pour 350 voitures et est en correspondance avec un terminus d'autobus ; ultérieurement, 30 000 places de stationnement seront à la disposition des automobilistes — sans parler des garages à bicyclettes — dans les parcs de liaison implantés près des stations périphériques du métro. De même, dès 1977, avec l'ouverture de la deuxième section du métro, la moitié des lignes d'autobus qui pénètrent actuellement dans le centre de Washington verront leurs terminus reportés près des stations du métro.



Compte rendu du séminaire IFAC sur l'optimisation dans les transports

(Vienne 17 au 19 février 1976)

par Edith Heurgon

Ces trois journées patronnées par l'IFAC (1) et l'IASA (2) ont été organisées par la Division technique et développement de l'automatisation du centre autrichien du rendement et de la production (ÖPWZ).

Une cinquantaine de participants représentaient dix-huit pays à cette manifestation internationale : USA, URSS, GB, RFA (DB), Japon (JNR), Norvège, Pays-Bas, Italie, Canada, Espagne (RENFE), Danemark, Pologne, Autriche (OeBB), Turquie, RDA, Tchécoslovaquie, Algérie, France (SEMA, IUT de Clermont-Ferrand, IRT, RATP, SNCF).

La RATP était représentée par Mlle Edith Heurgon.

But du séminaire

- Encourager des efforts multidisciplinaires à l'échelon international pour faire face aux demandes présentes et futures dans le domaine des transports ;
- stimuler une « approche système » au sens de l'ingénieur, afin de résoudre les problèmes d'optimisation dans les configurations complexes de transport multimode ;
- provoquer une occasion d'échanger les expériences et les idées nouvelles entre ingénieurs et scientifiques travaillant sur différents modes de transport ;
- confronter l'expérience pratique et la théorie.

Les deux principales questions soulevées par ce séminaire étaient :

- Quelle méthodologie est, ou pourrait être, utilisée pour résoudre les problèmes d'optimisation rencontrés dans les transports ?
- Quels problèmes demeurent encore non résolus et quelles sont, à cet égard, les voies de recherches les plus importantes et les plus prometteuses ?

Organisation du séminaire

Des problèmes à long terme au contrôle en temps réel, les trois jour-

nées de ce séminaire proposaient un très vaste programme :

- A - La planification des réseaux de transport (premier jour) ;
- B - La préparation de l'exploitation des réseaux de transport (deuxième jour) ;
- C - La commande et le contrôle des systèmes de transport (troisième jour).

A la suite des six ou sept exposés visant, soit à faire le point sur les travaux existant dans tel ou tel secteur particulier, soit à mettre en évidence les principaux problèmes posés par les systèmes de transport, soit, enfin, à stimuler la discussion, chaque session se terminait par une table ronde réunissant tous les conférenciers du jour.

Traits marquants du séminaire

Deux types d'exposés peuvent être distingués, correspondant aux deux populations qui composaient le séminaire. D'une part, des universitaires, des experts de bureaux d'études ont proposé des travaux très précis de Recherche Opérationnelle (qu'il s'agisse d'optimisation ou de simulation) n'ayant pas toujours franchi le stade de l'application. D'autre part, des responsables d'entreprises de transport ont analysé les possibilités d'utilisation des méthodes d'optimisation dans leur domaine spécifique. En tentant d'établir un bilan des réussites et des échecs, ils se sont interrogés sur l'apport réel de ces techniques (et, même, de l'introduction des ordinateurs) pour la résolution des problèmes liés au transport. Donc, d'un

côté, des exposés très techniques et, de l'autre, des réflexions générales sur les problèmes de l'entreprise face à l'introduction de méthodes nouvelles, les problèmes sociaux, les problèmes liés à l'environnement, etc.

Sans doute liée à l'organisation de la recherche sur les transports dans les différents pays, une autre distinction peut être faite, qui n'est pas tout à fait indépendante de la précédente. Les exposés venant des pays de l'Est (Pologne, Tchécoslovaquie, etc.) présentaient un caractère plus théorique (plus mathématique) que, par exemple, les interventions américaines. Ces dernières, en effet, paraissaient imprégnées par une certaine remise en cause de la science observée, il y a déjà quelque temps aux USA. Ainsi, les systèmes d'optimisation complexes, les méthodes mathématiques sophistiquées, ont-ils été abandonnés au profit de modèles plus grossiers, souvent empiriques, et permettant une utilisation plus souple de l'informatique (sur le mode conversationnel, par exemple).

Pour les deux premières journées (la planification et l'exploitation des réseaux de transport), il ressort que, s'agissant d'un sujet difficile, il n'existe *pas de méthodologie générale* résultant d'une théorie bien connue. Chaque problème pose un cas d'espèce et l'on recherche, à chaque fois, des solutions spécifiques. Si beaucoup de travaux ont été faits, ou sont en cours, dans les services d'études, peu semblent avoir franchi avec succès le stade de l'application opérationnelle. Quelques réalisations néanmoins méritent d'être signalées dans les transports aériens, ferroviaires ou urbains, presque aucune dans les transports fluviaux.

La journée consacrée à la *commande et au contrôle* des systèmes de transport fut beaucoup plus riche en applications. Le problème paraît un peu plus simple, du fait qu'il s'adresse seulement à des sous-ensembles (véhicules en général) du système de transport complet. Il est en outre plus facile de réaliser des automatismes intégraux que des systèmes semi-automatiques, avec lesquels les comportements humains s'adaptent difficilement. Enfin, les théories d'optimisation de processus, fondées sur les méthodes du gradient, de Pontryagin, de la fonction hamiltonienne, etc., s'appliquent bien et conduisent à de très bons résultats dans des domaines tels que le pilotage d'énergie optimale, la régulation de vitesse, etc.

(1) International Federation of Automatic Control.
(2) International Institute for Applied Systems Analysis.

Parmi les causes d'échec de l'application des techniques d'optimisation dans les transports, un large consensus s'est manifesté pour relever les difficultés relatives à :

1) *L'identification du problème sous tous ses aspects*, qui doit conduire à la mise en évidence de ses variables principales. (Difficulté d'un véritable travail en commun entre les praticiens et les scientifiques dans des entreprises souvent assez hiérarchisées et cloisonnées).

2) *La définition de tous les critères et la méconnaissance assez générale du processus de décision*. (Bien que tout le monde ait reconnu les mérites des méthodes multicritères, seul l'exposé de M. Jacquet-Lagrèze en traitait explicitement).

3) *L'aspect fortement combinatoire* des problèmes qui imposent d'explorer un très grand nombre de solutions avant d'en trouver quelques unes satisfaisant à l'ensemble des contraintes. Comme la théorie mathématique est encore insuffisante, dans ce domaine, on est conduit à des programmes très complexes, qui exigent un temps de calcul important et, de ce fait, incompatible avec les impératifs de délais.

4) *Le mode d'utilisation des ordinateurs* de gestion peu adapté aux problèmes de nature scientifique et qui conduit à des systèmes lourds et peu maniables.

5) *La fiabilité* du processus d'optimisation, qui fait que le système de transport est souvent un service public où les pannes ont des incidences sociales importantes.

Malgré une note parfois pessimiste donnée par certains participants quant à l'introduction de l'automatisation dans les transports, un certain nombre d'idées « forces » se sont dégagées de ces trois journées :

- la simplicité est préférable à la complexité ;
- la bonne solution, même sous-optimale, obtenue rapidement, est préférable à la solution optimale qui arrive trop tard ;
- les décisions hiérarchisées et décentralisées préparées par des petits systèmes à base de microprocesseurs semblent préférables aux résultats souvent non explicités d'un gros système unique et centralisé, aussi performant soit-il ;

- la méthode heuristique, construite sur mesure pour le problème posé, demeure en général la seule issue possible.

En résumé, un séminaire intéressant. L'optimisme des 10 dernières années vis-à-vis des possibilités prometteuses des techniques nouvelles (informatique et automatique) semble s'atténuer, laissant place à une réflexion approfondie sur la rentabilité et l'ergonomie.

Nouvelles de France

Angers

● Mise en service expérimentale d'un service de « minibus radio »

L'exploitation de 1976 sera marquée par la mise en service du système expérimental de minibus radio que l'on peut comparer au « busphone ».

La quasi-impossibilité d'envisager à ANGERS l'accès du téléphone à tous les ménages a interdit de développer le système busphone qui implique la possession du téléphone par tous les usagers potentiels éventuels.

De la sorte, le système envisagé est basé sur un circuit pré-établi, le long duquel des bornes d'appel sont implantées. Sur ce circuit, des minibus circulent sur un circuit bouclé en vue d'assurer une fréquence minimum de passage d'un véhicule toutes les 20 minutes.

(Revue des transports publics urbains et régionaux, juin 1976.)

Les arrêts et descentes se font à la demande. Les abonnés au système disposent d'une carte magnétique qu'ils introduisent dans l'une des bornes et cela déclenche un appel au P.C. qui garantit aux abonnés l'arrivée d'un véhicule dans les 5 minutes suivant l'appel. Au P.C., les appels sont identifiés et l'enregistrement de l'appel est renvoyé à la borne.

Ainsi les non-abonnés bénéficient d'un passage au minimum toutes les 20 minutes et les abonnés d'un passage au minimum toutes les 5 minutes.

L'expérience commencera en septembre 1976 et compte tenu des résultats obtenus, ce système de desserte est envisagé pour une zone d'aménagement non dense de 10 000 habitants.

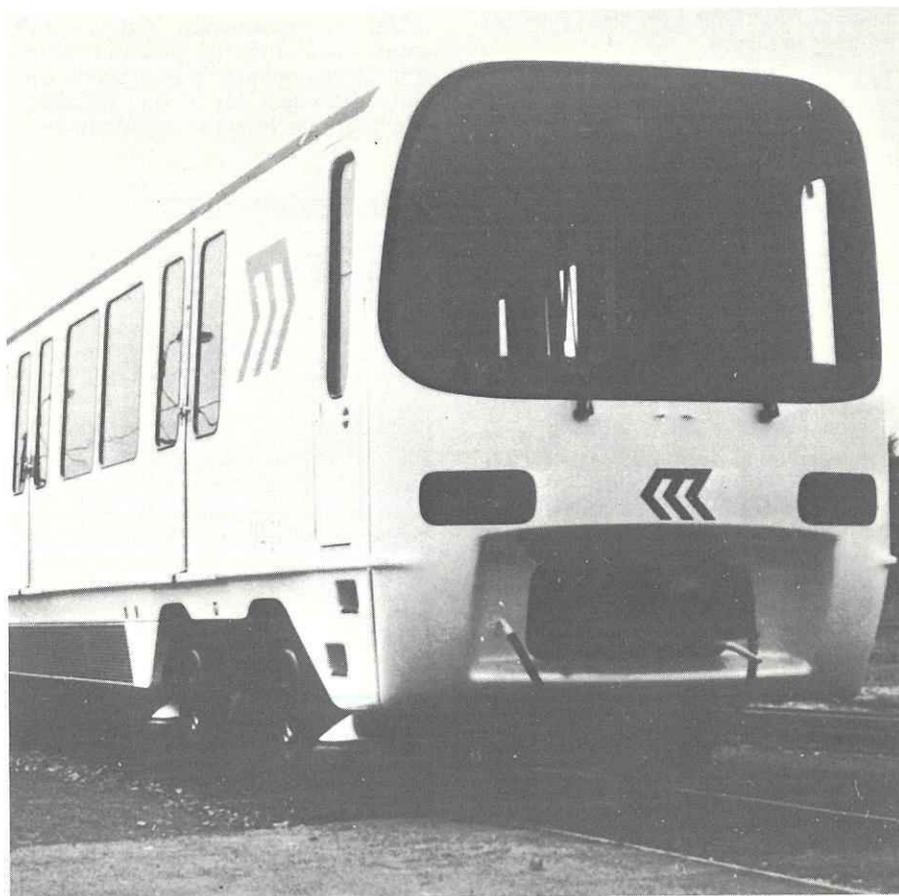
Dans cette hypothèse, plusieurs circuits en boucle seraient exécutés avec des circuits lourds en direction du centre aux heures de pointe.

(A.F.P.)

Marseille

Sortie d'usine de la première rame de métro

Le 20 août, la première rame du futur métro de Marseille, composée de deux motrices et d'une remorque sur pneumatiques, est sortie des ateliers de la C.I.M.T. à Marly-lez-Valenciennes d'où elle a été dirigée vers Marseille où elle sera soumise à des essais à partir du mois de septembre.



Nouvelles de l'étranger

République fédérale d'Allemagne

Nouvelles voitures pour le trafic suburbain des chemins de fer fédéraux

Une nouvelle génération de matériel spécialisé pour le trafic suburbain apparaît dans le parc de la Deutsche Bundesbahn.

Après la dernière guerre, les efforts de modernisation de la DB ont porté, en ce qui concerne le matériel de banlieue, sur la reconstruction, entre 1957 et 1959, d'environ cinq cent cinquante voitures à bogies provenant du parc de 1905 de l'ancien réseau prussien. Ces voitures, longues de 19,50 m, avec deux portes extrêmes et une porte médiane sur chaque face, offraient une capacité très réduite en places assises (trente-huit places).

Ce matériel a été progressivement réformé à partir de 1961 avec l'apparition de nouvelles voitures à revêtement en acier inoxydable dites « flèches d'argent », avec portes louvoyantes aux extrémités et une capacité de quatre-vingt-seize places assises en 2^e classe. Ces voitures ont été construites, sans modifications essentielles, jusqu'en 1971.

Pour renforcer et, ultérieurement, remplacer ce matériel, la DB a fait construire une présérie de onze véhicules d'un type nouveau (dix en acier et un avec emploi de métaux légers) caractérisés par des accès plus larges, un confort supérieur et une densité de sièges quelque peu allégée (quatre-vingt-huit places en 2^e classe). Le plancher de ces voitures se situe à un mètre seulement au-dessus du rail, ce qui permet un accès rapide depuis les quais hauts (facilité par un marche-pied inférieur relevable pour la desserte à partir des quais mi-hauts) ; ce matériel entrera très prochainement en service.

(La Vie du Rail, 20 juin 1976.)

Vienne



Mise en service d'une première section du nouveau métro

Le 8 mai, une première section de 2,3 km de longueur du nouveau métro (U-Bahn) a été ouverte à l'exploitation dans le nord de Vienne. Cette section, établie presque entièrement en surface, ne comprend que deux stations : Friedensbrücke et Heiligenstadt.

Il s'agit, en fait, d'un tronçon de la « Stadtbahn », chemin de fer urbain mis en service en 1898 et électrifié en 1925, dont plusieurs sections seront incorporées dans le nouveau réseau de métro en construction depuis 1969, après avoir subi les transformations nécessaires pour l'alimentation en courant de traction par 3^e rail, la circulation à droite, le pilotage automatique, etc.



Pour l'exploitation du nouveau métro, 14 motrices doubles ont déjà été livrées.

La mise en service du métro se fera par étapes ; en 1978, 13,7 km de lignes au total devraient être ouvertes à l'exploitation.

(*Railway Gazette International*, juin 1976 ; *Der Stadtverkehr*, juillet 1976.)

Mise en service de minibus, sur deux lignes du centre-ville

Depuis le 17 mars, deux lignes d'autobus desservant le centre de la capitale autrichienne sont exploitées avec des minibus Steyr, du type « City-Bus ». Dans un premier temps, 12 minibus ont été mis en service. Longs de 5,80 m et larges de 2,03 m, ils peuvent transporter 14 voyageurs assis et autant debout. Exploités à un agent, ils sont équipés d'un distributeur automatique de billets (tarif : 2 schillings, comme pour les autobus du centre-ville).

Ce qu'on espère de la mise en service de ces minibus, c'est surtout une amé-

lioration de l'exploitation dans le centre de Vienne où la circulation est très dense ; par ailleurs, les dépenses de carburant sont bien moins élevées qu'avec les autobus classiques. Toutefois, comme les intervalles de passage ont dû être réduits, les frais de personnel sont plus importants.

Si ces minibus s'avèrent bénéfique du point de vue de l'exploitation et de la rentabilité, l'entreprise de transports en commun de Vienne envisage la mise en service de ce matériel sur d'autres lignes à faible trafic.

(Der Stadtverkehr, mai-juin 1976.)

Bruxelles



Mise en service d'une première ligne de métro

L'inauguration de la première ligne de métro de la capitale belge a eu lieu le 20 septembre 1976. Longue d'une dizaine de kilomètres, dont plus de 7 en souterrain, cette ligne, qui comporte 18 stations, était exploitée jusqu'alors sous forme de « pré-métro », avec des rames de tramway.

Ce nouveau métro fera l'objet d'un article détaillé dans un prochain bulletin.

Etats-Unis

Fixation d'une nouvelle norme fédérale pour la hauteur du plancher des autobus

L'UMTA vient de décider que les autobus, dont l'achat serait financé par



Der Stadtverkehr - mai-juin 1976.

une subvention fédérale à partir du 15 février 1977, devraient avoir une hauteur de plancher n'excédant pas 24 pouces (60,96 cm).

Conformément aux dispositions de ce nouveau règlement, cette hauteur de 24 pouces peut être obtenue en combinant la réduction de la hauteur du plancher — par exemple, en utilisant des pneus à diamètre réduit — avec l'emploi d'un dispositif permettant une hauteur d'embarquement variable.

Cette décision revient à abandonner, provisoirement selon l'UMTA, le projet de fixation à 22 pouces (55,88 cm) de la hauteur du plancher du futur autobus standard américain, le TRANSBUS, ce qui a entraîné immédiatement une protestation des associations représentant les personnes âgées et handicapées.

De leur côté les trois constructeurs américains les plus importants, qui, outre un prototype de TRANSBUS, ont mis au point chacun un prototype d'autobus « intérimaire », estiment que ces autobus « intérimaires » pourront être rendus conformes à la nouvelle norme dans un délai d'un an à un an et demi (1).

(Passenger Transport, 30 juillet 1976).

(1) N.D.L.R. De ce fait, les villes américaines vont probablement porter leur choix sur ces autobus « intérimaires », déjà en production et moins chers que le TRANSBUS.

(2) N.D.L.R. Cependant, il faut noter que ROHR continue à construire des autobus : c'est ainsi que sa filiale « FLXIBLE Company » vient de sortir un prototype d'autobus urbain, le « FLXIBLE 870 ».

La Société ROHR abandonne la construction de matériel roulant ferroviaire

La Société ROHR, spécialisée à l'origine dans la construction aéronautique, s'était tournée à partir de 1970 vers le secteur des transports en commun.

Jusqu'à l'année dernière, le montant des commandes dans ce secteur avait atteint près de 500 millions de \$. Mais, l'exercice fiscal 1975 s'est soldé par un déficit de 7 millions de \$ et, pour les 3 premiers mois de l'exercice fiscal 1976, le déficit est passé à 47 millions de \$.

Aussi la Société ROHR a-t-elle décidé de cesser ses activités dans ce domaine, qu'il s'agisse des nouveaux systèmes de transport ou du matériel roulant ferroviaire (2).

L'origine de ces difficultés financières provient notamment de la sous-estimation du prix de revient du matériel construit et de l'importance des dépenses engagées — 15 millions de \$ au cours des trois dernières années — en matière de recherche et de développement des nouveaux véhicules. En outre, des controverses se sont élevées entre ROHR et ses clients ; ainsi, le BART-métro de San Francisco — lui réclame ainsi qu'à 17 autres firmes, 145 millions de \$ en dommages-intérêts, en raison des mauvaises performances des 450 voitures de métro livrées et, de plus, des difficultés s'élèvent avec la WMATA au sujet de 70 voitures livrées au métro de Washington, sur un total de 300 motrices commandées.

(Time, 19 juillet 1976.)

Boston



Projet de renouvellement du matériel roulant du métro

La « Massachusetts Bay Transportation Authority » a décidé de solliciter une subvention fédérale qui servirait à financer l'acquisition de 190 voitures pour deux des trois lignes du métro (120 pour la ligne Orange et 70 pour la ligne Bleue), ce qui permettrait de renouveler entièrement leur parc de matériel roulant.

La MBTA a pris cette décision après avoir envisagé, pour la ligne Orange, la modernisation des 100 voitures en service depuis 1957 et l'achat de 50 voitures neuves seulement. Une étude comparative a montré qu'en achetant du matériel neuf, le parc de cette ligne pourrait être réduit à 120 voitures, au lieu de 150. En effet, les nouvelles voitures auront de meilleures performances et les problèmes d'exploitation seront plus facilement résolus qu'avec un parc composé à la fois de voitures neuves et de voitures modernisées ; de plus, le matériel neuf sera livré plus rapidement, sa longévité sera plus grande et il sera mieux apprécié par les voyageurs. Enfin, le montant des dépenses pour l'achat de 120 voitures neuves sera de 13 % moins élevé qu'avec la solution mixte précédemment envisagée.

(*Passenger Transport*, 28 mai 1976.)

Chicago



Installation de la radiotéléphonie dans le métro

La « Chicago Transit Authority » vient de signer un contrat avec une société d'ingénierie pour l'étude d'un système de radiotéléphonie pour son réseau de métro. Cette étude, qui sera achevée l'année prochaine, devrait permettre la mise en service de la radiotéléphonie en 1979/1980 sur l'ensemble du réseau.

Outre l'installation des équipements fixes le long des voies, comprenant des antennes à câbles coaxiaux perforés, 165 éléments doubles actuellement en service, soit environ le tiers du parc existant, seront équipés de la radiotéléphonie, ainsi que les 200 nouvelles voitures en cours de fabrication. Dans une phase ultérieure, toutes les voitures disposeront de la radiotéléphonie.

Le réseau radiotéléphonique du métro sera relié non seulement au poste de commande centralisée de la CTA, mais également aux réseaux de la police et des pompiers.

(*Passenger Transport*, 16 avril 1976.)

N.D.L.R. Une installation de radiotéléphonie équipe, depuis plusieurs années déjà, une partie des autobus de Chicago.

les électeurs du comté de Los Angeles se sont opposés au projet de construction d'un réseau ferré régional. En effet, c'est par 60 % des voix que les mesures prévoyant une augmentation de taxes locales qui aurait permis le financement de la construction de ce réseau ont été repoussées.

Le réseau prévu, qui aurait été construit notamment sur la bande médiane d'autoroutes et sur des emprises ferroviaires existantes, aurait eu 370 km de longueur.

(*Passenger Transport*, 18 juin 1976.)

New York



Nouvelle réduction des services du métro

La « Metropolitan Transportation Authority » vient de faire savoir qu'à partir du 30 août les services du métro seraient réduits à 6 337 trains par jour, soit une diminution de 215 trains.

Pour les voyageurs, cette réduction du service offert, qui devrait se traduire notamment par une augmentation du temps d'attente en station d'une ou deux minutes et la suppression de certains services semi-directs, est la dernière des trois étapes d'un programme annoncé par la MTA en décembre 1975. Ainsi, depuis l'année dernière, 855 trains par jour auront été supprimés.

Selon la MTA, ces mesures se justifient par la diminution du trafic voyageurs (4,7 millions de voyageurs par jour, en 1964, contre 3,5 millions actuellement) et par l'obligation qui lui est imposée de réaliser des économies.

(*The New York Times*, 14 août 1976.)

Los Angeles



Nouvelle défaite pour le projet de métro régional

Au cours du référendum qui a eu lieu le 8 juin, pour la troisième fois en 8 ans,

Sapporo

Mise en service d'une deuxième ligne de métro

Le métro de Sapporo possède depuis les Jeux Olympiques d'hiver de 1972 une ligne sur pneus nord-sud de 12,4 km. Une deuxième ligne est-ouest, en construction depuis mars 1973, a été mise en service le 10 juin 1976. Etablie entièrement en souterrain, et mesurant 10,4 km de long, elle est en correspondance avec la ligne nord-sud à la station Odori, placée en plein centre de la ville.

Rappelons que la particularité du métro sur pneus de Sapporo est d'être doté d'un rail de guidage central. Cependant, malgré cette caractéristique partagée, le matériel roulant ne pourra pas être utilisé en commun sur les deux lignes. La nouvelle ligne est équipée de voitures plus longues (18 m contre

13,5 m), munies de deux bogies chacune, et non plus articulées sur un ensemble de bogies et d'essieux isolés. Le courant de traction adopté est le courant continu à 1 500 V avec prise aérienne et non plus à 750 V à prise latérale. En outre, la nouvelle ligne est équipée pour la conduite automatique, qui doit permettre de ne plus faire accompagner les trains que par un seul agent.

Le nouveau matériel roulant est exploité par éléments de quatre voitures, mais les compositions pourront ultérieurement être portées à neuf voitures. Une rame de quatre voitures est composée de deux motrices d'extrémité encadrant deux remorques, et l'une porte les deux pantographes de prise de courant. Les caisses sont en alliage léger, et la tare totale de la rame s'élève à 97,5 tonnes. Chaque motrice est équipée de huit moteurs de 70 kW de puissance unihoraire atteignant chacun une roue. Ces huit moteurs sont couplés en permanence en série. Une commande à deux hacheurs permettant le freinage par récupération (avec excitation à champ réduit de moitié) alimente en opposition de phase les deux séries de huit moteurs de deux motrices. La

vitesse maximale en service est de 70 km/h. Vingt rames ont été mises en service.

Une autre particularité de la ligne est l'utilisation pour la prise de courant d'un conducteur aérien rigide en aluminium, inspiré de ceux généralisés sur le métro de Tokyo (TRTA). L'avantage d'une telle solution est de réduire l'entretien tout en limitant la hauteur du souterrain. L'utilisation d'un petit pantographe à branches croisées a aussi pour but de faire gagner de la hauteur.

La conduite automatique est réalisée à l'aide d'un appareillage à fonction logique embarqué sur les trains. Le dispositif de conduite automatique proprement dit (Automatic Train Operation-ATO), est complété par un dispositif de contrôle automatique de vitesse (ATC-Automatic Train Control) qui en est indépendant et qui assure les fonctions de sécurité. L'ATC de la ligne est-ouest diffère de celui qui équipe la ligne nord-sud, notamment par l'adoption du triplement des circuits électroniques : le système n'obéit à une information que si elle est transmise de façon identique par deux des circuits sur les trois.

(*La Vie du Rail*, 27 juin 1976.)



Rapport d'activité des transports en commun de Bruxelles

(Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles)
Exercice 1975.



A l'exception du prolongement de la ligne de pré-métro de Grande Ceinture et de la mise en service de nouveaux autobus, l'exercice 1975 n'a pas donné lieu à des réalisations spectaculaires. Toutefois, cette année a été une étape importante pour la préparation de la mise en service de nouveaux ouvrages de pré-métro et métro prévue pour l'automne 1976 : ainsi, 14 chantiers représentant une longueur de 6 800 mètres et 9 stations ont été adjugés, poursuivis ou terminés.

Le trafic voyageurs s'est élevé à 196,8 millions de voyageurs, soit 9 millions de plus que l'année précédente. Le service offert s'est également légèrement accru : 39,6 millions de kilomètres-voitures, soit une augmentation de 1,1 million.

L'effectif du personnel, en très légère augmentation, comprenait 5 769

agents, fin décembre 1975. Il reste encore insuffisant, notamment en raison des difficultés de recrutement du personnel nécessaire pour la conduite et l'entretien du matériel métro.

En ce qui concerne le matériel roulant, 130 autobus ont été livrés au cours de l'exercice, ainsi que deux séries de 20 voitures de tramway articulées et 18 motrices doubles de métro.

Le nombre d'utilisateurs de cartes d'abonnement MTB, valables sur tous les réseaux de transports publics de l'agglomération, ont encore progressé : plus de 100 000, à la fin de l'exercice, contre 70 000 un an auparavant.

Le déficit d'exploitation — 3 055,3 millions de francs belges — est supérieur de 865,1 millions à celui de l'exercice 1974.

Rapport d'activité du Syndicat des transports publics de Hambourg

(Hamburger Verkehrs Verbund)
Exercice 1975.



En 1975, le trafic voyageurs de l'ensemble des entreprises regroupées au sein du Syndicat des transports de Hambourg s'est élevé à 594,3 millions de personnes transportées soit une diminution de 3 % par rapport à l'exercice précédent. C'est la première fois, depuis la création du Syndicat, il y a dix

ans, qu'une baisse du trafic voyageurs est enregistrée. Ce recul est dû, pour une grande part, à la situation économique. Compte tenu de cette régression du trafic, l'augmentation des tarifs mise en vigueur en janvier 1975, de 18 % en moyenne, n'a produit qu'un supplément de recettes de 10 %.

Sur les réseaux ferrés (métro, S-Bahn, lignes de banlieue), 319,6 millions de voyageurs ont été transportés, soit 3,4 % de moins qu'en 1974. Le trafic voyageurs des réseaux d'autobus — 237,1 millions — s'est accru de 0,2 % alors que celui du réseau de tramway a continué à décroître — 29,1 millions de personnes transportées au lieu de 35,2 millions en 1974 — une nouvelle ligne ayant été supprimée.

C'est le 1^{er} juin 1975 qu'a été mise en service, entre la gare centrale et Landungsbrücken, une première section de 3,2 km — avec 4 stations souterraines — de la ligne ferrée régionale, dite City-S-Bahn, qui dessert le centre-ville.

Compte tenu des mesures prises pour favoriser le développement des abonnements mensuels, le nombre de voyages réalisés avec ce type de titre de transport a encore progressé : 59,2 ; au lieu de 55,9 % l'année précédente.

Au cours de l'exercice, les recettes des entreprises membres du Syndicat se sont élevées à 340 millions de DM et leurs dépenses d'exploitation à 518 millions de DM.

