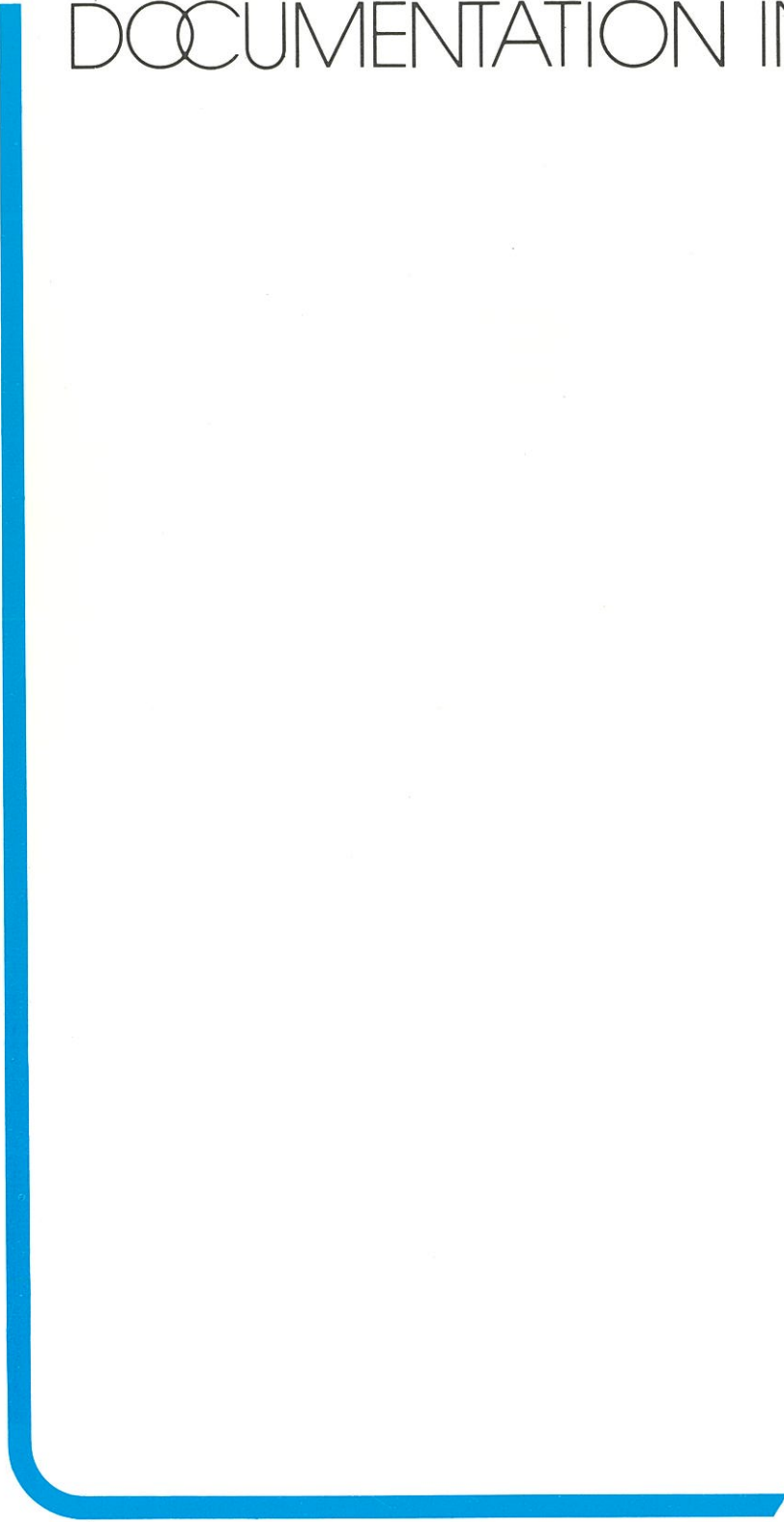


77

avril - mai - juin

DOCUMENTATION INFORMATION



RATP

M. Barrière. J. Gérard Hine
19 CD V + Cadres + matrices) cf 17-8.

REGIE
AUTONOME
DES
TRANSPORTS
PARISIENS

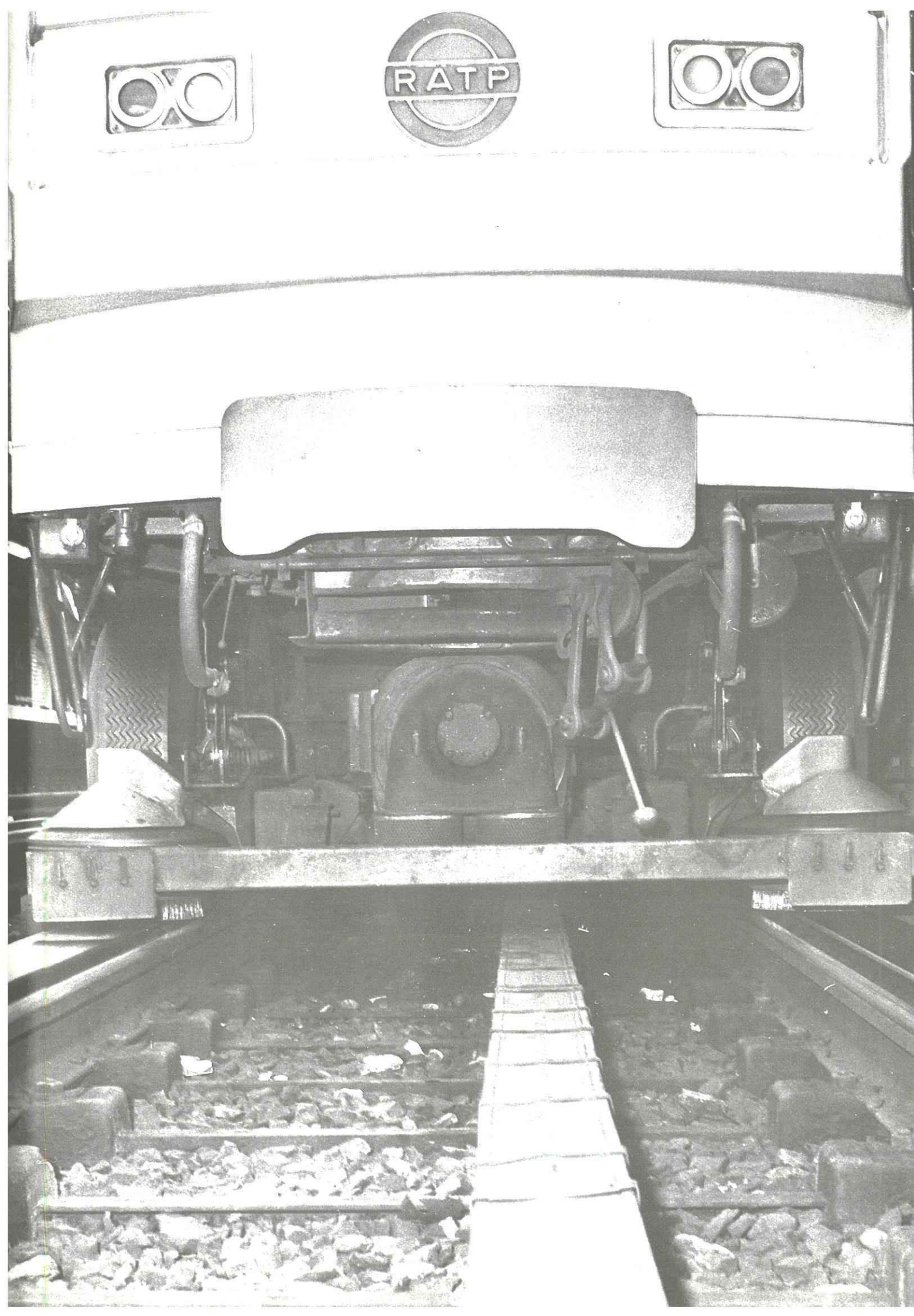
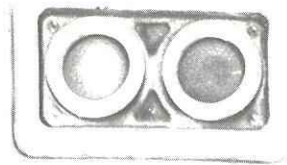
53 ter, quai des Grands-Augustins
75271 PARIS CEDEX 06

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

Abonnement annuel (5 numéros)
FRANCE : 58,80 F ÉTRANGER : 60 F

Sommaire

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT	
Le pilotage automatique du métro de Paris	5
L'ACTUALITÉ DANS LES TRANSPORTS PARISIENS	
Le prolongement de la ligne n° 13 bis	
de la Porte de Clichy à Asnières-Gennevilliers	19
Vues des travaux en cours	30
NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP	
Conseil d'administration	33
Nouvelles diverses de la RATP-Réseau ferré	34
Nouvelles diverses de la RATP-Réseau routier	38
Trafic et service de l'année 1977	40
LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE	
Nouvelles de France	43
Nouvelles de l'étranger	43



Le pilotage automatique du métro de Paris

par G. Voisin et J.-P. Perrin

Ingénieurs en chef adjoints à la Direction du réseau ferré
et à la Direction des services techniques
avec la participation de P. Bibal et J.J. Blanquet

Depuis le 1^{er} avril 1977, la ligne n° 13 est exploitée en pilotage automatique. Il nous a semblé judicieux, à cette occasion, de rappeler aux lecteurs de RATP-Documentation-Information, l'origine et le développement de cette technique. L'article qui suit complète et met à jour les articles qui ont déjà paru sur ce sujet dans le bulletin de la RATP et dans d'autres publications (*).

Historique et perspectives d'avenir

C'est en 1951 qu'un essai de pilotage automatique (P.A.) du prototype MP 51 des trains sur pneumatiques a été entrepris sur la voie navette « Porte des Lilas - Pré Saint-Gervais ». Des ingénieurs de la RATP et de la Compagnie des Signaux et Entreprises Électriques (CSEE) conçurent et réalisèrent en commun un premier dispositif qui se révéla satisfaisant.

Le principe en est simple et revêt deux aspects :

a) le train, pour rouler, doit en recevoir l'autorisation en permanence lorsque les conditions de signalisation le permettent;
b) le programme de vitesse est, en quelque sorte, inscrit sur la voie; tout dépassement de vitesse entraîne une commande de ralentissement d'autant plus impérative que le dépassement est plus élevé; toute insuffisance de vitesse entraîne, de même, une commande en traction d'un degré d'autant plus élevé que l'insuffisance est plus grande.

La motrice prototype portait, en avant, deux capteurs magnétiques sensibles au courant alternatif parcourant le « programme » constitué par un fil en forme de « grecque » installé sur les bords d'un plancher de 30 cm de largeur situé dans l'axe de la voie. Cette voiture devant circuler dans les deux sens était donc pourvue d'un double jeu de capteurs, (un jeu à chaque extrémité) et les deux programmes de vitesses étaient localisés dans le même cheminement, chacun d'eux étant alimenté à tour de rôle.

Le premier transport de personnes eut lieu le 24 janvier 1952 pour les

membres du Conseil économique venus ce jour-là visiter le prototype sur pneumatiques MP 51.

Ensuite, le public fut admis les après-midi de chaque jour depuis le dimanche de Pâques 13 avril 1952 jusqu'au 31 mai 1956 et cette petite ligne de 750 m assura ainsi un service excellent durant 4 années.

A partir de 1956, la ligne n° 11, qui recevait le matériel sur pneumatiques MP 55, fut pourvue d'un programme de P.A. semblable mais dont les fils étaient alors, non plus logés sur les côtés d'un plancher posé dans l'axe de la voie, mais accolés aux rails auxiliaires de roulement.

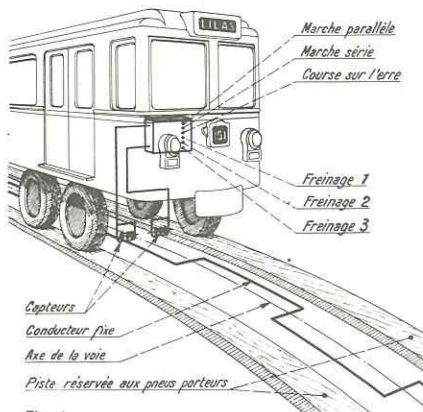


Fig. 1

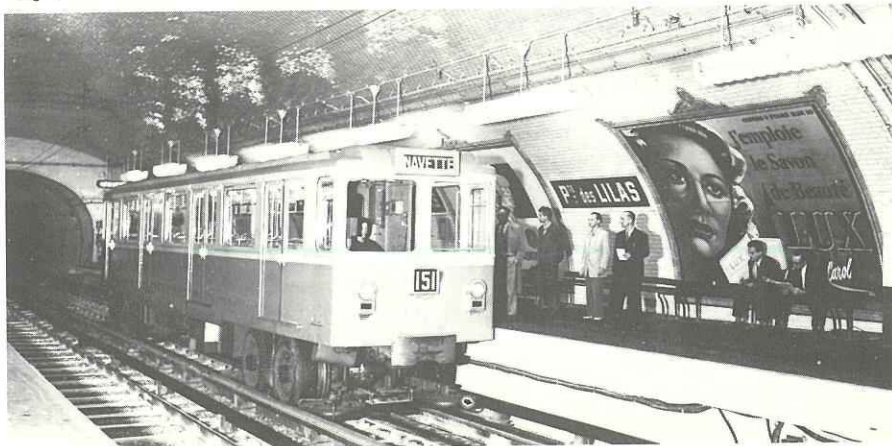


Fig. 2

Un train de 4 voitures, dont trois motrices, fut doté d'un ensemble de relais de P.A., utilisable dans les deux sens de marche et situé sous la voiture remorque. Deux jeux de 2 capteurs étaient situés aux extrémités du train, sur les bogies, placés juste au-dessus des rails auxiliaires de roulement.

Malheureusement l'intérêt d'un tel mode d'exploitation ne fut pas clairement perçu à l'époque et ce train ne servit guère qu'à des démonstrations ou à des parcours d'endurance, accompagné par les techniciens spécialistes du système.

Ce n'est qu'en 1965 que le véritable coup d'envoi fut donné et que, dans le cadre d'un vaste mouvement de modernisation du réseau, fut décidé l'équipement de tous les trains d'une ligne en exploitation. La ligne n° 11 (Châtelet-Mairie des Lilas), longue de 6,3 km (de voie double), dotée de 17 trains de 4 voitures sur pneumatiques, fut ainsi la première ligne de la RATP à être complètement exploitée en P.A. Ce mode d'exploitation commencé à l'automne 1967 a été définitivement adopté en juin 1969, date à laquelle un seul agent resta à bord des trains.

L'expérience étant concluante, il fut alors décidé d'équiper une autre ligne plus chargée que la ligne n° 11. Le choix se porta sur la ligne n° 4 (Porte de Clignancourt-Porte d'Orléans), la deuxième du réseau par l'importance de son trafic et également équipée de trains sur pneumatiques.

(*) Voir choix bibliographique en fin d'article page 16.

Au dispositif de P.A. à relais de la ligne n° 11, succéda alors, à l'issue d'un appel de concours ouvert à la concurrence, un pilotage automatique complètement électronique à captation 8 kHz, réalisé par la Société Interelec. La ligne n° 4 en fut ainsi équipée au cours des années 1969-1970 et ce même dispositif fut ensuite mis en exploitation sur la ligne n° 1 (Château de Vincennes-Pont de Neuilly) en 1972 puis sur la ligne n° 3 (Pont de Levallois-Gallieni) en 1973.

Une deuxième génération technologique du système de P.A. Interelec, à captation 135 kHz, équipe la ligne n° 6 (Étoile-Nation) depuis février 1975, la ligne n° 9 (Pont de Sèvres-Mairie de Montreuil) depuis juin 1975 et la ligne n° 8 (Place Balard-Créteil) depuis juin 1976. Au début de 1977, les installations de la ligne n° 11 ont été renouvelées par la mise en service de cette nouvelle technologie; les installations de la ligne n° 13 (Saint-Denis-Porte de Clichy - Châtillon-Montrouge) ont été mises en service le 1^{er} avril 1977. Il est prévu de mettre en service le pilotage automatique sur la ligne n° 7 pour l'été 1977, sur la ligne n° 12 à l'automne 1977 et sur la ligne n° 5 en 1978.

L'année prochaine, onze lignes de métro seront donc équipées en pilotage automatique.

Le bilan d'exploitation du P.A. étant favorable, sa généralisation à la quasi-totalité des lignes de métro a été décidée.

Principes de fonctionnement

Strictement suivant les principes d'origine, le dispositif de P.A. remplit seul et en sécurité, les fonctions ci-après :

- départ du train de la station ou après un arrêt en pleine voie devant un signal fermé;
- circulation dans l'interstation en respectant les limitations de vitesse et les indications de la signalisation;
- arrêt du train à la station suivante avec une précision de ± 50 cm quel que soit l'état de charge du train.

Le départ ne peut avoir lieu que si, d'une part la signalisation l'autorise et si, d'autre part, l'agent à bord ayant fermé les portières a appuyé sur le bouton « départ ». Il est d'ailleurs nécessaire que cet appui soit maintenu pendant les 10 secondes que durera en moyenne le dégagement d'un quai par un train de 6 voitures. Cette disposition permet en effet, pendant cette période, d'arrêter le train par simple relâchement du bouton au cas où un incident se serait produit (voyageur entraîné, etc.).

Le système de pilotage est constitué par un programme de marche inscrit une fois pour toutes dans la voie sous une forme électrique et par un dispositif électronique embarqué qui maintient la vitesse du train à la valeur commandée par le programme en agissant sur les organes de traction et de freinage. Pour cette dernière phase, un dispositif complémentaire permet d'asservir la décélération du train sur la valeur requise, évitant ainsi l'influence de la charge sur le confort et la précision d'arrêt.

vitesse de consigne. Si au contraire, le temps de parcours est trop court, c'est que le train va trop vite et un effort de freinage est commandé. Dans le cas où le temps de parcours des segments est voisin du temps de base, le train est laissé en « course sur l'erre ».

Ainsi au départ d'une station, on trouvera, en général, des segments de longueur élevée de façon à commander au train un cran de traction élevé; dans les zones de ralentissement ou d'arrêt, au contraire, les segments auront des longueurs faibles.

Devant chaque signal, sont posées, en fait, deux lignes rayonnantes superposées alimentées exclusivement, l'une lorsque le signal est vert (et constituée généralement de segments de longueur constante), l'autre lorsque le signal est rouge (et constituée de segments de longueur décroissante).

La liaison voie-train mise en œuvre permet d'envisager la transmission de diverses informations : régulation, autorisations diverses, cab-signal, etc.

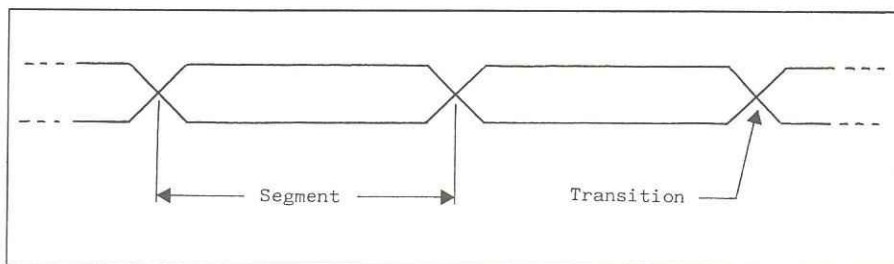


Fig. 3 - Forme du câble-programme de pilotage automatique.

Les capteurs situés sous le train reçoivent, par induction, la fréquence d'un courant circulant dans une ligne rayonnante posée au sol et constituée de deux fils parallèles croisés par endroits pour former les extrémités des segments.

Une horloge interne et une chaîne de comptage numérique permettent de compter le temps de parcours des segments successifs. La comparaison entre ce temps de parcours et le temps de base de 300 ms permet, grâce à un algorithme interne, de commander les organes de marche du train (traction ou freinage). Si le temps de parcours est plus long, c'est que le train va trop lentement et le dispositif embarqué donne un ordre de traction (d'autant plus énergique que la différence est importante) qui est maintenu tant que la vitesse du train est inférieure à la

Expérimentations

Les mises au point et les améliorations successives effectuées par la RATP en collaboration avec les constructeurs ont permis d'adopter le dispositif à captation 135 kHz. Il sera appliqué progressivement à toutes les lignes.

Les principales étapes de l'expérimentation de la RATP ont été relatées au premier chapitre.

Des études ont été menées, en collaboration étroite avec le « Département d'Études et de Recherches en Automatique » (DERA) du Centre d'Études et de Recherches de Toulouse, sur le fonctionnement théorique du système de pilotage. De nombreuses simulations,

hybrides puis numériques, ont été effectuées sur ordinateur afin de déterminer les conditions optimales de fonctionnement, compte tenu des performances et des caractéristiques du matériel roulant et des désirs des services de l'Exploitation.

Plusieurs problèmes se posaient alors : le choix de la période d'échantillonnage (temps de base T_0), celui de la chronométrie (loi liant les temps de parcours du segment aux différents crans de traction ou de freinage) et celui de la loi d'arrêt.

En ce qui concerne la période d'échantillonnage, il peut sembler à première vue qu'une cadence élevée rapprochant le système d'une commande continue, soit intéressante. En fait, les différentes constantes de temps existant sur le matériel roulant font qu'aucune amélioration de fonctionnement n'est à attendre en dessous d'une période de 200 ms. La plage de bon fonctionnement s'étendant jusqu'à 500 ms, valeur au-delà de laquelle le retard dans la commande devient critique, un choix a été fait à 300 ms.

La relation liant les temps de parcours à la valeur du cran commandé (chronométrie) dépend de la loi adoptée pour les arrêts. Cette loi doit être telle qu'elle assure un freinage progressif, c'est-à-dire confortable, sûr et précis (la précision des arrêts constitue en effet une performance importante, la longueur des trains étant extrêmement voisine de celle des quais). Après différentes études en simulation et essais sur le terrain, la loi quasi optimale s'est confirmée être parabolique. Les zones de freinage possèdent donc des programmes correspondant à une diminution parabolique de la vitesse en fonction de l'espace, c'est-à-dire que les longueurs des segments successifs sont en diminution avec un décrement constant.

Ceci étant, la détermination de la chronométrie a eu lieu à partir de la valeur requise de la décélération du programme d'arrivée de façon que la stabilité soit la plus élevée possible durant cette phase. Il est en effet souhaitable d'éviter des phénomènes d'empilement de crans de freinage qui conduisent à des à-coups particulièrement inconfortables. Ce phénomène apparaît lorsque par exemple l'appel du cran de freinage « i » a un seuil chronométrique trop rapproché de celui d'appel du cran « (i + 1) » ce qui, compte tenu des retards à l'établissement de la décélération voulue, entraîne un appel

du cran « (i + 1) » alors que l'efficacité du cran « i » n'a pas encore pu être totale. En général le cran « (i + 1) » est alors trop élevé, ce qui se traduit par un relâchement du freinage entraînant un nouvel appel du cran « i » et ainsi de suite.

Réalisation du système de pilotage

Équipements au sol

La signalisation d'espacement en service sur le métro est dite à « section tampon » : derrière un train il y a toujours au moins un canton de signalisation inoccupé. La signalisation latérale est à deux aspects : vert et rouge. Dans certaines stations à fort trafic, le signal est « permissif » ; il présente alors une troisième indication « jaune » qui s'allume lorsque le train qui quitte la station a dégagé une zone comprise entre 20 et 50 m après le joint de sortie de façon à permettre l'entrée à vitesse limitée d'un nouveau train. Cependant, compte tenu des performances de freinage des trains sur pneumatiques et des caractéristiques du système de P.A., il a été admis que dans ce mode

d'exploitation l'indication « jaune » était assimilable à la « verte », ce qui n'est pas le cas des lignes sur lesquelles roule du matériel à roues métalliques.

Dans chaque canton de signalisation, on rencontre deux programmes de marche :

- l'un « vert », de passage libre, en service lorsque le signal d'entrée du canton immédiatement en aval est vert ;
- l'autre « rouge », d'arrêt, en service lorsque le signal d'entrée du même canton aval est rouge.

Ce programme d'arrêt est tel que le train qui le respecte s'arrête à 15 m en amont du signal fermé.

Dans le cas où le canton intéressé constitue la zone tampon, aucun des deux programmes n'est alimenté ce qui interdit la circulation en P.A.

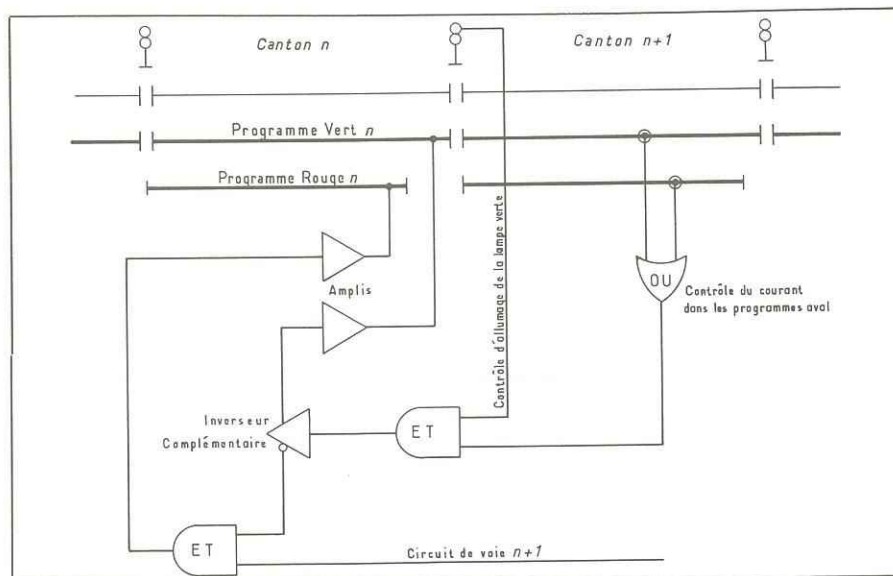
Pour qu'un train respecte rigoureusement la signalisation latérale et évite, par exemple, de franchir un signal qui aurait été au « rouge » parce que la lampe verte était simplement « grillée », on a pris les conditions d'alimentation au niveau :

- des courants circulant dans la lampe verte protégeant le canton aval ;
- du relais de voie de ce même canton ;
- du courant dans la ligne rayonnante du canton aval.

Ainsi (voir figure 4), la mise en service du programme « vert » d'un canton « n » est tributaire :

- de l'allumage de la lampe verte du signal d'entrée du canton « (n + 1) » ;
- de l'alimentation de la ligne rayonnante du canton « (n + 1) ».

Fig. 4 - Principes d'alimentation des programmes d'un canton.



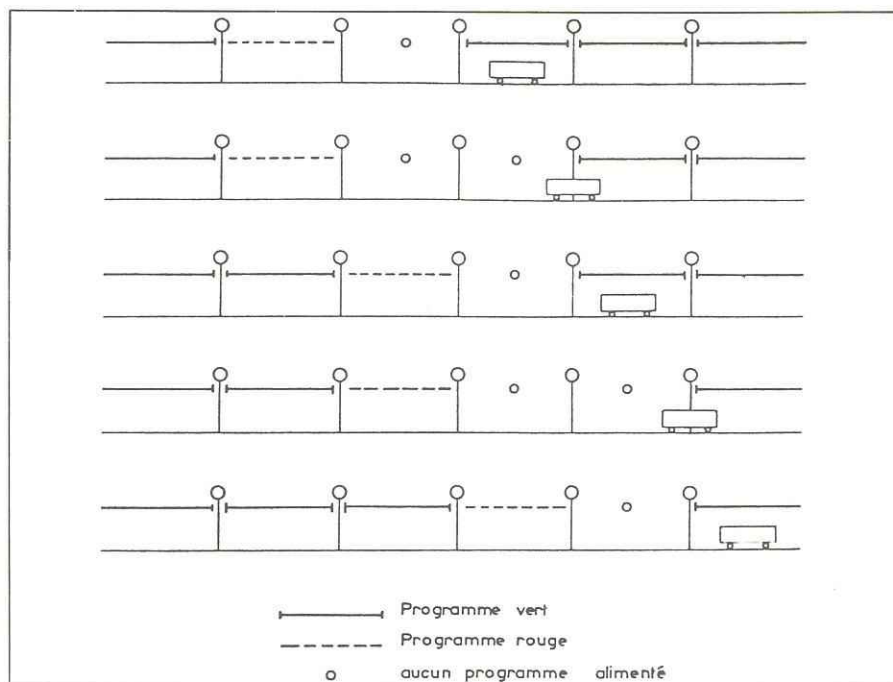


Fig. 5 - Séquence d'alimentation des programmes.

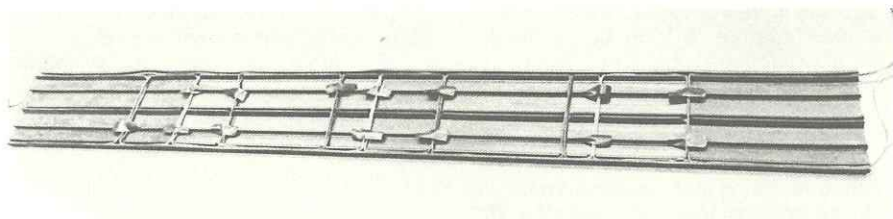


Fig. 6 A - Tapis programme.

De même, la mise en service du programme « rouge » d'un canton « n » est tributaire des deux conditions suivantes :

- non-alimentation du programme vert de ce même canton « n »;
- excitation du relais de voie du canton « (n + 1) ».

La non-excitation du relais de voie du canton « (n + 1) » entraîne ainsi la non-alimentation des deux programmes vert et rouge dans la zone tampon « n ».

De surcroît pour pallier les risques dus à un déshuntage total, fugitif ou permanent, d'un train, qui « disparaîtrait » alors complètement, un dispositif spécial « valide » l'information « circuit de voie « (n + 1) » libérée », en vérifiant que celle-ci arrive à un moment où le circuit de voie « (n + 2) » est occupé.

Fig. 7 - Pose centrale et pose latérale du programme de marche.

Fig. 8 - Équipements fixes.

Une anomalie dans le fonctionnement du shuntage du circuit de voie n'a de la sorte pas de conséquences dangereuses pour les trains circulant en P.A.

Le programme de marche est constitué d'un câble auto-croisé inséré dans un tapis protecteur en polychlorure de vinyle (voir figures 6) d'environ 17 cm de large, reposant sur un plancher fixé aux traverses entre les rails de roulement.

Plusieurs programmes peuvent prendre place dans un même tapis.

Pour éviter certains obstacles dans la voie (connexions inductives, appareils de voie), le tapis peut occuper deux positions : centrale ou latérale (voir figure 7).

Ces programmes de marche sont mis en service à partir d'amplificateurs-commutateurs conçus en sécurité intrinsèque et alimentant, en recopie des signaux latéraux, le programme rouge ou le programme vert (voir figure 8).

Chaque amplificateur envoie dans un programme un courant alternatif d'environ 50 mA à une fréquence comprise entre 134,5 et 135 kHz. Ce courant est modulé par une des fréquences (12 possibles) de 1,5 à 2,5 kHz fournies par des diapasons métalliques. Ces fréquences de modulation, par leur présence ou leur absence, transmettent des informations au train en sécurité.

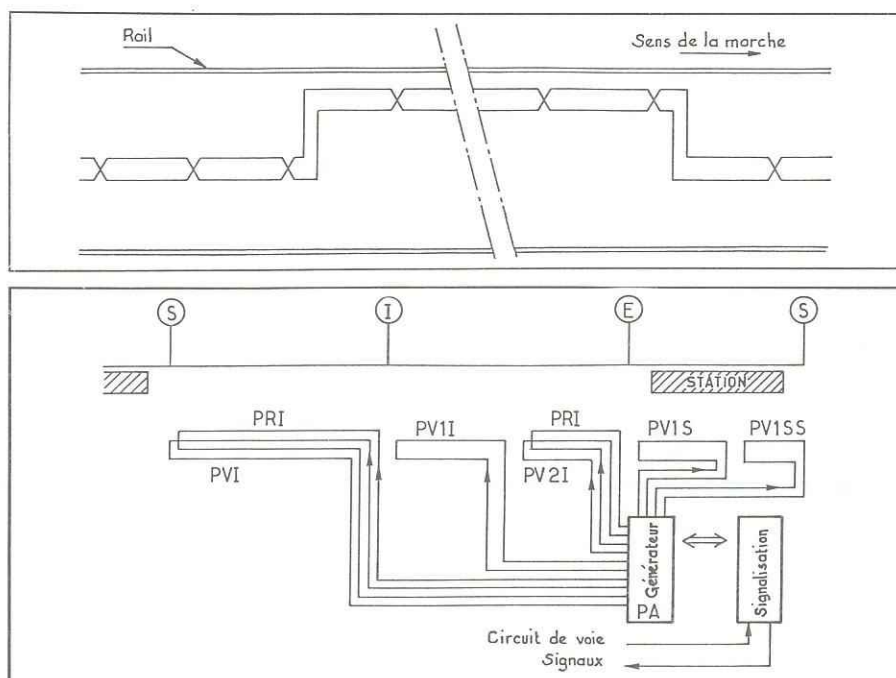
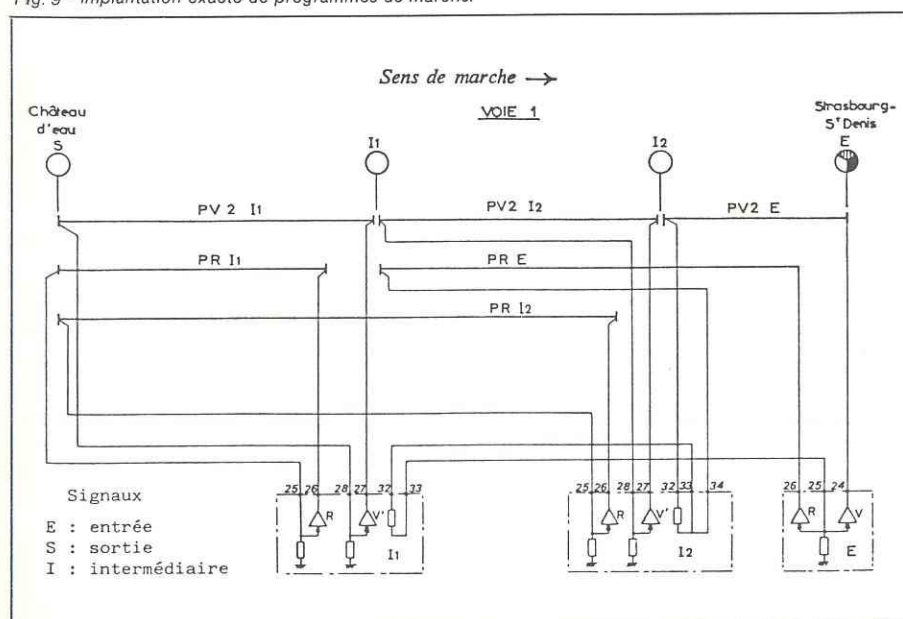




Fig. 6 B- Ligne n° 6 (matériel MP73).

Fig. 9 - Implantation exacte de programmes de marche.



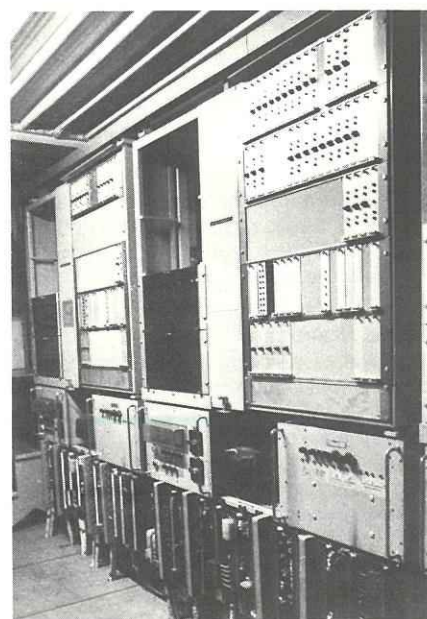
La fréquence de la porteuse est réglée entre 134,5 et 135 kHz à une valeur choisie à distance par le poste de régulation et transmise par fils, ce qui permet de télécommander, depuis le sol, les allures des trains circulant en P.A.

Les équipements d'alimentation des programmes d'une intersection sont regroupés dans une armoire en station ce qui permet de ne pas avoir de composants actifs en tunnel, les équipements répartis en ligne étant uniquement des connecteurs ou des dispositifs d'adaptation d'impédance. La liaison entre cette armoire et les programmes se fait au moyen de câbles à paires analogues aux câbles téléphoniques.

Tous les trains étant identiques et s'arrêtant dans toutes les stations, le programme de marche est unique, quelle que soit l'indication présentée par le feu de sortie.

La description ci-avant correspond aux principes de base les plus simples. La signalisation ayant été implantée en tenant compte de la présence éventuelle de trains conduits manuellement, il arrive fréquemment que les programmes d'arrêt devant un signal commencent en amont du signal qui le précède rendant un peu plus complexes les fonctions de commutation. L'existence de communications de pleine voie ou de raccordements entre lignes complique également l'implantation des programmes.

Fig. 10 - Local technique d'interstation.



Équipements embarqués

Le rôle de l'équipement électronique installé à bord du train est de « lire » le programme inscrit au sol et de le traduire en ordres de traction ou de freinage. Un dispositif de sécurité complémentaire contrôle en permanence la marche du train et provoque un freinage d'urgence si une anomalie est détectée.

La figure 11 présente le schéma synoptique du système. Il est constitué :

- d'un dispositif de captation du champ magnétique émis par le câble programme;
- d'un dispositif de mesure de temps de parcours d'un segment;
- d'un organe de décision effectuant la comparaison des temps de parcours à une échelle prédéterminée;
- des interfaces de liaison avec les lignes de commande traction/freinage du train;
- d'un système d'asservissement de la décélération réelle du train à une valeur de consigne;
- de divers dispositifs assurant la sécurité du train.

Captation du champ émis par le câble-programme

La nécessité d'avoir deux positions normalisées du tapis programme dans la voie pour éviter les divers obstacles a entraîné la présence, sur la poutre porte-capteurs fixée au bogie, d'un jeu de 2 capteurs de pilotage.

Chaque capteur comporte 2 enroulements disposés dans le même boîtier et décalés d'une dizaine de centimètres sur l'axe de marche du train.

Chaque enroulement capte le signal haute fréquence émis par le programme. Ce dernier étant constitué d'un câble auto-croisé, l'information reçue par chaque enroulement s'annule lors du passage de celui-ci au droit d'un croisement. Aussi, pour assurer la permanence de la transmission voie-train, le signal haute fréquence sinusoïdal de l'enroulement avant suivant la marche du train est déphasé de 90° puis ajouté au signal haute fréquence sinusoïdal provenant de l'enroulement arrière. Le

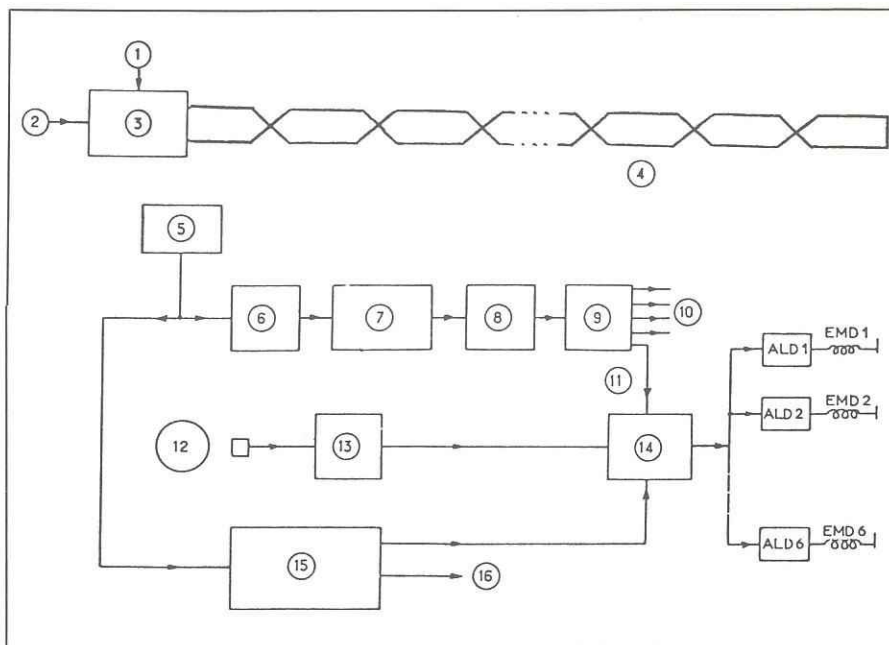
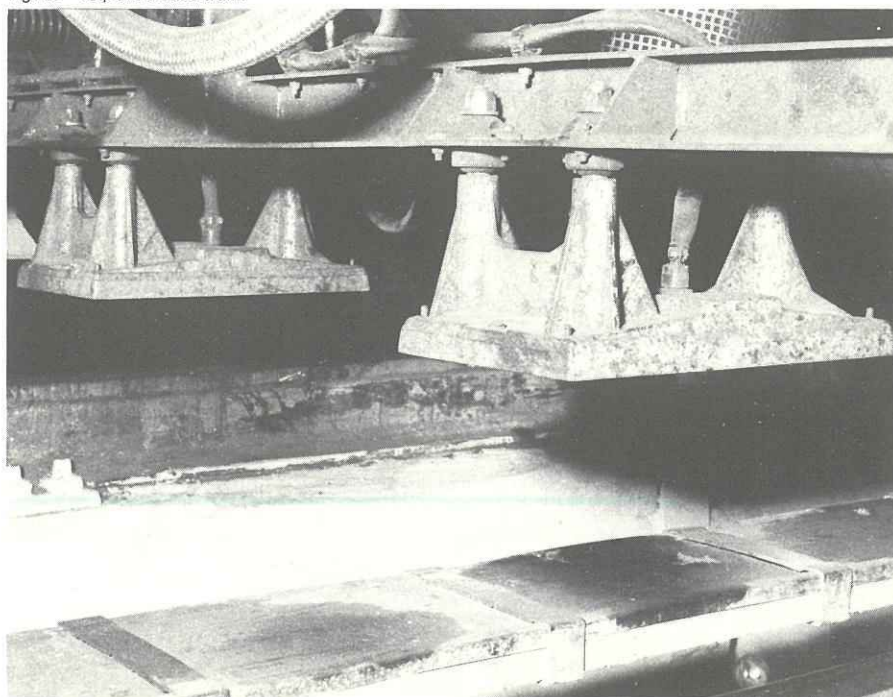


Fig. 11 - Schéma synoptique général de l'équipement embarqué.

1 : Télécommande des allures - 2 : Conditions de signalisation - 3 : Générateur de fréquence - 4 : Câble programme - 5 : Capteur espace référence - 6 : Traitement de la captation - 7 : Chronométrie numérique - 8 : Organes de décision - 9 : Interfaces - 10 : Lignes de train (traction, erreur, freinage) - 11 : Décélération de consigne - 12 : Information vitesse - 13 : Calcul de la décélération - 14 : Asservissement de décélération - 15 : Chaîne de sécurité dynamique - 16 : Maintien des disjoncteurs « traction ».

EMD : électrovalve modérable de défreinage.
ALD : amplificateur local de défreinage.

Fig. 12 - Capteurs sous train.



signal sinusoïdal obtenu est donc toujours présent à bord du train et voit sa phase varier brusquement de 180° par rapport à celle du signal de l'enroulement avant lors du passage de cet enroulement au droit d'un croisement. C'est cette variation de phase peu sensible aux perturbations extérieures que l'on utilise pour créer les « tops » de fin de segment.

Le rapport signal sur bruit de ce captage est supérieur à 20 dB.

Mesure du temps de parcours d'un segment

Le procédé numérique employé est classique. On compte des « tops » d'horloge reçus entre le début et la fin d'un segment. L'instant de début d'un segment est matérialisé par l'apparition d'un « top » spécial en sortie de chaîne de captation parfaitement représentatif de la discontinuité de champ magnétique existant à la limite de deux segments. Ce « top » sert à initialiser et à arrêter les mesures de temps de parcours.

Les « tops » d'horloge utilisés pour mesurer le temps de parcours d'un segment sont obtenus en faisant « battre » la fréquence porteuse avec la fréquence (134 kHz) d'un oscillateur embarqué. Ainsi pour une fréquence au sol de 135 kHz, mesurera-t-on les temps de parcours avec des « tops » d'horloge à 1 000 Hz. Avec une fréquence au sol de 134,5 kHz, les temps de parcours seront mesurés avec des « tops » d'horloge à 500 Hz, c'est-à-dire qu'à un même nombre de « tops » correspondra un temps de parcours double du temps qui aurait été mesuré avec une fréquence au sol de 135 kHz.

En faisant varier la fréquence du courant dans le programme on fait donc varier l'unité de mesure du temps de parcours de segment, ce qui permet une télécommande d'allure depuis le sol.

La simulation de fonctionnement et les essais pratiques ont montré qu'il n'était pas souhaitable de faire varier la référence de temps dans les zones de freinage sous peine d'affecter le confort et la précision d'arrêt. Il a donc fallu légèrement compliquer les circuits de chronométrie pour traiter les phases d'arrêt ou de ralentissement. On dispose d'une deuxième horloge à fré-

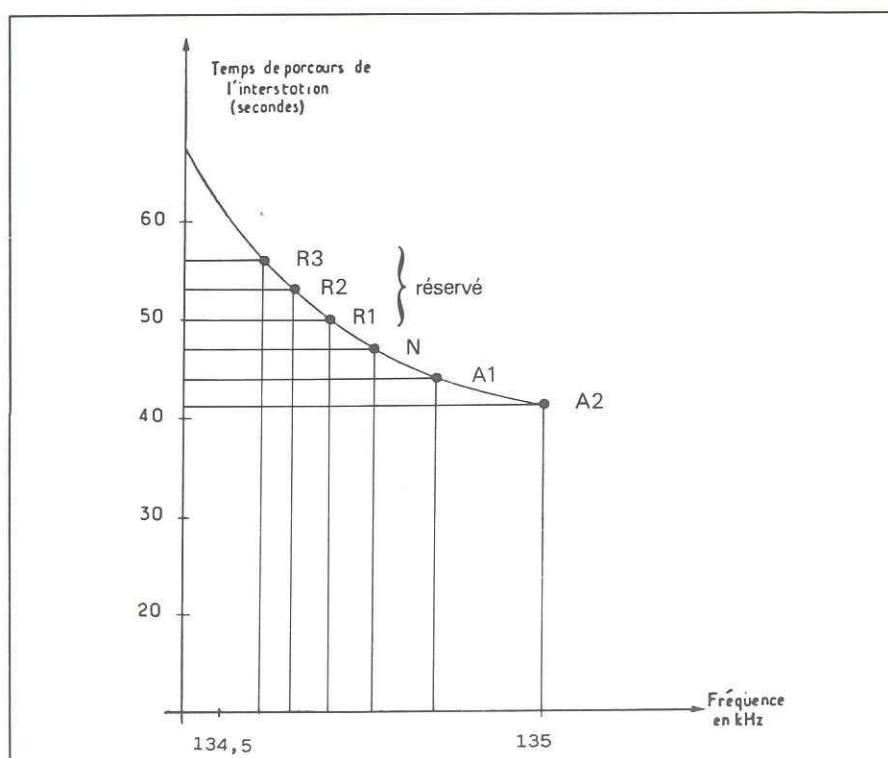


Fig. 13 - Temps de parcours d'une interstation en fonction de la fréquence du courant dans le câble-programme.

quence fixe de 1 000 Hz produite par un oscillateur embarqué et une deuxième chaîne de comptage.

Les deux chaînes de comptage sont mises en route et arrêtées simultanément par les « tops » d'extrémité de segment. L'appel d'un cran de freinage correspondant à des temps de parcours de moins de 300 ms, on ne prend en compte les informations fournies par le compteur de fréquence de battement que lorsque le compteur de la fréquence 1 000 Hz a atteint la position correspondant au dernier cran de freinage (premier cran de freinage : 282 ms).

Ainsi la commande d'allure n'affecte que les temps de parcours supérieurs à 282 ms, c'est-à-dire que les phases de traction. Le freinage est indépendant de l'allure commandée; seule la vitesse maximale atteinte (point de coupure de l'effort de traction) est affectée par cette commande. La possibilité de ralentissement ou d'accélération de la marche est très suffisante puisqu'il n'est pas nécessaire en général, de faire varier de plus de 10 %, par rapport à une valeur moyenne, le temps de parcours entre deux stations. Pratiquement trois allures au plus (A2, A1, N)

sont possibles dans une interstation. L'allure A2 correspond au temps minimal de parcours obtenu en respectant au plus près les limitations de vitesse imposées par le tracé et en exploitant au maximum les possibilités du matériel roulant. L'allure A1 correspond à ce temps de parcours majoré de 5 % environ. L'allure N correspond à ce temps de parcours majoré de 10 %. En exploitation normale, c'est cette allure qui est commandée; les allures A1 et A2 sont commandées par le poste central pour rattraper des retards naissants. L'éventuelle avance prise par un train est compensée par l'allongement des temps de stationnement.

Remarque : la logique de pilotage est actuellement réalisée en circuits électroniques classiques; elle n'a pas besoin d'être traitée en sécurité compte tenu du fait qu'un contrôle de survitesse est mis en œuvre par ailleurs dans le système. Une version à microprocesseur est actuellement en cours de développement.

Élaboration des ordres de traction et de freinage

Des circuits « mémoire » destinés à garder trace des résultats de comptage (qui sont fugitifs puisque le cycle se répète à chaque segment) sont placés à la sortie des compteurs « traction » et « freinage ». Cette mémoire n'est activée qu'à la fin de chaque segment.

L'élaboration des ordres va se faire à partir de la comparaison des résultats de la mesure du temps de parcours, à une échelle prédéterminée.

Ceci s'obtient en décodant les différentes positions indiquées par les circuits de mémoire et en les affectant par zones aux différents crans de traction T (au nombre de 4) et de freinage F (au nombre de 6 à 10) sans oublier la commande de l'erre. Avec le nouveau matériel en cours de construction, équipé de KESAR (hacheurs de courant), les commandes seront continues en traction et en freinage.

La figure 14 montre la répartition chronométrique de ces différents crans et indique l'influence de la variation maximale de la fréquence sur la chronométrie de traction.

L'échelonnement des crans est assez serré puisque la totalité de l'action, depuis l'effort maximal de traction jusqu'à l'effort maximal de freinage s'étend sur 170 ms (de 380 ms à 210 ms).

Le cran à appeler ayant ainsi été déterminé, la ligne de train correspondante est mise sous tension par l'intermédiaire de relais électromagnétiques directement commandés par les circuits de décodage. En ce qui concerne les crans de défreinage un circuit spécial évite, pour des raisons de confort (limitation du « jerk »), d'appeler directement le cran requis : la progression s'effectue, depuis l'erre, de 2 crans en 2 crans.

Circuit d'asservissement de la décélération

Afin d'éviter l'influence de la charge des trains, tant sur le confort que sur la précision d'arrêt, la commande des crans de freinage est, en fait, une commande de crans de décélération associés à une variation continue entre crans.

Les programmes de marche sont

calculés pour que les crans appelés par la chronométrie de freinage correspondent à des décélérations variant par bond de 0,1 ou 0,25 m/s², ce qui correspond à une décélération de service maximale de 1,1 ou 2,25 m/s² en palier, selon qu'il s'agit de matériel fer ou pneu. Le premier cran appelé (F1) correspond à une décélération nulle (ce qui est pour maintenir une vitesse constante dans les interstations en pente).

Principe : Un capteur magnétique délivre une impulsion à chaque passage devant lui d'une des dents d'un disque denté solidaire d'une roue porteuse ou motrice. Le signal alternatif ainsi créé traverse un dispositif convertisseur fréquence-tension dont la sortie est proportionnelle à la vitesse du train.

Par dérivation de ce signal, on obtient la décélération réelle du train que l'on compare à la valeur de référence fournie par le programme de marche au sol. Le signal d'erreur corrige alors la décélération du train jusqu'à l'obtention de la valeur requise en agissant directement sur les « électrovalves modérables de défreinage (EMD) » de toutes les voitures.

Pour des raisons de sécurité, la liaison entre le dispositif d'asservissement

Fig. 14 - Échelle chronométrique.

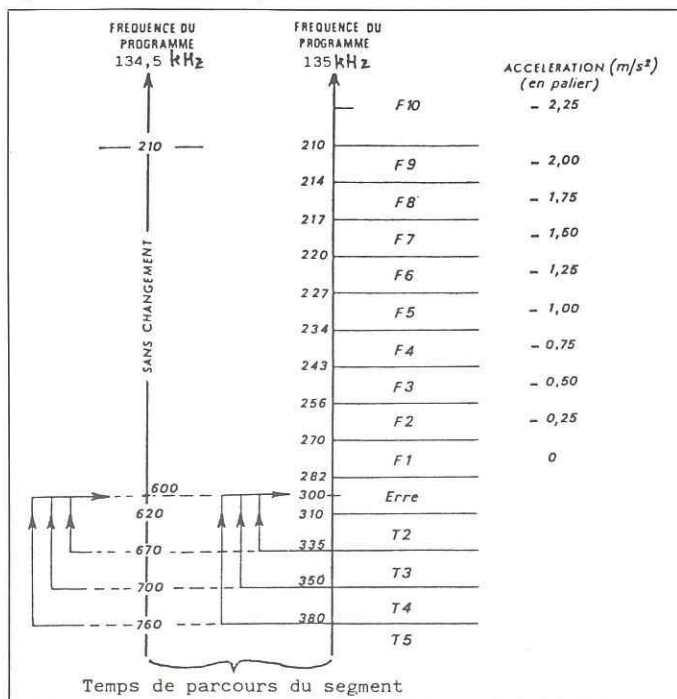
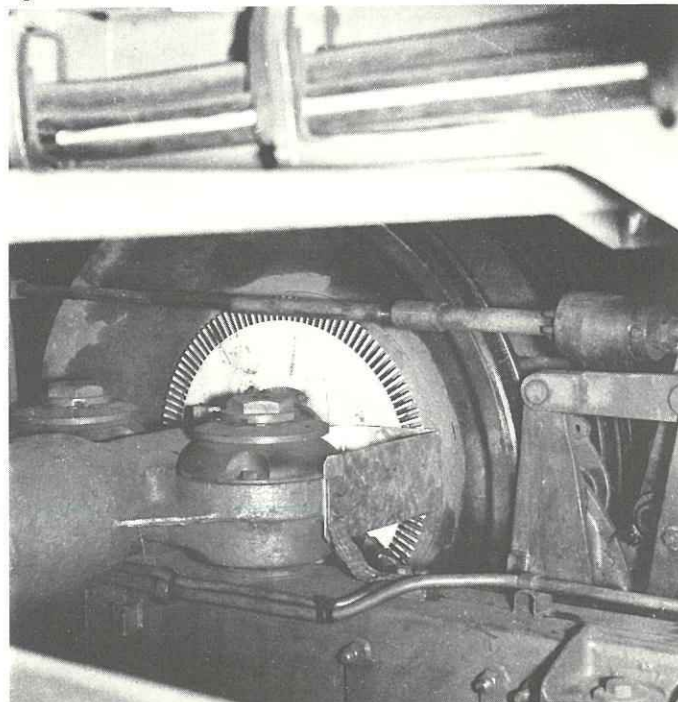


Fig. 15 - Capteur magnétique de vitesse.



et les EMD du train s'effectue en alternatif. Dans chacune des voitures, un dispositif local appelé « amplificateur local de défreinage » (ALD), dont l'entrée est connectée en parallèle avec celle des autres dispositifs équivalents des autres voitures, reçoit ce signal alternatif, le décode et le transforme en tension continue agissant sur l'EMD. Le signal alternatif sinusoïdal utilisé est fourni par la chaîne de sécurité dynamique.

Sécurité du train

La solution retenue : réaliser un ensemble non de sécurité, mais contrôler en permanence la vitesse du train par un système simple et conçu en sécurité positive, a été préférée à un ensemble complètement de sécurité. Elle est plus simple à réaliser et offre l'avantage d'inclure dans la boucle de contrôle le train lui-même et non pas uniquement le dispositif de P.A. Elle assure ainsi de façon globale la sécurité du train circulant en P.A.

D'autres dispositions concourent également par des contrôles de séquence de fonctionnement, à augmenter la sûreté du dispositif de pilotage.

Système de contrôle de survitesse (appelé « sécurité dynamique »).

Il fonctionne en comparant, durant chaque segment, la vitesse réelle du train à la vitesse prévue par le programme à cet endroit. En cas de survitesse et si cette vitesse se maintient pendant un certain délai (parcours de 8 m + 0,4 seconde), il y a application irréversible d'un freinage d'urgence avec ouverture des disjoncteurs des circuits de traction.

La réalisation pratique de ce circuit a fait l'objet de beaucoup de soins; l'ensemble de ses fonctions logiques est traité en sécurité et les composants choisis sont des modèles à haute fiabilité.

Les figures 16 et 17 décrivent le schéma synoptique et le diagramme de fonctionnement de ce dispositif.

Une rampe de tension, de pente constante, démarre à chaque fin de segment puis se trouve remise à zéro à la fin de segment suivante avant de redémarrer immédiatement (en cas d'absence de top de fin de segment la rampe arrive en butée et s'y maintient).

Cette rampe de tension est appliquée à l'une des deux entrées d'un comparateur, sur la seconde entrée duquel se trouve branchée une source de tension dont la valeur est caractéristique du cran (de traction, d'erre ou de freinage) actif.

Compte tenu du principe d'asservissement retenu pour le système de P.A., les temps de parcours normaux d'un segment diffèrent assez notablement suivant le cran commandé : il est donc nécessaire, pour détecter une survitesse avec suffisamment de finesse, de tenir compte de ce cran pour fixer le seuil de déclenchement de la sécurité de survitesse.

Dispositions diverses concourant à la sécurité de fonctionnement

La principale de ces dispositions consiste en un contrôle de séquences logiques de fonctionnement, ce qui explique son nom de « sécurité logique » bien que le dispositif ne soit pas une sécurité au sens où on l'entend d'habitude dans les chemins de fer.

Sécurité logique

Son déclenchement, irréversible, se traduit par la commande d'un cran de freinage élevé. Pour augmenter la probabilité de fonctionnement, cette commande s'établit simultanément :

- au niveau de la mémoire de sortie de la chaîne chronométrique;
- au niveau de commande de la ligne de train du 8^e degré de freinage (F8) pour un train en comportant 10 (F10).

Elle entre en action lorsque l'une quelconque des trois conditions suivantes est remplie :

- lâcher, par l'agent à bord, du bouton « départ » moins de 10 s après le premier instant d'appui;
- perte de l'information de présence d'un courant correct dans le câble du programme de marche;
- déclenchement de la sécurité dynamique de survitesse.

La dernière condition ne constitue pas en elle-même une contribution à la sécurité; cependant, par son irréversibilité, elle verrouille encore plus efficacement celui de la sécurité dynamique.

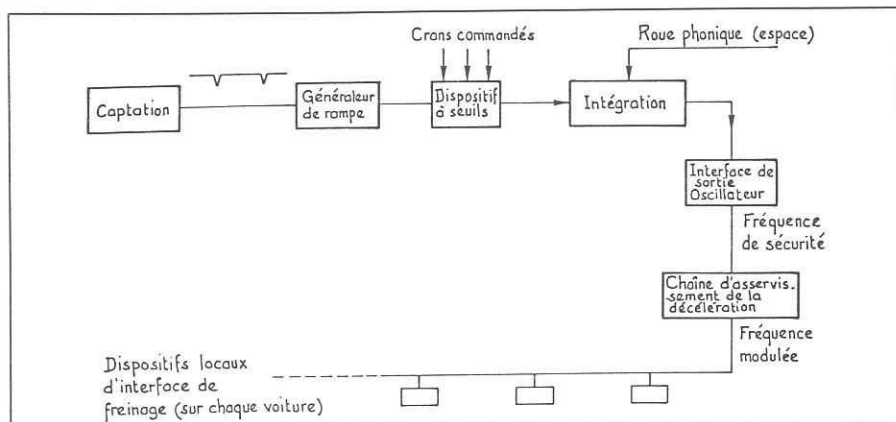
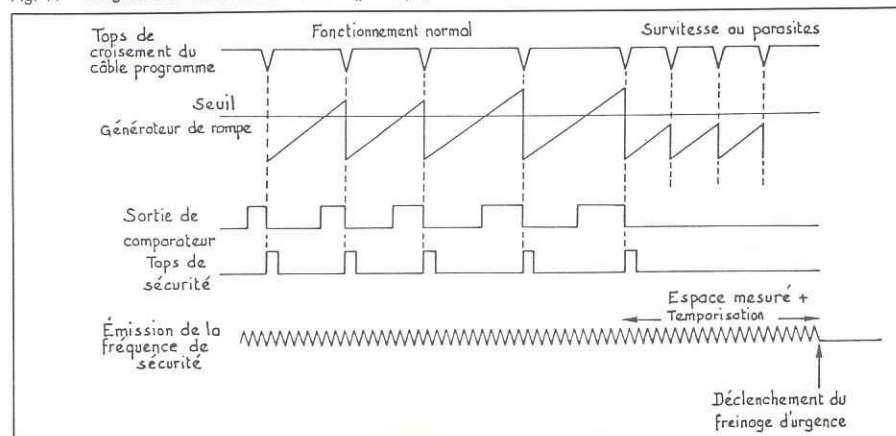


Fig. 16 - Chaîne de sécurité - schéma synoptique.

Fig. 17 - Diagrammes de fonctionnement (principe).



Départ d'une station

Tout départ étant précédé d'une arrivée commençons par cette phase.

Il y a une solution de continuité entre la fin du programme d'arrêt en station et le début du programme « vert » ou « rouge » du premier signal de l'interstation aval. Ce « trou » d'environ 3 à 4 m, entraînant une absence d'information de présence de courant, conduit au bout de 0,5 s au déclenchement de la « sécurité logique » appliquant le cran de freinage F 8 S (pour le distinguer du cran F 8 appelé par le programme de marche).

Une seconde et demi environ après, la sécurité dynamique se déclenche à son tour, n'ayant plus détecté de fin de segment.

Lorsque le signal de sortie de la station passe au « vert », il entraîne l'alimentation d'un petit programme spécial ne portant pas le signal d'autorisation de marche mais un signal caractéristique, de façon à recouvrir le « trou » entre les deux extrémités des programmes d'arrêt et de départ.

Le rôle de ce programme (de défreinage) est double. D'une part, il va permettre au train de quitter la station et d'autre part, il va diminuer l'efficacité du cran de freinage d'immobilisation, de F 8 à F 4. Les stations étant horizontales, le maintien d'un cran de freinage élevé est inutile; il serait de plus la cause, pendant le démarrage, de la fourniture par les moteurs d'un effort anormal par suite du temps nécessaire au relâchement des freins à partir d'un cran élevé.

Deux secondes après avoir été reçue, l'information « défreinage » éjecte le cran de freinage F 8 S et le remplace par F 4. Elle autorise de plus le réarmement de la sécurité dynamique qui sera maintenue armée pendant 3 secondes après l'instant de départ.

L'agent à bord, ayant d'abord procédé à la fermeture des portes (un circuit spécial vérifie qu'elles sont effectivement fermées), maintient la pression sur le bouton « fermeture des portes et départ ». Il y a alors éjection du cran de freinage F 4 et application du cran de traction T2 entraînant la mise en mouvement du train (T2 : moteurs en série).

Tant que l'on reçoit l'information programme de défreinage, il y a interdiction de commander un cran de traction plus élevé que T2; à la perte de cette information et après avoir rencontré le premier segment du programme

de marche, il y a affichage du cran maximal de traction (il faut cependant bien noter que le dispositif automatique affiche un cran de traction mais que l'exécution de cet ordre est soumise au dispositif de chronoampèremétrie du train qui, seul, autorise, par l'intermédiaire du combinatoire de traction, le passage des différents crans).

Trois secondes après l'appui sur le bouton « fermeture-départ », le système assurant le maintien forcé de la sécurité dynamique cesse son rôle et cette dernière remplit alors le sien.

De même, dix secondes après le premier instant d'appui sur le bouton « départ », un voyant indiquant l'automatisme de l'information « départ » s'allume sur la table de conduite, ce qui autorise le conducteur à lâcher le bouton. Au cours de l'arrêt suivant, le déclenchement de la sécurité logique supprime cet automatisme. En cas de coincement du bouton « départ » les séquences de départ qui viennent d'être décrites ne pourraient avoir lieu et aucun démarrage en conduite automatique ne serait alors possible.

Démarrage en pleine voie

Le démarrage peut suivre soit un arrêt normal devant un feu de signalisation, soit un arrêt entraîné par le fonctionnement d'une sécurité.

Dans les deux cas, la seule différence avec un départ en station est l'absence de câble de défreinage. Cela se traduit par le maintien du cran de freinage F 8, ce qui autorise un déroulement de séquence identique à celle déjà décrite. On a préféré conserver ce cran de freinage élevé durant toute l'immobilisation du train pour éviter toute dérive

dans les pentes à 40‰. Ces arrêts étant bien moins fréquents que ceux se produisant en station, on a accepté que les moteurs fournissent au départ un effort de traction alors que les freins ne sont pas encore complètement libérés.

Réalisation pratique

La disposition sur le train des différents organes du système de P.A. est représentée sur la figure 18 ci-après.

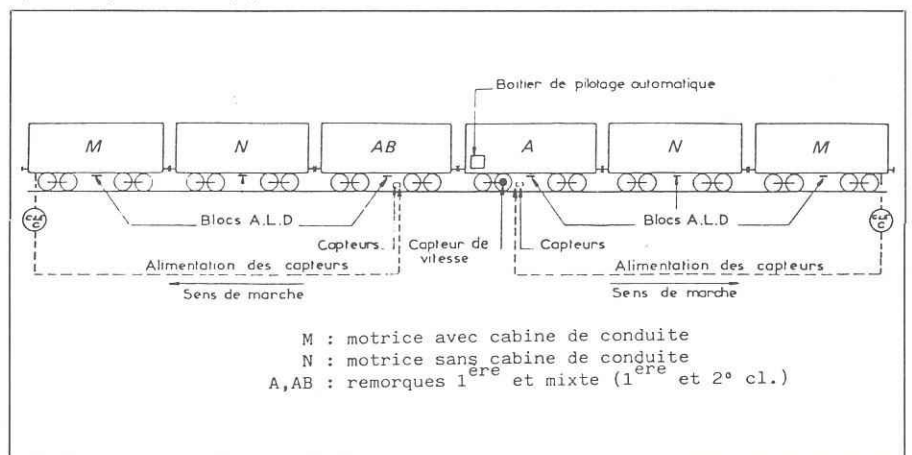
Le dispositif électronique est réalisé avec des composants actifs intégralement à semi-conducteurs (discrets ou intégrés). Il se présente sous la forme d'un boîtier en fonderie de précision, de dimensions 395 × 425 × 170 mm (voir figures 19).

Le boîtier regroupe toutes les cartes imprimées correspondant :

- au traitement de la captation;
 - à la mesure des temps de parcours et aux organes de décision;
 - au décodage et aux interfaces avec les lignes de train;
 - à la chaîne de sécurité dynamique et aux diverses autres « sécurités »;
 - à l'alimentation des divers circuits à partir de la tension de la batterie de bord;
- et tous les circuits concernant l'asservissement de la décélération.

Il prend place dans un coffre de protection, de dimensions 750 × 420 × 230 mm placé sous une banquette de la voiture de 1^{re} classe (voir figure 20).

Fig. 18 - Disposition des équipements sur le matériel roulant MP59.



Les organes de captation sont constitués par deux groupes de deux capteurs de pilotage; il y a un groupe par sens de marche. Chaque groupe est monté sur une barre métallique, liée à un bogie de la voiture de première classe pour un sens de marche et liée à l'autre bogie pour l'autre sens de marche. La sélection du groupe de capteurs s'effectue directement par positionnement dans la loge de conduite de tête, du commutateur général de conduite sur la position P.A. (pilotage automatique). En cabine de conduite également, et sur la table de conduite, deux

voyants, intégrés au boîtier de signalisation, renseignent l'agent à bord sur les deux anomalies principales pouvant survenir au système de pilotage automatique ;

— le premier voyant (programme non alimenté) s'allume lorsqu'on ne reçoit à bord aucune information de présence de courant dans le programme.

— le second voyant (pilote non disponible) s'allume si, le train étant à l'arrêt, l'action sur le bouton « départ » ne se traduit pas par l'application du premier cran de traction (T2);

— un troisième voyant placé directe-

ment sur la table de conduite s'allume dix secondes après le « départ » ce qui indique à l'agent qu'il peut cesser de presser sur le bouton « fermeture-départ ».

Enfin, chaque voiture reçoit un module électronique qui est un amplificateur local de défreinage (ALD) assurant la commande des électrovalves modérables de défreinage à partir des informations transmises par le système d'asservissement de la décélération.

Les différents ensembles ou sous-ensembles de pilotage automatique sont rigoureusement interchangeables d'un train à l'autre, et les différentes cartes imprimées le sont également d'un pilote à l'autre, ce qui contribue à diminuer notablement la durée moyenne d'immobilisation en cas de panne.

Ci-contre :

Fig. 19 A - Boîtier P.A. (ensemble).

Ci-dessous :

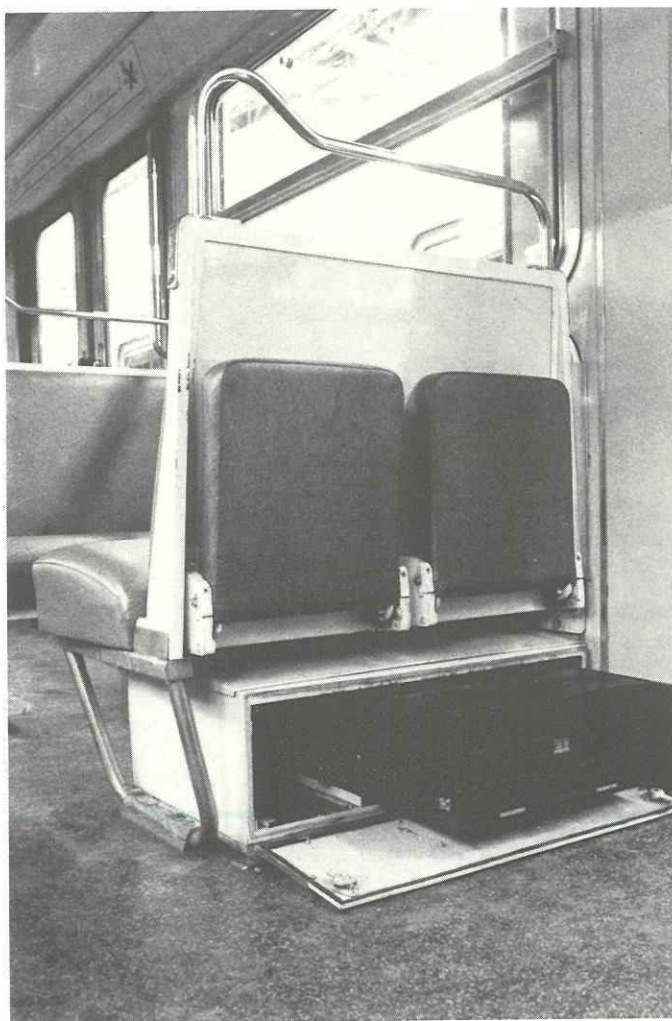
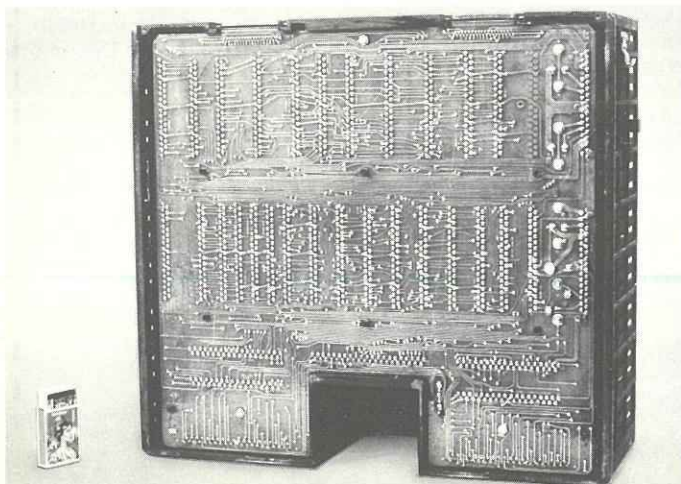
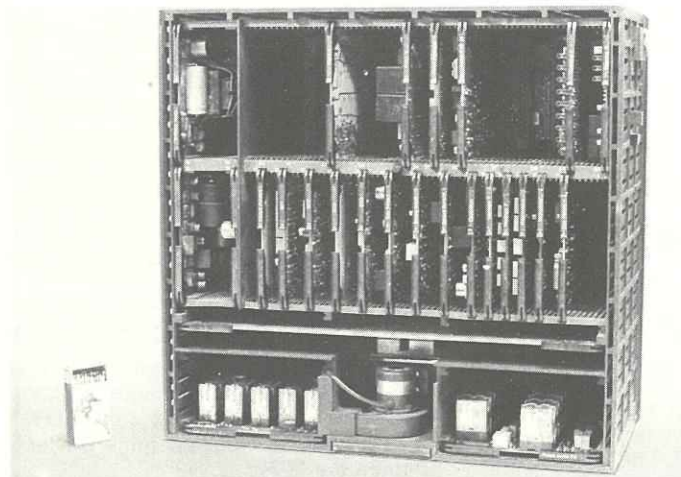
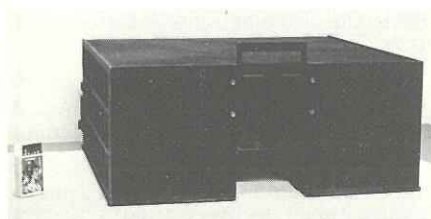
Fig. 19 B - Boîtier P.A. (vue de dessus).

En bas, à gauche :

Fig. 19 C - Boîtier P.A. (vue de dessous).

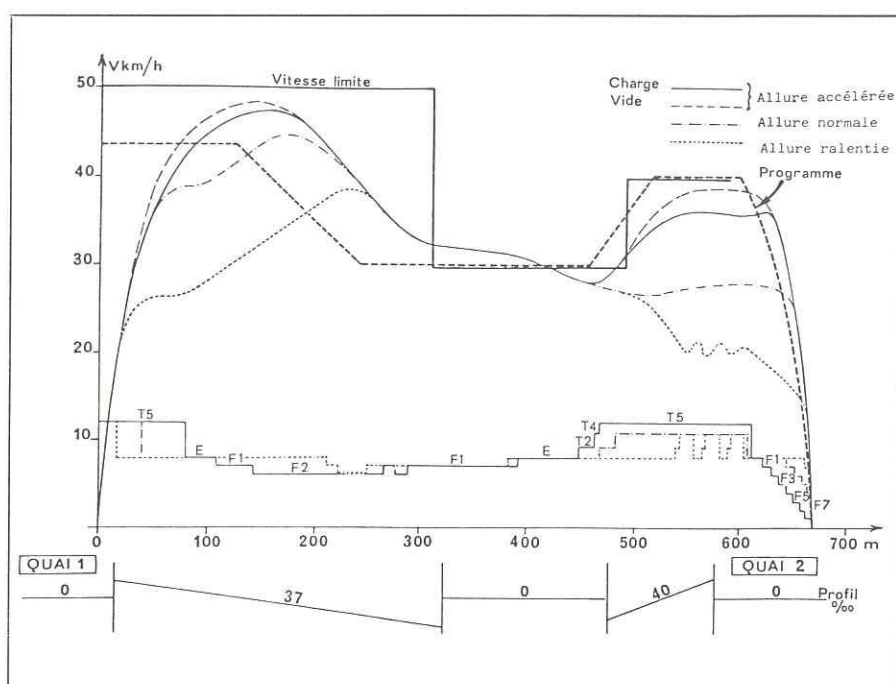
En bas, à droite :

Fig. 20 - Coffre du boîtier P.A. sous banquette.



Exemple de marches en P.A.

(figure 21)



Maintenance du dispositif de P.A.

On entend par « signallement » une anomalie de fonctionnement normalement non contraire à la sécurité. Elle peut être fugitive (arrêt intempestif) ou durable (impossibilité de départ d'une station ou de marche en P.A. d'un train).

Actuellement, pour près de 800 000 interstations parcourues en P.A. par semaine, le taux de signallements est voisin de 0,5‰; il est sensiblement meilleur pour la nouvelle génération technologique à 135 kHz. Les défauts de fonctionnement peuvent nécessiter la reprise en conduite manuelle; le taux de conduite manuelle, à l'exclusion des circonstances étrangères au système (travaux de voie par exemple) est inférieur à 5‰.

Cette disponibilité est sans doute la meilleure que nous puissions obtenir

avec les méthodes actuelles de dépannage qui ont été élaborées avec le souci de mettre en application une organisation fonctionnelle. Les interventions sont effectuées suivant des procédures préétablies et avec un respect strict de toutes les règles édictées.

Nous nous sommes aperçus qu'avec ces méthodes traditionnelles, il est très difficile d'améliorer le degré de disponibilité auquel nous sommes parvenus. En conséquence nous étudions actuellement l'automatisation de la maintenance tant au plan préventif qu'au plan curatif. Ainsi, nous espérons abaisser le taux de signallements à 0,3‰ interstations parcourues, en 1978.

Comme on l'a vu plus haut, le dispositif de pilotage automatique qui vient d'être décrit, est en passe d'équiper avant un an la quasi-totalité du réseau de métro de la RATP. Il convient de noter qu'il a également été adopté par les métros de Mexico, de Santiago du Chili et de Rio de Janeiro avec quelques variantes.

Choix bibliographique

1. « Mise au point d'un système de conduite automatique des trains sur le réseau du métro de Paris » par L. GUIEYSSE - Nouvelles techniques, Zurich, A4 - 1967.
2. « L'automatisation de l'exploitation du métropolitain » par J. LEROY, D. SUTTON, J. MAJOU et L. GUIEYSSE - Brochure IT 134-69 - Mars 1969 - Revue générale de l'électricité - février 1969, t. 78, n° 2.
3. « Quelques aspects théoriques du pilotage automatique » par E. DACLIN et M. BLANCHARD - Revue « Automatisation », n° 5 - Mai 1970.
4. « Pilotage automatique sur le réseau métropolitain de Paris » par J.P. PERLIN - Revue « Automatisation », n° 5 - Mai 1970.
5. « L'automatisation du mouvement et du contrôle de la circulation des trains du métro de Paris » par J. STABLO - Revue « Sciences, Progrès, Découvertes » - Février 1972.
6. « La conduite automatique des rames de métro - Conceptions et réalisations françaises et étrangères » par G. BESACIER et J. STABLO - Communication de la journée AFCET sur le pilotage automatique - 23 mars 1972.
7. « Les dernières réalisations de la RATP en matière de pilotage automatique » par J. STABLO et J. LEROY - Revue générale des chemins de fer - Septembre 1972.
8. « Les systèmes de conduite automatique des rames de métro et les problèmes de fiabilité » par C. VENARD - Bulletin de l'AFCIQ, Vol. IX - Décembre 1973.



Le prolongement de la ligne n° 13 bis de la Porte de Clichy à Asnières-Gennevilliers

Historique du projet

On appelle ligne n° 13 bis, l'antenne de la ligne n° 13, « Châtillon-Montrouge - Saint-Denis-Basilique », qui se détache à la station « La Fourche » et aboutit à la porte de Clichy.

L'idée de prolonger la ligne n° 13 bis au-delà de la porte de Clichy est très ancienne.

Le plan d'extension du métro en banlieue établi en 1929 prévoyait déjà son prolongement jusqu'au pont de Clichy.

Le plan ferroviaire de 1935 envisageait un prolongement plus important, jusqu'au Petit Gennevilliers, quartier situé à proximité du pont d'Argenteuil.

La guerre de 1940-1945 et ses séquelles empêchèrent de passer à la réalisation.

En 1965, le programme duodécennal reprenait le projet. Cependant, le premier schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne établi à la même époque orientait les esprits vers d'autres perspectives. Axé sur les grandes liaisons régionales, il prévoyait — en plus de la ligne Est-Ouest en cours d'achèvement actuellement avec la jonction « Auber-Nation » — deux lignes régionales Nord-Sud, l'une à l'Est réalisant dans Paris la jonction « Gare du Nord-Gare de Lyon » et desservant en banlieue le pôle de Roissy au Nord et ceux d'Orly et d'Évry au Sud, l'autre à l'Ouest reliant de même les pôles de Cergy-Pontoise au Nord et de Saint-Quentin-en-Yvelines au Sud via Auber et Montparnasse. Cette dernière, qui nécessitait la construction d'un tunnel à grand gabarit entièrement nouveau entre Montparnasse-Auber et la porte Pouchet, reprenait, au-delà, la ligne SNCF « Paris Nord-Ermont » via Gennevilliers dite ligne « des docks », et la perspective de cette nouvelle desserte allait faire reculer pour un temps l'idée plus modeste d'un prolongement du métro urbain vers Gennevilliers.

Mais il apparaissait bientôt que ces projets dépassaient les possibilités financières en raison du coût élevé de construction des tunnels à grand gabarit dans Paris. Dès la préparation du VI^e Plan, on s'orienta vers une conception plus économique du réseau régional, dans laquelle les deux lignes Nord-Sud à l'Est et à l'Ouest seraient remplacées par une ligne axiale unique, obtenue en prolongeant la ligne de Sceaux dans un premier temps au Châtelet et dans un deuxième temps à la gare du Nord. Cette conception était bientôt valorisée par l'idée de l'interconnexion avec les banlieues Nord et Sud-Est de la SNCF, permettant de rentabiliser au maximum les investissements consentis dans Paris pour les deux lignes régionales Est-Ouest et Nord-Sud.

En complément de cette nouvelle conception, apparaissait alors l'idée de créer dans l'Ouest de Paris une ligne régionale à petit gabarit obtenue en réalisant la jonction des lignes 13 et 14 entre Saint-Lazare et les Invalides, et en prolongeant cette nouvelle ligne très profondément en banlieue, au Nord au-delà du carrefour Pleyel vers Saint-Denis et Stains, puis vers le Nord-Ouest jusqu'à Cygne d'Enghien, au Sud au-delà de la porte de Vanves vers Châtillon, Clamart et Vélizy.

Dès lors, revenait à l'ordre du jour l'idée de prolonger vers Clichy et Gennevilliers la ligne 13 bis, qui constituerait un affluent de cette grande transversale Nord-Sud à petit gabarit.

En 1969, la RATP établissait donc un avant-projet pour ce prolongement. Cependant, du fait du projet très ambitieux de prolongement de la ligne 13 vers le Nord-Nord-Ouest, les études faisaient ressortir un déséquilibre de trafic très important entre ce prolongement long de la ligne 13 et le prolongement court de la ligne 13 bis, en même temps qu'une charge excessive sur le tronçon commun de La Fourche à Saint-Lazare, ce qui conduisait à prévoir le débranchement de la ligne 13 bis à La Fourche et son prolongement dans Paris jusqu'à la place de Clichy où elle serait en correspondance à la fois avec les lignes 2 et 13.

L'avant-projet établi dans ces conditions comportait trois parties :

- débranchement de la ligne et prolongement dans Paris jusqu'à un nouveau terminus à la place de Clichy, nécessitant la construction d'un nouveau souterrain de 1 200 m de Brochant à la place de Clichy;
- prolongement en banlieue de la porte de Clichy à Asnières-Place Voltaire suivant un tracé entièrement souterrain avec franchissement de la Seine par un ouvrage sous-fluvial;
- prolongement au-delà d'Asnières-Place Voltaire selon un tracé en tranchée couverte rejoignant et suivant le boulevard intercommunal projeté dans le prolongement du pont de Clichy jusqu'au port de Gennevilliers.

Seule était proposée dans un premier temps la réalisation des deux premières opérations — création d'une ligne autonome Place de Clichy-Asnières (Place Voltaire), dont le coût était estimé à 392 millions de F (TTC en F 1969) dont 286 millions de F pour le prolongement en banlieue et 106 pour le branchement et le prolongement dans Paris*.

Cet avant-projet était approuvé par le Conseil d'administration de la Régie le 10 janvier 1969 et pris en considération par le Syndicat des transports parisiens le 6 novembre 1969.

Mais l'opération apparaissait très coûteuse et alors que la jonction entre les lignes 13 et 14, le prolongement de la ligne 13 jusqu'à Saint-Denis, et celui de la ligne 14 jusqu'à Châtillon-sous-Bagneux étaient retenus pour le VI^e Plan et que la réalisation de ces projets était bientôt engagée, la décision de réaliser le prolongement de la ligne 13 bis était différée et il était envisagé de rechercher d'autres solutions faisant appel à des modes nouveaux de transport.

Cependant, des éléments nouveaux allaient intervenir à partir de 1972.

Tout d'abord, dans le cadre des études à long terme menées par le

* Réestimés aux conditions économiques actuelles, ces montants deviendront respectivement 940, 689 et 255 millions de F.

Service régional de l'équipement en étroite liaison avec la SNCF et la RATP, il apparaissait bientôt inutile d'envisager un prolongement de la ligne 13 au-delà de Stains vers le Nord-Ouest, ce secteur étant bien desservi par les lignes SNCF de Pontoise et Valmondois.

D'autre part, les progrès réalisés à la Régie dans l'étude de nouveaux systèmes de signalisation permettaient d'envisager dans un délai raisonnable de réduire les intervalles entre trains jusqu'à 80 secondes, alors qu'en 1969 on ne prévoyait pas d'intervalle inférieur à 100 secondes.

Ces deux faits nouveaux conjugués permettaient d'envisager que le prolongement de la ligne 13 bis se fasse sans débranchement, le rééquilibrage du trafic entre les deux branches et le resserrement des intervalles sur le tronçon commun permettant de conserver une exploitation en fourche.

Enfin, les projets de voirie ayant évolué, il apparaissait possible d'envisager un franchissement aérien de la Seine, combiné avec le nouveau pont prévu par les services de l'équipement, à la place du franchissement sous-fluvial prévu en 1969.

L'idée était alors reprise sur ces nouvelles bases permettant d'escompter une réduction considérable du coût de l'opération et de prévoir enfin sa programmation effective, et un «schéma de principe» de l'opération était soumis au Syndicat des transports parisiens qui le prenait en considération le 4 juillet 1974.

Le schéma de principe de 1974

Le secteur urbain de Clichy-Asnières-Gennevilliers

Le secteur urbain dans lequel se développe la nouvelle ligne est limité par la ville de Paris, les deux lignes de chemin de fer desservant Argenteuil et

Ermont via Gennevilliers et la Seine. Il englobe une importante partie des communes de Clichy, d'Asnières et de Gennevilliers, et une fraction des communes de Colombes et Bois-Colombes.

Entièrement compris dans la plaine alluviale de la Seine, il ne comporte aucun accident naturel.

L'urbanisation du secteur se présente sous la forme d'une imbrication de pavillons, d'immeubles anciens, de grands ensembles, d'usines et d'entrepôts.

L'habitat collectif continu haut du type haussmanien prédomine dans le centre de Clichy et à Asnières près de la Seine et dans le centre ancien, tandis qu'on trouve des groupes d'habitat collectif continu bas autour des gares de la ligne d'Argenteuil. Sur le reste du secteur, le tissu urbain est de type mixte avec un mélange intime de petits pavillons et de quelques immeubles collectifs. Enfin un habitat collectif moderne s'est créé et continue de se développer dans le cadre de zones d'aménagement concerté. Les noyaux les plus importants sont constitués par la ZAC du Luth au Nord de Gennevilliers, devant comporter à terme 4 000 logements, et par l'opération de rénovation de la rue Martre à Clichy.

Les zones industrielles se situent essentiellement à l'Est du secteur, le long de la ligne des docks (ligne d'Ermont via Gennevilliers) et au Nord, où se trouve le port de Gennevilliers.

Populations et emplois

Malgré l'importance de constructions nouvelles modernes dans Gennevilliers,

la densité de population reste la plus forte dans la zone d'habitat collectif continu, c'est-à-dire à Clichy et dans la partie d'Asnières située au bord de la Seine (densité moyenne 300 habitants à l'hectare). Les densités s'accroissent ensuite lorsqu'on s'éloigne de Paris tout en restant fortes dans les zones urbanisées.

L'axe de la rue Martre dans Clichy, près du boulevard intercommunal, à la limite d'Asnières et Gennevilliers, apparaît nettement comme l'axe d'urbanisation du secteur.

Le tableau suivant précise l'évolution de la population et des emplois dans les trois communes directement concernées.

Malgré l'équilibre réalisé entre actifs et emplois, plus de 60 % des emplois sont occupés dans chaque commune par des actifs résidant hors de cette commune et plus de 60 % des actifs de chaque commune vont travailler dans une autre commune.

En 1985 on a estimé que 50 % des actifs du secteur travailleraient dans le secteur et que plus de 25 %, soit 25 000 résidents travailleraient à Paris.

Moyens de transport

La voirie du secteur a une capacité limitée et est mal structurée. Mais d'importantes améliorations sont en cours : la construction de l'autoroute de rocade A 86 au Nord du secteur, celle de l'autoroute radiale A 15 à l'Est du secteur et celle du boulevard intercommunal dans le prolongement de la rue Martre à Clichy et du pont de Clichy.

Communes	Population		Actifs		Emplois	
	1968	1985	1968	1985	1969	1985
Clichy	52 500	59 000	29 300	33 000	31 500	31 500
Asnières	80 000	79 500	39 800	42 000	33 100	38 000
Gennevilliers	46 000	60 000	24 700	33 000	34 400	37 000
Total 1968 :	178 500		93 800		99 000	
Total 1985 :		198 500		108 000		106 500

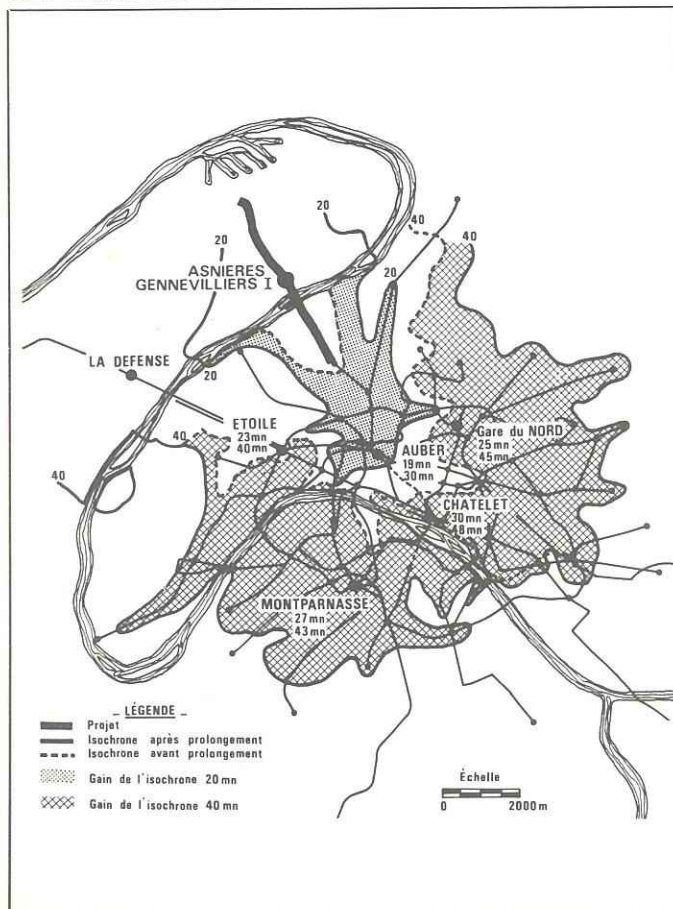
Le réseau d'autobus dans le secteur est très dense. Il comprend cinq radiales aux fréquences élevées et quatre rocades.

Deux lignes SNCF desservent les franges Est et Ouest du secteur, mais leur trafic est très inégal, celui de la ligne d'Argenteuil, à l'Ouest, étant 30 fois plus élevé que celui de la ligne des docks à l'Est.

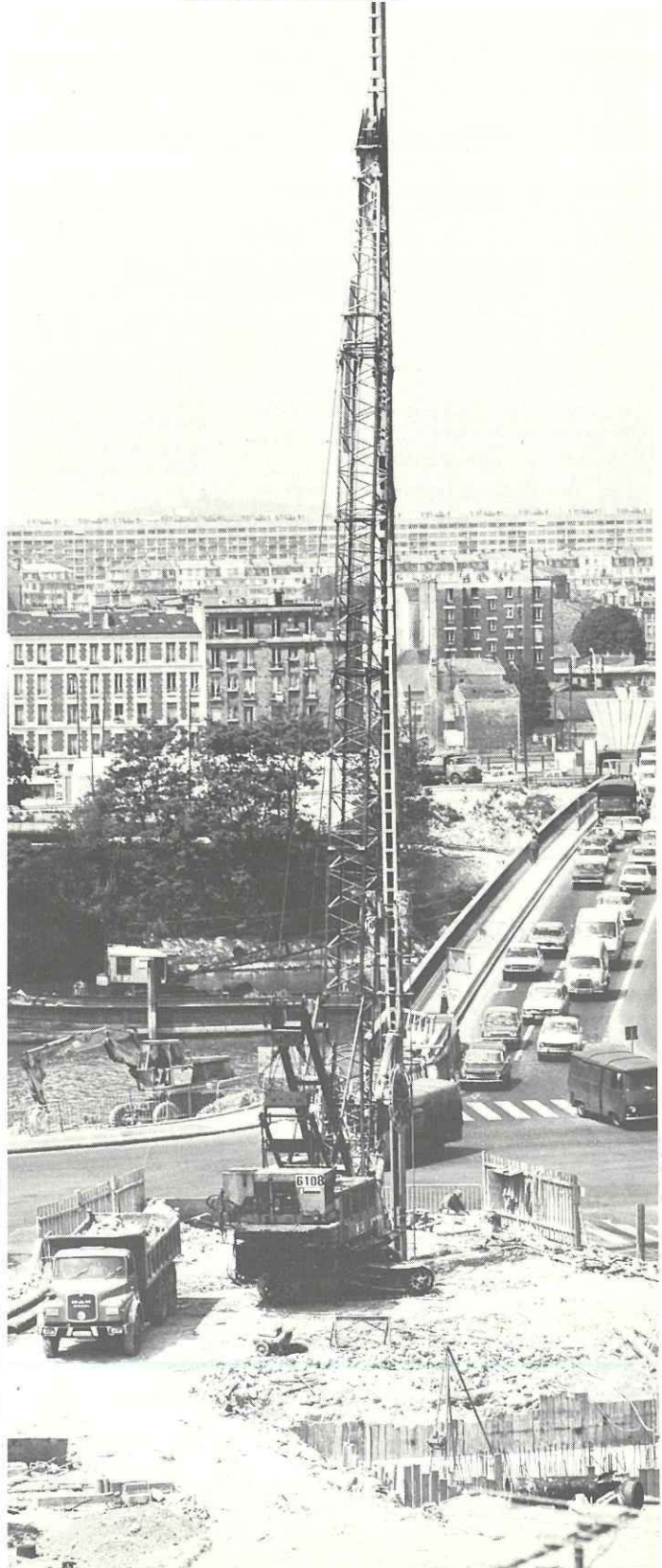
En résumé, on estime qu'à l'heure de pointe du soir, 12 500 personnes entrent dans le secteur en venant de Paris.

- 2 500 en automobile;
- 6 500 par la SNCF;
- 2 500 par le métro « Porte de Clichy », achevant un trajet en autobus;
- 1 000 par d'autres moyens.

Carte des gains d'accessibilité à Paris.



Travaux à la Porte de Clichy.



Orientation générale du tracé de la ligne de métro

La simple considération de la carte des densités et des zones d'influence des stations SNCF montrait que, pour maximiser la population desservie et éviter les doubles emplois avec les dessertes SNCF existantes, la ligne devait être orientée sensiblement dans l'axe du secteur considéré, et en tout cas passer dans le centre de Clichy et aborder la rive gauche de la Seine dans la zone de la place Voltaire.

Les percées utilisables étaient en nombre réduit :

— dans Clichy, elles se limitaient à deux, le boulevard Jean Jaurès et la rue Martre : la seconde avait le double avantage de passer plus près du centre de gravité des populations à desservir et de permettre une réalisation plus facile des travaux en raison de l'élargissement récent de cette voie et du moindre encombrement du sous-sol;

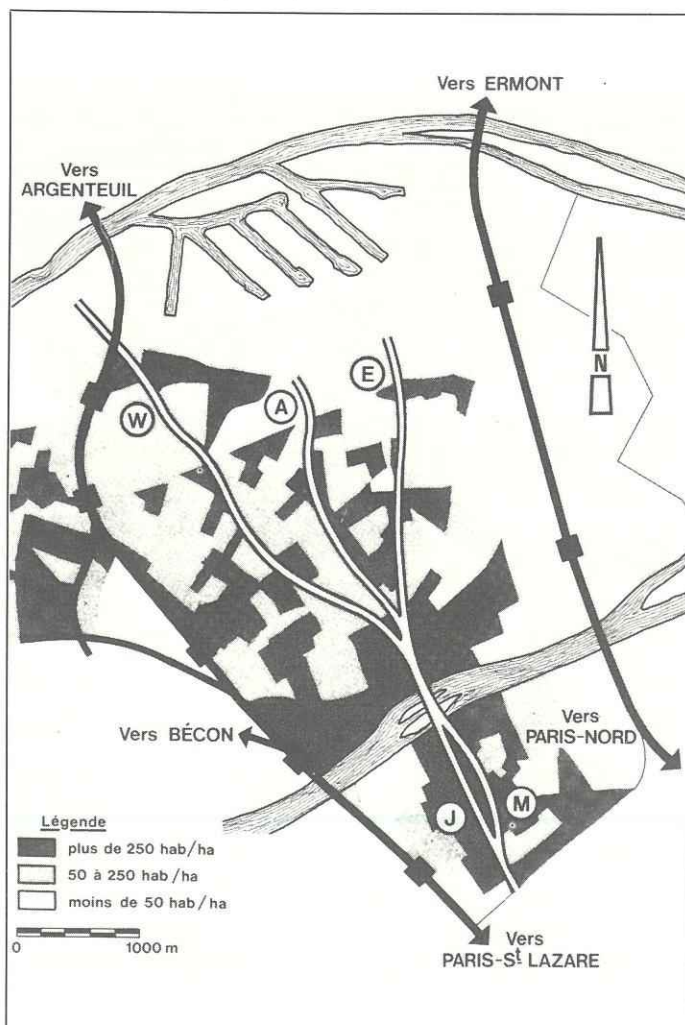
— au-delà de la Seine, trois percées pouvaient être empruntées : le boulevard Voltaire et l'avenue d'Argenteuil à l'Ouest, le boulevard intercommunal au centre, l'avenue Gabriel Péri à l'Est.

C'est le tracé axial qui a été retenu car c'est lui qui dessert le mieux les zones de rénovation des communes d'Asnières et de Gennevilliers et inter-fère le moins avec les zones déjà desservies par le chemin de fer; enfin c'est également le plus favorable pour l'exécution des travaux.

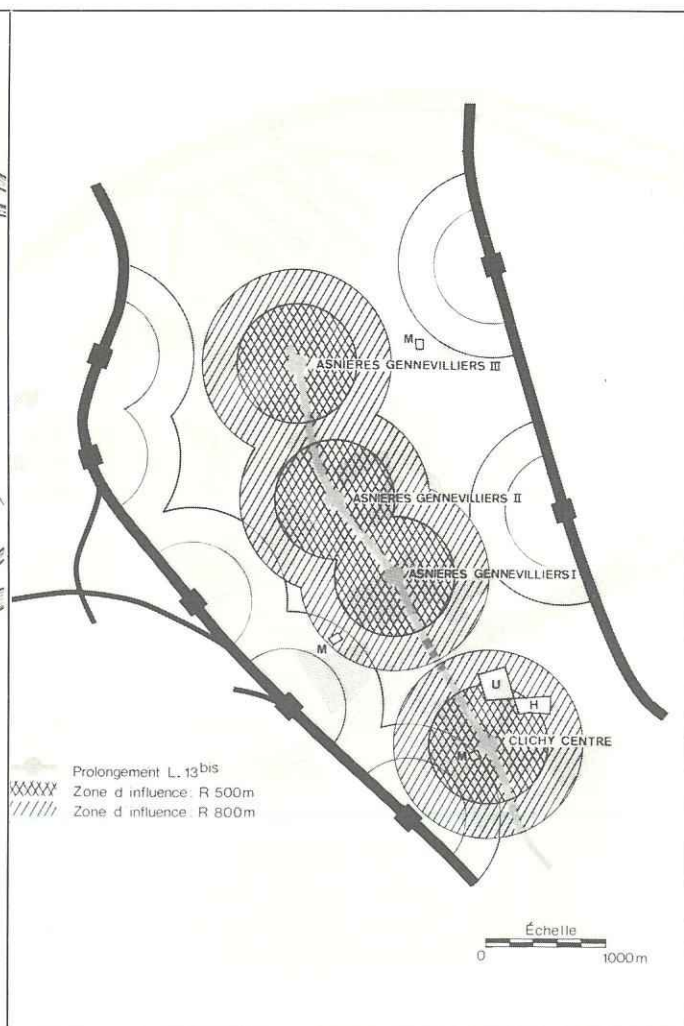
Nombre et implantation des stations

L'implantation des stations a été étudiée de manière à maximiser la population desservie, sachant que la zone d'influence directe d'une station a un rayon de 800 mètres. On a considéré également dans cette étude les possibilités d'accès pour les piétons et de rabattement des autobus, ainsi que les contraintes techniques découlant du profil de la ligne. Enfin, on a cherché aussi à limiter le nombre de stations pour éviter d'accroître inutilement les temps de trajet, le coût du projet et le coût d'exploitation.

Carte des densités et des percées possibles.



Carte des zones d'influence des stations.



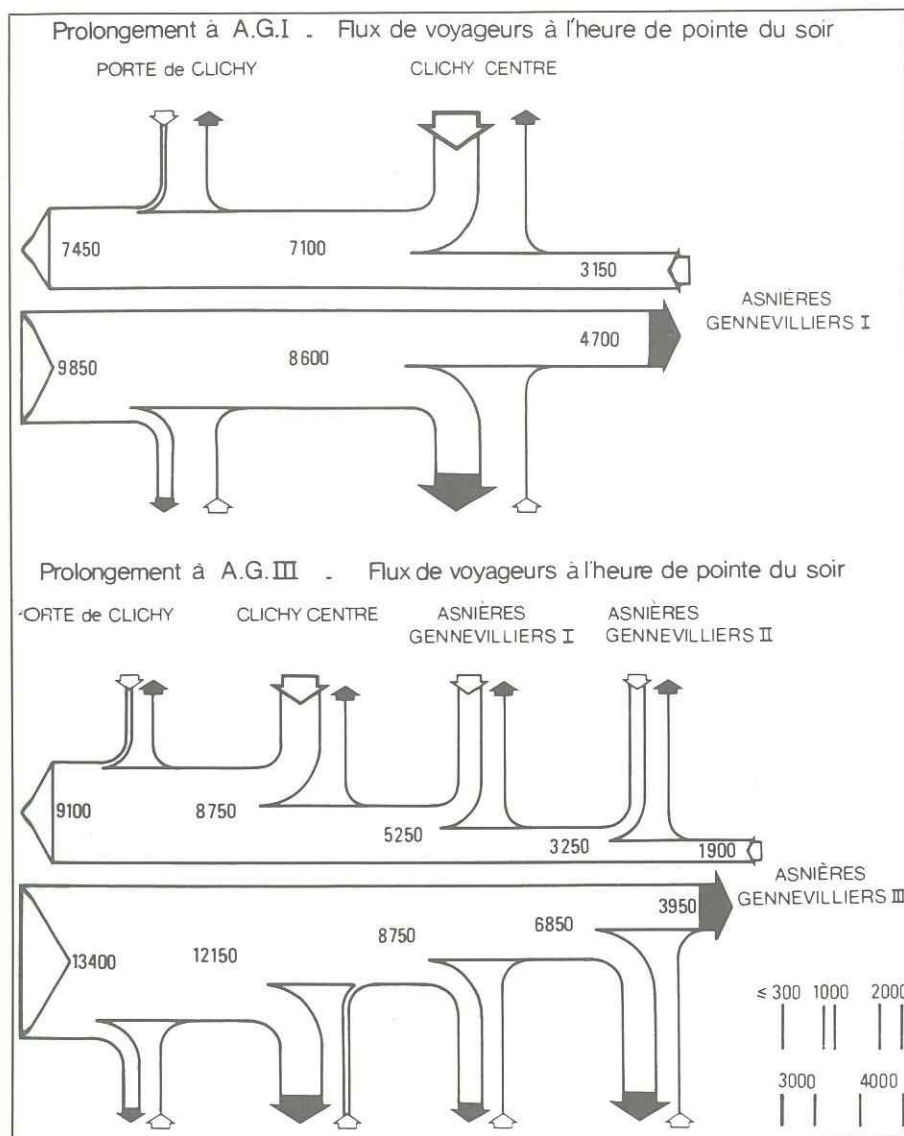


Diagramme du trafic des stations.

En définitive, le prolongement proposé comporte quatre stations, l'une au centre de Clichy qui couvre toute la zone à desservir entre le boulevard périphérique et la Seine, les trois autres au voisinage du croisement du boulevard intercommunal d'Asnières et de

Gennevilliers avec l'avenue Gabriel Péri, la rue Louis Calmel (CD 11) et la route nationale 186. Les populations directement desservies dans ces conditions seraient :

Stations	Population desservie dans un rayon de 800 m
Clichy-Centre	44 900
Asnières Gennevilliers I	33 500
Asnières Gennevilliers II	29 500
Asnières Gennevilliers III	25 600
	133 500

Profil en long

La première partie du tracé devant obligatoirement être souterraine, deux problèmes majeurs se posaient pour le profil en long, celui du franchissement de la Seine et le type de combinaison à réaliser dans la traversée de Gennevilliers entre les ouvrages de la ligne et ceux du boulevard intercommunal.

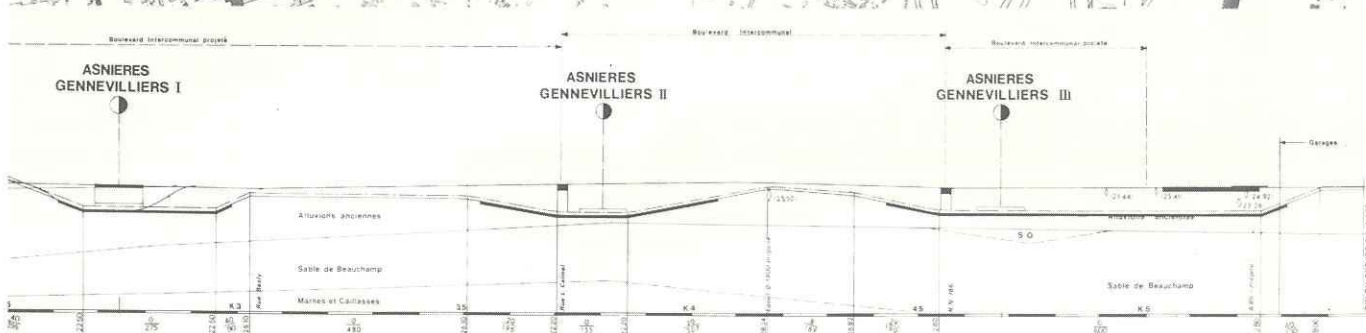
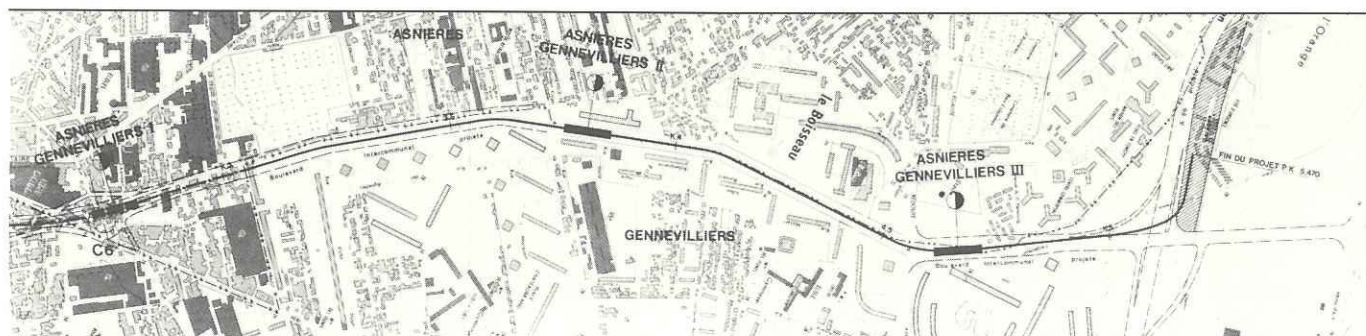
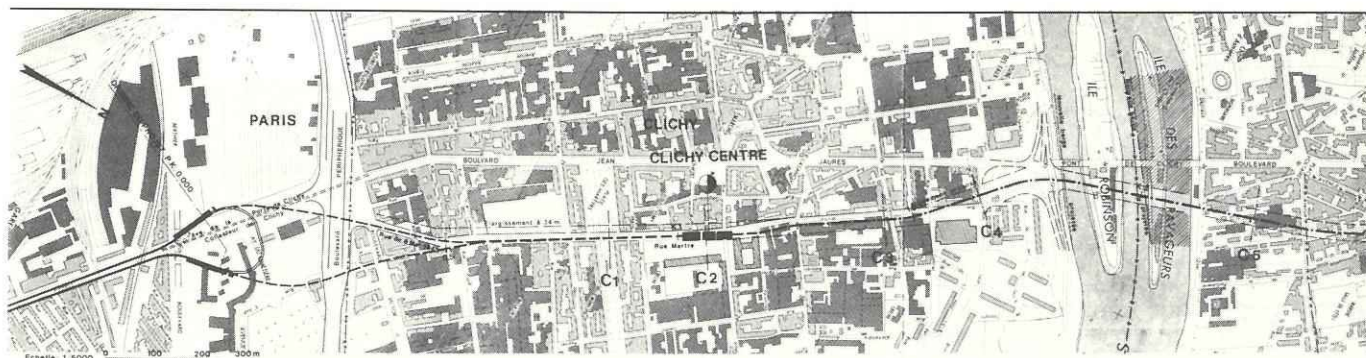
Dans le cas d'un franchissement sous-fluvial, le tracé restait entièrement souterrain dans Clichy et immédiatement au-delà de la Seine dans Asnières; c'était la solution prévue dans le projet de 1969. Dans le cas d'un franchissement aérien, il avait paru utile de combiner l'infrastructure du métro avec celle du boulevard intercommunal. En établissant la ligne en viaduc dans l'axe du nouveau pont routier, entre les deux chaussées, on réalise une disposition qui peut se prolonger au-delà, la ligne bénéficiant alors pleinement de la nouvelle percée offerte par la voirie dans Asnières. De nombreuses variantes ont été étudiées et les pouvoirs publics ont retenu en définitive une traversée aérienne de la Seine nettement plus économique, le surcoût de la solution sous-fluviale, exprimé en francs du 1^{er} janvier 1973, atteignant 90 millions de F, soit 160 millions de F d'aujourd'hui.

En ce qui concerne la combinaison métro-voirie, le long du boulevard intercommunal, de nombreuses variantes ont été étudiées. Sans conclure définitivement, le schéma de principe prévoyait d'implanter la ligne en tranchée ouverte, entre les deux chaussées, dans l'axe de la voie routière, comme le montrent le plan et le profil de la figure page 24.

Par la suite, répondant au vœu du Syndicat des transports parisiens, la Régie a poussé ses études relatives à l'implantation du métro le long du boulevard intercommunal et a estimé économiquement possible de retenir un tracé en tranchée couverte.

La longueur des ouvrages atteignait 5,5 km, y compris les ouvrages situés au-delà du terminus.

l'actualité dans les transports parisiens



Plan et profil du schéma de principe jusqu'à l'AG III

Les distances approximatives entre stations étaient les suivantes :

Porte de Clichy	1 060 m
Clichy-Centre	1 680 m
Asnières-Gennevilliers I	1 060 m
Asnières-Gennevilliers II	880 m
Asnières-Gennevilliers III	

Ce projet était susceptible d'être réalisé en deux phases, la première comportait la construction de la ligne jusqu'à la station « Asnières-Gennevilliers I ».

Organisation des rabattements d'autobus

Lorsque la ligne 13 bis sera mise en service jusqu'à Asnières-Gennevilliers I, il est envisagé de rabattre sur ce nouveau terminus sept lignes d'autobus : — les lignes 139, 140 et 177 auront leur terminus reporté de la porte de Clichy à Asnières-Gennevilliers I ; — la ligne 135 aura son terminus reporté du pont de Levallois à Asnières-Gennevilliers I ; — la ligne 54 sera prolongée du pont de Clichy à Asnières-Gennevilliers I ; — la ligne 175 et la navette HB enfin, auront leur terminus déplacé de la place Voltaire pour être rapproché de Asnières-Gennevilliers I.

Lorsque la ligne 13 bis sera mise en service jusqu'à Asnières-Gennevilliers III, l'organisation réalisée dans l'étape précédente ne sera pas modifiée sensiblement.

Cette organisation restera centrée sur Asnières-Gennevilliers I car le terminus « Asnières-Gennevilliers III » est coupé de la grande banlieue par la barrière constituée par la Seine et le port de Gennevilliers.

Cependant la ligne 135 verra son terminus « Asnières-Gennevilliers I » reporté sur Asnières-Gennevilliers III. De plus sera créée une nouvelle ligne assurant la desserte du port de Gennevilliers à partir du terminus du métro ; cette ligne pourra se substituer à la ligne 208. Éventuellement la desserte de Saint-Gratien pourra être assurée à partir de Asnières-Gennevilliers III.

Les schémas décrits ci-dessus n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne pourront en effet être précisés qu'au terme de l'étude de restructuration du réseau d'autobus de l'ensemble du département des Hauts-de-Seine.

Tarification

En application des règles actuelles, la station « Clichy-Centre » située à moins d'un kilomètre de la limite de Paris bénéficiera du tarif urbain. Au-delà, les stations « Asnières-Gennevilliers I, II, III », situées à une distance comprise entre 2 et 5 kilomètres des portes de Paris, se trouveront dans la première section de tarification banlieue.

Prévisions de trafic

A l'heure de pointe du soir, le trafic dans la première interstation du prolongement atteindra 12 150 voyageurs en direction de la banlieue et 8 750 voyageurs en direction de Paris. Le trafic annuel du prolongement sera d'environ 35 millions de voyageurs dont 28 millions seront des voyageurs nouveaux.

La carte page 21 indique les gains d'accessibilité à Paris depuis Asnières-Gennevilliers I et montre l'importance des gains de temps pour les voyageurs de cette station.

Exploitation

La ligne n° 13 bis constitue une branche de la ligne n° 13, l'autre branche étant constituée par la section « La Fourche - Saint-Denis Basilique ».

Le trafic prévisible à terme sur les deux branches et sur la partie la plus chargée du tronçon commun atteindra à l'heure de pointe les valeurs suivantes : — ligne 13 bis, section « La Fourche-Brochant » : 15 000 voyageurs ; — ligne 13, section « La Fourche-Guy Mocquet » : 17 000 voyageurs ; — tronçon commun « La Fourche-Place de Clichy » : 33 800 voyageurs.

Le trafic sur le tronçon commun reste dans la limite de la capacité d'une ligne de métro exploitée à intervalles réduits ; d'autre part, le trafic des deux branches est équilibré.

Le schéma de principe prévoit donc que l'exploitation en fourche se fera en envoyant alternativement un train sur deux sur chaque branche. Si les trafics atteignaient les valeurs ci-dessus, le taux de charge, tout en restant inférieur à 6 voyageurs/m² dans l'interstation la plus chargée, serait nettement supérieur à l'objectif de 4 voyageurs/m² que s'est fixé la Régie. L'allongement des trains à 7 voitures serait alors nécessaire pour réduire le taux de charge. Dans cette optique, les stations du prolongement sont construites pour permettre de recevoir des trains de 7 voitures.

Coûts et bilans financiers

Le coût de la construction de la ligne de porte de Clichy à l'extrémité du cul-de-sac du terminus « Asnières-Gennevilliers III » était estimé à 290 millions de F hors taxe aux conditions économiques du 1^{er} janvier 1973, dont 210 millions pour la partie de ligne allant jusqu'à Asnières-Gennevilliers I.

Réactualisés au 1^{er} janvier 1977 en fonction de la variation des index TP 34 et TP 01, ces coûts atteindront respectivement 516 et 374 millions de F.

Le bilan de l'opération pour la Régie sera positif, puisqu'il se traduira par un bénéfice annuel de 7,4 millions de F 1973 ; le taux de rentabilité immédiate pour la collectivité atteint 18 % et le taux de rentabilité interne 25 %.

L'opération est donc pleinement justifiée sur le plan économique.

Évolution du projet

Le schéma de principe ayant été pris en considération par le Syndicat des transports parisiens le 4 juillet 1974, sous réserve d'ailleurs que la Régie poursuive la mise au point du projet dans l'emprise du boulevard intercommunal, la procédure de déclaration d'utilité publique a été engagée et l'enquête préalable s'est déroulée du 7 au 28 avril 1975.

De nombreuses remarques défavorables au projet, axées sur les inconvénients de la solution aérienne adoptée pour la traversée de la Seine et sur la présence d'une seule station à Clichy, ont conduit la commission d'enquête à émettre le 13 mai 1975 un avis défavorable ce qui a entraîné la nécessité de soumettre la promulgation de la déclaration d'utilité à l'avis du Conseil d'État.

La Commission régionale des opérations immobilières, saisie au préalable, avait estimé dans sa séance du 23 juillet 1975 qu'elle n'était pas juge de l'opportunité de l'opération ni des modalités techniques de la réalisation, mais elle souhaitait que dans le cadre

de la solution aérienne, des améliorations soient apportées à la protection de l'environnement et de l'expression architecturale.

Des variantes furent donc étudiées, visant à réduire la longueur du viaduc dans Clichy et à abaisser le niveau du pont sur la Seine. En définitive, l'adoption d'une rampe exceptionnelle de 50‰ a permis tout en maintenant le franchissement aérien de la Seine sur lequel reposait toute l'économie du projet, de dégager les gabarits routiers aux têtes de pont tout en réduisant d'un tiers l'étendue des ouvrages aériens dans Clichy.

C'est sur ce projet que le Conseil d'État a donné son accord en séance du 2 octobre 1975 sous réserve que soient prises certaines dispositions :

- pose de vitres isolantes aux fenêtres des logements existants situés à moins de 30 mètres de la ligne dans sa section à l'air libre;
- adoption de mesures efficaces d'insonorisation de la trémie prévue à l'extrémité de la rue Martre à Clichy;
- mise à l'étude d'une trémie comparable côté Asnières;
- mise en place d'écrans acoustiques sur toute la longueur du parcours aérien;
- aménagement d'un passage pour piétons permettant la traversée de la rue Martre au droit des rues d'Estienne d'Orves et Gabriel Péri;
- établissement d'une liaison par autobus entre la station « Clichy-Centre » et l'hôpital Beaujon.

Modifié sur ces bases, le projet a été déclaré d'utilité publique, entre Porte de Clichy et Asnières-Gennevilliers I, le 9 décembre 1975.

Le 28 avril 1976, le Conseil d'État rejetait une requête aux fins de sursis à exécution des travaux, déposée par le « Comité pour l'amélioration des transports, de la circulation et de l'environnement de Clichy », qui a formé également un recours contre le décret de déclaration d'utilité publique.

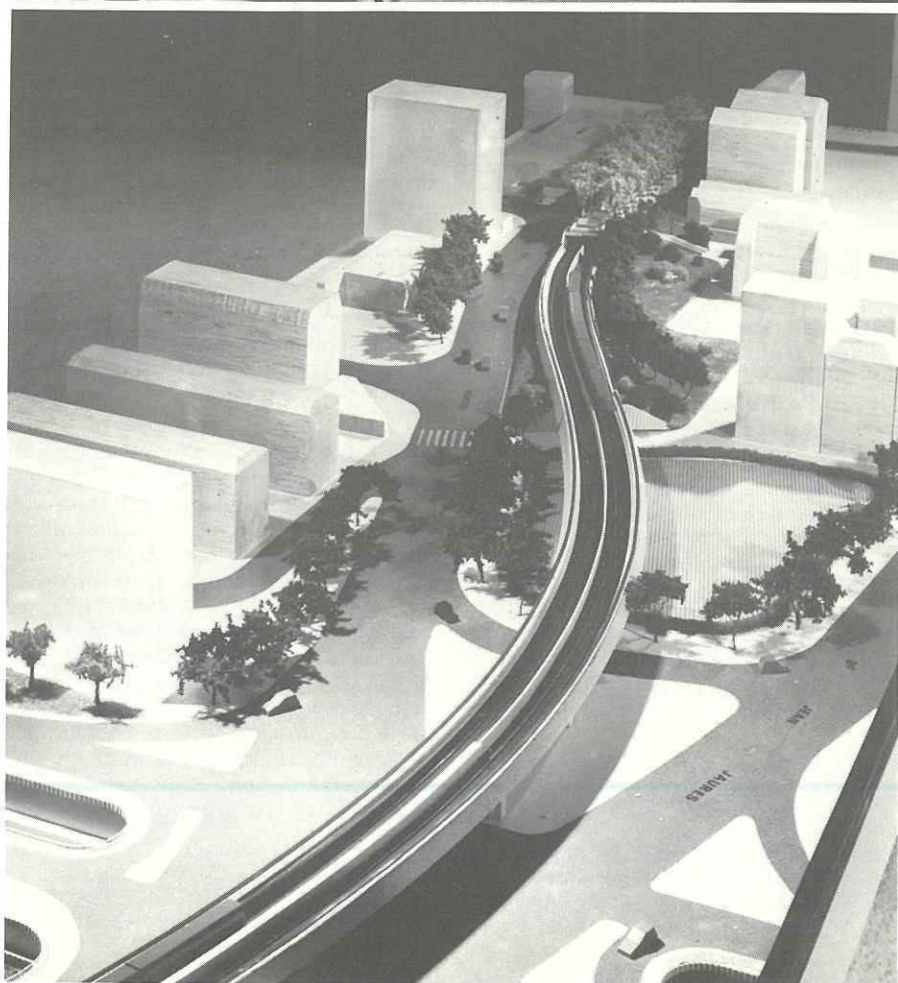
La Régie a fait à cette occasion un important effort d'information des populations concernées sur les dispositions du projet et les motifs qui avaient conduit à les retenir. A cet effet, les plans et maquettes ont été présentés et commentés au public au cours de deux expositions organisées du 17 novembre au 21 décembre 1976 à Clichy et du 19 janvier au 15 mars 1977 à Asnières. Ces deux manifestations ont suscité un gros intérêt et ont été suivies chacune par plusieurs milliers de personnes.

En haut : Exposition.

En bas : Maquette de la trémie et du viaduc dans Clichy.



RATP - Carrier



RATP - Travaux neufs

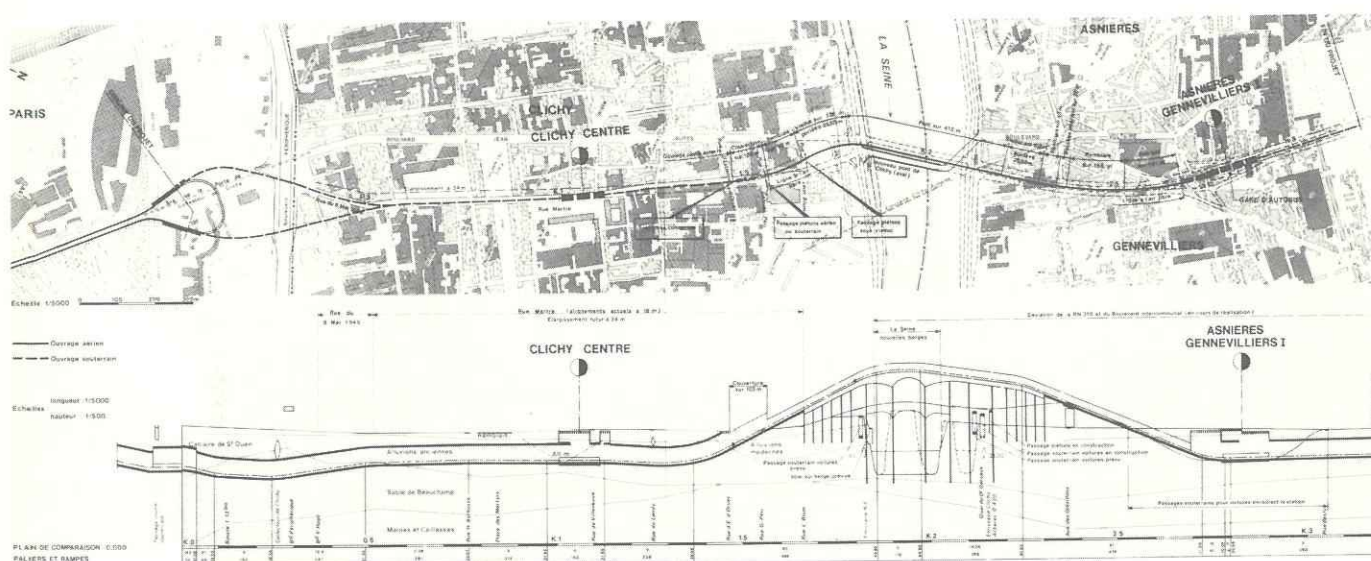


Schéma de l'avant projet.

Avant-projet Porte de Clichy - Asnières- Gennevilliers I

Toutes les modifications apportées au schéma de principe ont été prises en compte dans les avant-projets relatifs à la première partie du prolongement concernant les sections « porte de Clichy - Clichy-Centre » et « Clichy-Centre - Asnières-Gennevilliers I », et approuvées respectivement par le Syndicat des transports parisiens dans leur forme définitive les 25 septembre 1974 et 2 juillet 1976.

Le tracé de la ligne

Il se compose de plusieurs tronçons :
— sur 600 m environ, deux tunnels à voie unique, justifiés par la disposition en boucle de l'actuel terminus, vont se

rejoindre en un tunnel à voie double au débouché de la rue Martre à la hauteur de la rue du Docteur Calmette à Clichy ;
— ensuite, le tunnel est établi en tranchée couverte sous la chaussée de la rue Martre sur une longueur de 450 mètres au bout desquels il atteint la station Clichy-Centre ;
— le tunnel se poursuit ensuite en tranchée couverte jusqu'à la rue d'Estienne d'Orves, puis en trémie de sortie couverte sur 102 m, jusqu'à la rue Gabriel Péri ;
— depuis la rue Gabriel Péri, la ligne se développe, à l'air libre, jusqu'à la Seine qu'elle franchit en viaduc.

Aux abords du fleuve, le viaduc franchit une zone d'échangeurs routiers entre la rue Martre, la voie sur berge, le débouché du futur boulevard intercommunal rejoignant la future rocade A 86. La traversée aérienne se développe sur 1 116 m, dont 258 m sur la commune de Clichy, 300 m sur la Seine et 558 m sur Asnières, avant que la ligne ne rejoigne la station « Asnières-Gennevilliers I », terminus provisoire, et celle en tranchée couverte au-delà du croisement du boulevard intercommunal avec l'avenue Gabriel Péri et la rue Ernest Renan.

— au-delà de la station, on trouve un cul-de-sac de 317 m de long, établi en tranchée couverte.

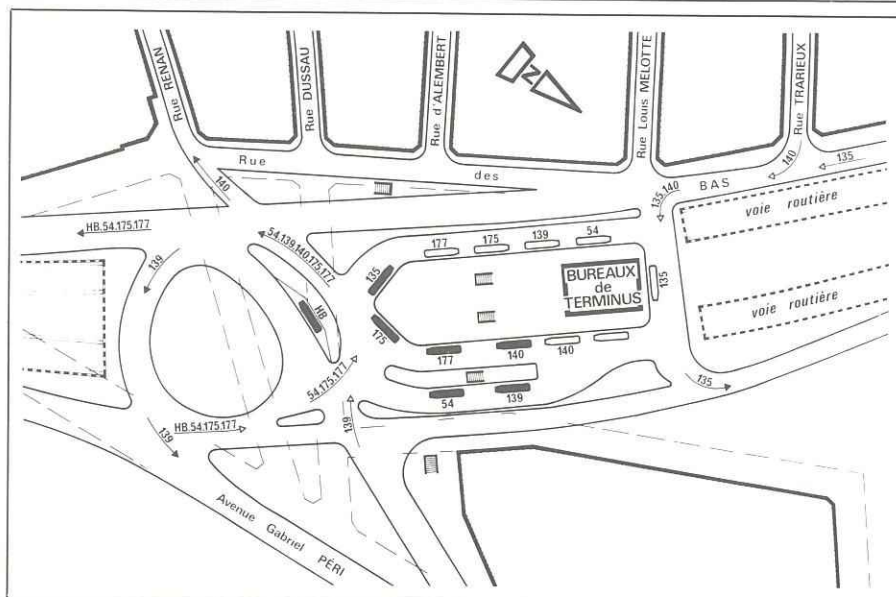
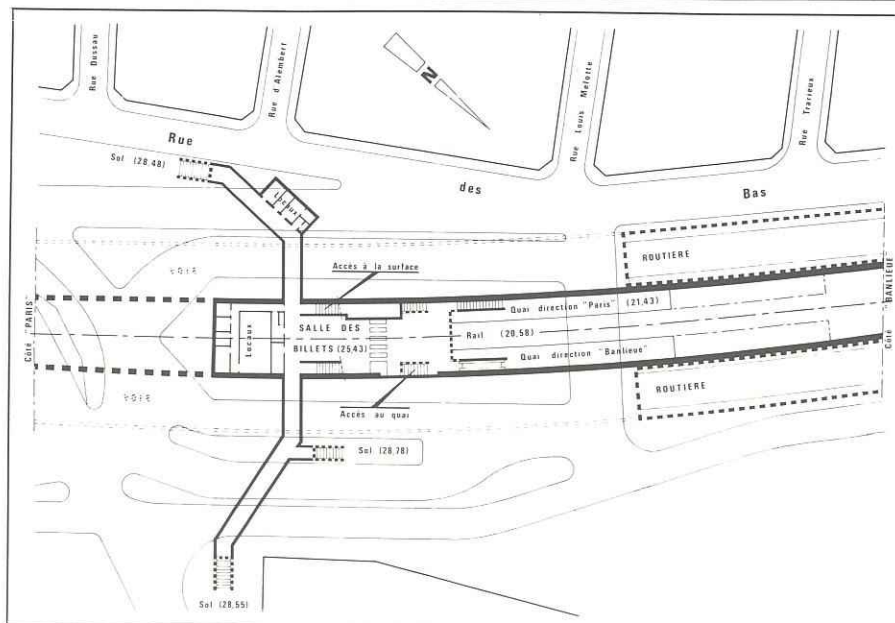
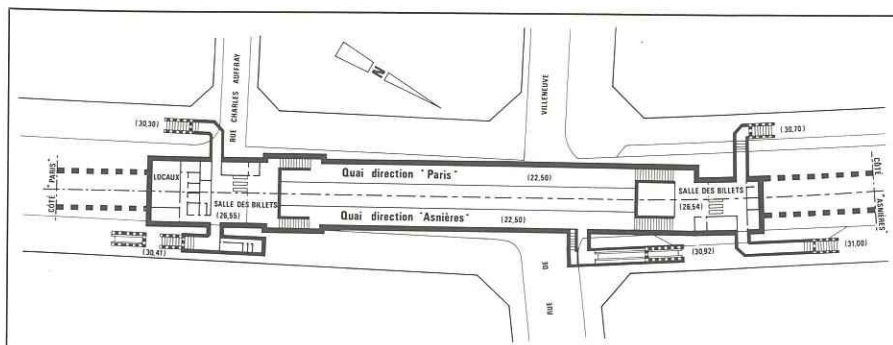
Les stations

La station « Clichy-Centre » est établie à l'intersection de la rue Martre et de la rue Villeneuve, à une distance, comptée d'axe en axe, de 1 090,6 mètres de la station « porte de Clichy ». Équipée de quais latéraux de 108 mètres de longueur, elle comporte une salle des billets à chacune de ses extrémités, construites en mezzanines au-dessus des voies. Le quai direction banlieue est équipé d'une sortie mécanisée à chaque extrémité débouchant directement à l'extérieur.

La présence de deux salles des billets réduit de plus de 100 mètres les distances aux accès des voyageurs venant du Nord-Ouest de la rue Martre par rapport à la solution initiale qui ne comportait qu'une salle des billets. En particulier, les immeubles situés en bordure du quai, près du pont de Clichy, ne se trouvent qu'à 600 mètres de ces accès.

La station « Asnières-Gennevilliers I » construite en tranchée couverte entre les deux voies du passage souterrain routier établi au croisement du boulevard intercommunal et de l'avenue Gabriel Péri, a une longueur de 107 mètres. Elle comporte une salle des

En haut et au centre : Plan des deux stations.
En bas : plan de la gare routière.



billets dont les accès débouchent de part et d'autre du boulevard intercommunal et sur les terre-pleins de la gare routière; un escalier mécanique relie le quai d'arrivée et la salle des billets. La gare routière est construite immédiatement au-dessus de la station et du passage souterrain routier; elle permet une excellente correspondance avec le métro; la circulation des autobus s'effectue sans conflit avec la circulation générale.

La protection de l'environnement

Comme on l'a déjà dit, le projet a été sensiblement amélioré par rapport au schéma de principe pour réduire les nuisances dues à la traversée aérienne de la Seine.

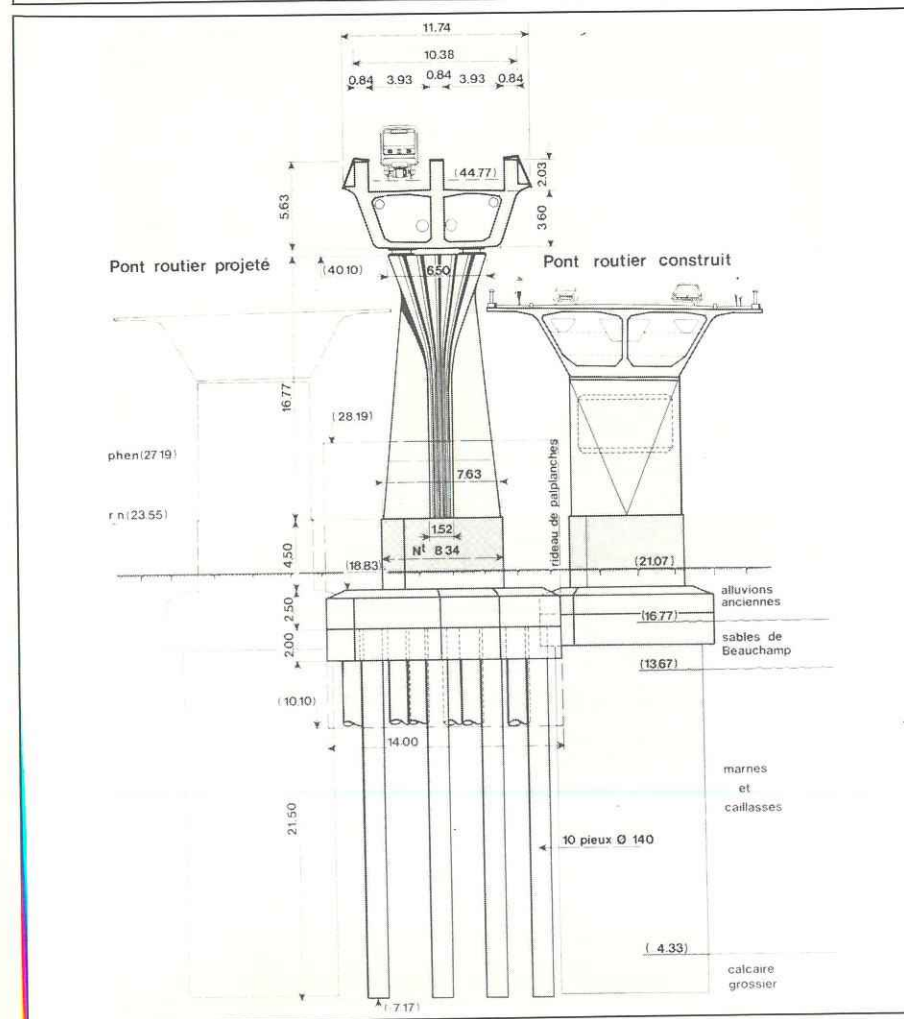
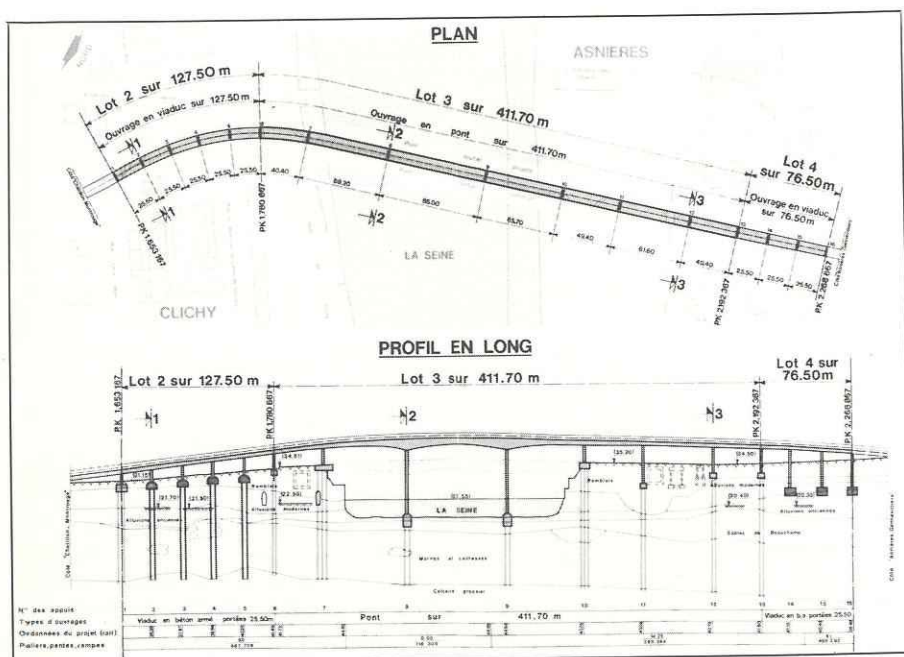
Le profil de la trémie de sortie côté Clichy a été modifié : la partie souterraine a été prolongée de 203 mètres sous la rue Martre permettant ainsi de conserver pour la circulation automobile le carrefour de la rue d'Estienne d'Orves.

Il est prévu ensuite de couvrir la trémie sur une longueur de 102 mètres et d'établir une passerelle pour piétons au droit de la rue Gabriel Péri.

Les ouvrages hors sol, entre les rues d'Estienne d'Orves et Léon Blum, ont fait l'objet de recherches centrées sur leur intégration au domaine public : ainsi la couverture de la trémie traitée en allée piétonne bordée d'arbres donne accès, au point haut, à un aménagement paysager public, en remblai sur les surfaces délaissées à l'Ouest du projet qui, par paliers successifs reliés par des rampes, rejoint une allée piétonne au niveau du sol à l'emplacement de la rue Léon Blum, restituée plus au Nord.

Côté Asnières, la dalle de couverture des voies ferrées et routières est prolongée de 25 mètres au Sud du carrefour du boulevard intercommunal et de l'avenue Gabriel Péri et précédée d'un capotage de la plate-forme du métro sur 120 mètres environ.

En ce qui concerne la traversée fluviale, la structure du pont ferroviaire a été spécialement étudiée en vue de réduire au maximum la hauteur du tablier comprise entre la sous-face et les voies, la poutre formant ainsi écran.



De plus, les parements extérieurs rapportés tendent, par le jeu de l'ombre portée et de leurs surfaces claires, à atténuer encore la hauteur réellement prévue.

La conception des ouvrages d'art permet de prévoir la pose d'une voie sur ballast en longs rails soudés, posés sur des traverses lourdes.

Toutes les parties aériennes seront conçues avec écrans antibruit, latéraux et central, revêtus de matériaux absorbants complétés pour les écrans latéraux par une banquette continue en courbe encageant le bruit.

Enfin, la ligne sera équipée du matériel le plus moderne, le MF 77.

Les travaux

Des travaux préparatoires avaient été commencés en 1975 dans les parties du tracé n'exigeant pas d'expropriations, la déclaration d'utilité publique étant alors considérée comme imminente. Interrompus quelques mois plus tard en raison de l'évolution de la procédure de déclaration d'utilité publique, ils ont été repris le 16 août 1976 après rejet par le Conseil d'État du sursis à exécution et obtention des autorisations d'emprises de chantier.

Ils sont actuellement en cours de la porte de Clichy jusqu'au-delà de la Seine.

Au 1^{er} janvier 1977, le projet était estimé à 370 millions de F compte tenu de la dérive des prix mesurée par les index TP 34 et TP 01. Ce coût restait dans l'enveloppe du schéma de principe malgré les nombreux remaniements apportés au projet.

Le planning actuel prévoit que le prolongement jusqu'à Asnières-Gennevilliers I sera mis en service au printemps 1980.

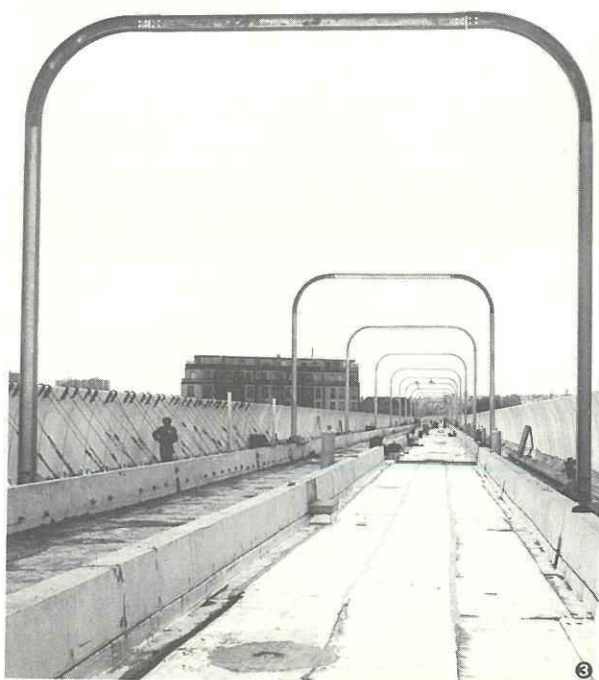
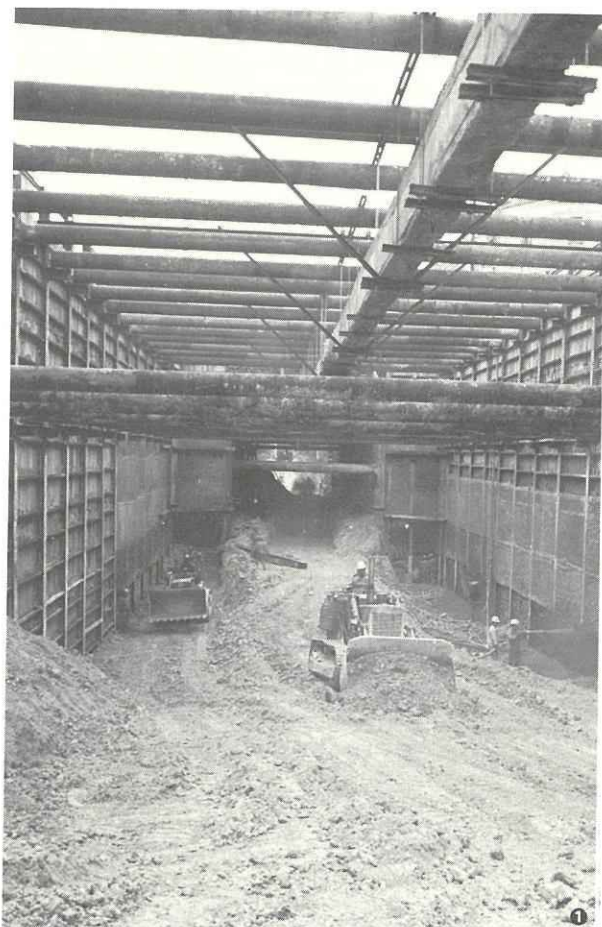
Vues des travaux en cours

PROLONGEMENT DE LA LIGNE N° 7 AU NORD

- ① Terrassement de la partie centrale de la station « Quatre chemins ».
- ② Arrivée des deux tunnels à voie unique dans l'ouvrage de convergence.

LIGNE DE MARNE-LA-VALLÉE

- ③ Fixation provisoire des corniches pendant le durcissement de la poutre de scellement, à proximité de la station « Neuilly-Plaisance ».
- ④ Station « Neuilly-Plaisance » : accès côté Paris.

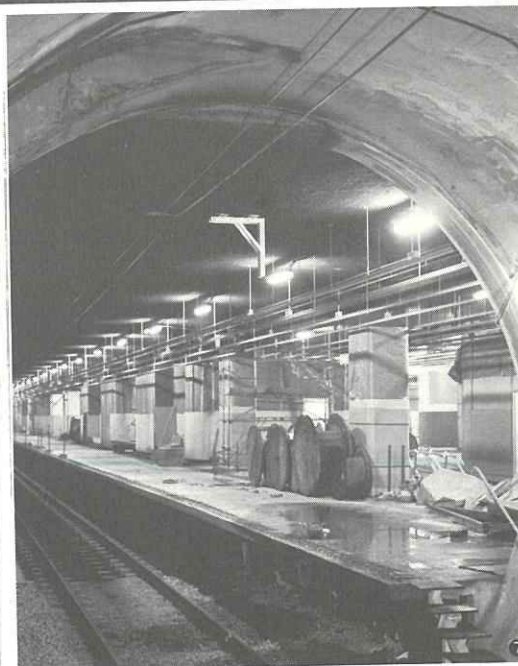
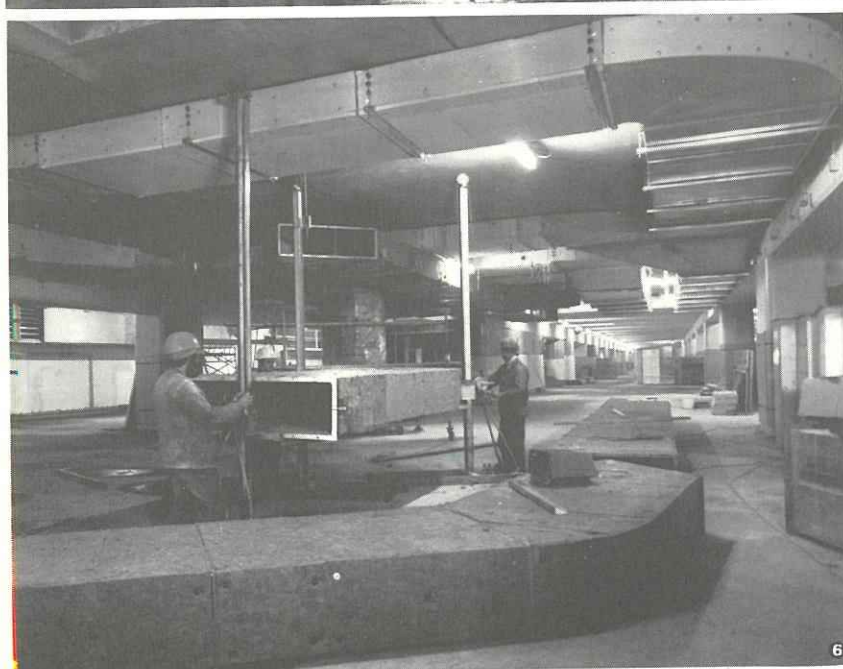


JONCTION « AUBER-NATION » : station « Gare de Lyon » RER-SNCF.

- ⑤ Vue générale des ouvrages de sortie côté banlieue. Exécution des tirants de la jupe étanche et des terrassements généraux.
- ⑥ Gainex de ventilation dans la salle d'échanges.
- ⑦ Pose des supports de caténaires.



RATP - Travaux neufs



RATP - Thibaut



Conseil d'administration

Séance du 25 février 1977

Un certain nombre de mesures concernant le **matériel roulant en service sur le réseau routier**, ayant pour but de répondre à la forte augmentation du trafic enregistrée sur ce réseau, ont été portées à la connaissance du Conseil. Elles se traduisent, en premier lieu, par des modifications de l'aménagement intérieur des voitures : rétablissement, sur les véhicules récemment livrés, des colonnes d'appui et d'un certain nombre de poignées; suppression d'une rangée de sièges, **côté couloir**, entre les portes d'entrée et de sortie, sur 100 autobus standard livrables en 1977 et qui seront mis en service sur la ligne PC. En second lieu, le montant de la commande d'autobus à plate-forme arrière sera ramené, pour 1977, de 60 à 45 unités, l'accès de la plate-forme s'avérant malaisé aux heures de pointe. Enfin, l'expérience, actuellement en cours, de remplacement des autobus à gabarit réduit de 45 places par des véhicules standard de 72 places sera étendue aux lignes 39, 89, 76 et 95.

Le Conseil a ensuite approuvé la passation de deux projets d'avenants relatifs, respectivement, au protocole et au marché signés en 1974 en vue de la préparation d'une **expérimentation commerciale du système ARAMIS**, dont la première tranche s'est achevée le 15 novembre 1976. L'analyse des résultats obtenus à l'issue de celle-ci fait, en effet, apparaître que si, sur le plan technique, rien ne s'oppose à la poursuite du projet, en revanche, du point de vue économique, la mise en place d'un tel système nécessiterait un volume d'investissements très élevé. Dans ces conditions, il a paru indispensable, avant d'engager la seconde phase du projet initial, de procéder à un programme d'études complémentaires, économiques et techniques.

Dans le cadre de la **réalisation de la ligne SNCF de Cergy**, approbation a été donnée à un projet de marché pour l'exécution des travaux de génie civil relatifs à la modification des ouvrages de correspondance de la station d'échange RATP-SNCF de « Nanterre-Université ».

Abordant le problème des investissements, le Conseil a pris acte des **résul-**

tats de l'exercice 1976, puis a établi la mise à jour du **programme adopté par les pouvoirs publics pour 1977**. Les montants hors taxes des autorisations de programme et des crédits de paiements sont maintenus, respectivement, à 2 278 millions de F et à 1 939,5 millions de F, avec cependant quelques modifications de la répartition par opération à l'intérieur de ces enveloppes globales se traduisant, notamment, par le transfert d'une autorisation de programme de 20 millions de F du prolongement de la ligne n° 7 à La Courneuve au prolongement de la ligne n° 13 bis à Gennevilliers, afin de respecter le planning de cette dernière opération.

Le **projet de plan d'équipement pour la période 1978-1982**, qui constitue l'un des volets de l'itération du plan d'entreprise couvrant la même période, a été examiné. Un nouveau progrès a été accompli, cette année, dans la présentation de ce document, par la prise en considération de deux hypothèses d'enveloppes financières suffisamment contrastées pour permettre l'adaptation de la stratégie de l'entreprise aux diverses possibilités d'évolution de la conjoncture. L'hypothèse haute consiste dans le maintien en volume des autorisations de programme à un niveau peu différent de celui atteint en 1977; l'hypothèse basse prévoit leur plafonnement, en francs courants, au niveau proposé pour 1978.

Le Conseil a ensuite donné son accord au **projet de programme d'investissements pour l'année 1978**, qui sera transmis aux pouvoirs publics. Établi dans le cadre du plan d'équipement, dont il constitue la première tranche annuelle, il comporte 2 848 millions de F en autorisations de programme et 2 488 millions de F en crédits de paiements, taxes comprises. En matière d'opérations nouvelles, il se caractérise essentiellement par la commande de 310 autobus standard et le lancement de deux prolongements du métro à choisir parmi les quatre opérations suivantes : prolongements de la ligne n° 5 au Carrefour des Limites, de la ligne n° 7 au Kremlin-Bicêtre (opération pour laquelle le Conseil a marqué sa préférence), de la ligne n° 7 aux Quatre Routes et de la ligne n° 10 à Boulogne-Rhin et Danube.

Enfin, au **plan de l'exploitation du réseau routier**, le Conseil a donné son approbation au maintien, à titre définitif, de l'antenne « Bezons (zone industrielle) » de la ligne 161.

Séance du 25 mars 1977

Le Conseil a approuvé un projet d'avenant et un projet de marché ayant pour objet la **construction des ouvrages de la section « Quatre Chemins-Fort d'Aubervilliers »** du prolongement vers le Nord de la ligne n° 7 du métro urbain.

Il a également donné son accord à la passation de divers projets de **marchés** relatifs à :

- l'exécution des travaux de génie civil nécessités par la **modernisation du dépôt d'autobus de Malakoff**;
- la réalisation des travaux de consolidation, par injections, des infrastructures des lignes du métro urbain;
- la fourniture de bobineaux de cartonnette citron à piste magnétique non codée pour appareils distributeurs « ADAR » du réseau ferré urbain.

Le Conseil a ensuite approuvé un projet de convention à passer avec la Société nationale des chemins de fer français pour la **construction de l'ouvrage commun RATP/SNCF « Paris-Gare du Nord »**.

Approbation a été donnée aux **comp-tes de la Caisse de coordination aux assurances sociales** et à ceux des services sanitaires annexes, pour l'exercice 1976.

Enfin, le Conseil a délégué à son Président tous pouvoirs à l'effet d'acquiescer, soit à l'amiable, soit par voie d'expropriation, les parcelles nécessaires à la réalisation du prolongement de la ligne de Sceaux de Châtelet-Les Halles à Gare du Nord.

Les plans de quartier

Dès la première itération du plan d'entreprise, il est apparu nécessaire de renforcer l'information du public. Dans cette perspective, les plans de quartier ont été définis comme un maillon important de la chaîne d'information dans le métro.

La RATP a obtenu pour cette action un concours financier important de la Région d'Ile-de-France qui couvre le quart des dépenses engagées.

Il est prévu en principe un seul plan par station simple, les stations de correspondance devant être dotées de plusieurs plans (Gare Saint-Lazare, Montparnasse-Bienvenue, etc.).

● Caractéristique du plan

C'est la représentation en couleurs du plan du cadastre, à l'échelle de 1/800^e, avec mise en valeur de certains bâtiments : monuments historiques, édifices publics. Les lignes d'autobus avec indication de leurs points d'arrêts y figurent également.

Les monuments caractéristiques sont représentés par un dessin à la plume se superposant au fond de plan.

Dans la partie droite du plan, un répertoire alphabétique des noms de rue et la nomenclature des lignes d'autobus permettent une recherche rapide du renseignement souhaité.

● Utilisation du plan

Il s'agit d'orienter le voyageur se trouvant dans l'enceinte du métro vers les différentes sorties possibles en fonction de son point de destination final qu'il a déterminé grâce au répertoire alphabétique figurant sur le plan.

Il est important que les indications portées sur le plan de quartier soient parfaitement cohérentes avec la signalétique de la station; c'est pourquoi le repérage des trémies de sortie est identique à l'aspect des plaques directionnelles que le voyageur peut voir dans les accès.

● État de l'opération

Après l'élaboration d'un prototype testé auprès du public au cours du premier trimestre 1975 à la station « Châtelet », trois plans de présérie ont été installés en mars 1976 aux stations « Montparnasse-Bienvenue », « Gare de l'Est » et « Gare du Nord ».

En 1976, 8 stations ont été équipées de 47 plans.

En 1977, l'équipement d'une soixantaine de stations est prévu.

La priorité a été donnée aux stations nouvelles, aux stations les plus importantes du point de vue du trafic et enfin aux stations touristiques.



Amélioration des accès de deux stations de la ligne de Sceaux

Deux opérations de ce type ont récemment été conduites à la demande et avec le concours financier des municipalités intéressées.

● Fontenay-aux-Roses

Comme le montre le croquis ci-dessus, les voyageurs arrivant de la partie Nord de l'avenue Lombart devaient effectuer un détour assez long pour se rendre au bâtiment des voyageurs situé à l'extrémité de la station.

L'amélioration a consisté à créer deux accès supplémentaires, soit un par quai, débouchant de part et d'autre du pont de franchissement de l'avenue Lombart.

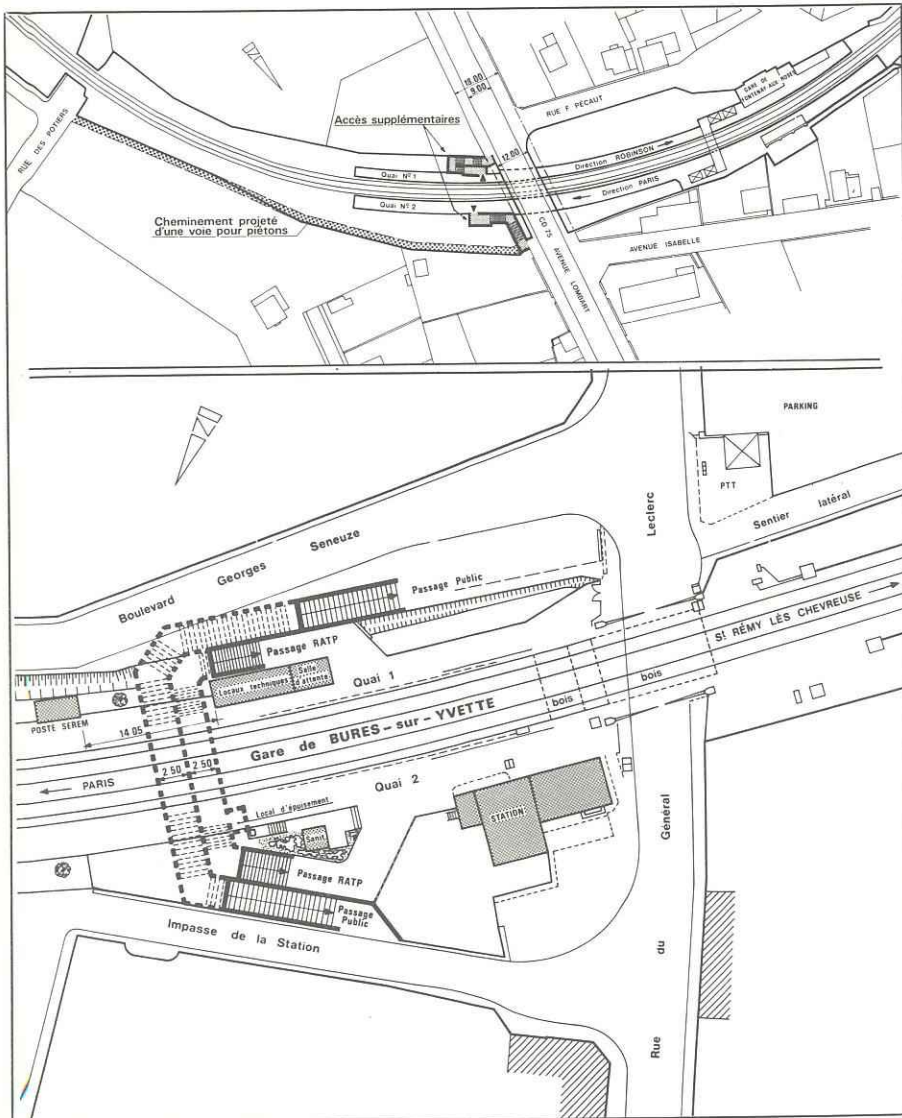
Ces accès sont utilisés pour l'entrée comme pour la sortie des voyageurs. Ils comportent chacun un local abrité dans lequel pourront être installés des appareils de péage lorsque ceux-ci seront étendus à l'ensemble de la ligne de Sceaux.

Ces accès ont été mis en service le 1^{er} septembre 1976.

La municipalité a participé pour moitié au paiement des dépenses.

● Bures-sur-Yvette

Les voyageurs utilisant le quai direction Saint-Rémy-lès-Chevreuse ne pouvaient gagner le bâtiment de la gare qu'en traversant la voie à niveau par l'intermédiaire d'un passage planchéié. Cette situation était devenue anormale depuis qu'avait été augmentée la fréquence des trains en direction de Saint-Rémy et la Régie avait décidé de relier les deux quais par un passage souterrain.



RATP - Roy

En haut : Fontenay-aux-Roses (schéma).
Au centre : Bures-sur-Yvette (schéma).
En bas : Accès à Fontenay-aux-Roses.

De son côté, pour les mêmes raisons de sécurité, la municipalité souhaitait limiter le nombre de piétons appelés à traverser le passage à niveau situé à proximité de la gare et envisageait de construire un passage souterrain public.

Bien qu'il n'ait pas paru possible de construire un seul ouvrage répondant aux deux usages, le passage construit par la RATP étant obligatoirement sous contrôle, la Régie et la municipalité sont tombées d'accord pour construire un ouvrage commun comportant deux couloirs jumelés.

Le couloir de la Régie est équipé d'escaliers fixes normaux. Le passage souterrain public a été conçu avec des escaliers en pas de mule, comportant des marches très larges, légèrement inclinées et n'ayant qu'une très faible hauteur.

Ces passages souterrains ont été mis en service le 31 janvier 1977.

des moyens de garer leurs engins dans de bonnes conditions à proximité immédiate des stations du RER ou des prolongements en banlieue des lignes de métro.

A cet effet, après avoir dressé un inventaire des emplacements disponibles, elle a lancé un programme d'installation de parcs de stationnement.

Ces parcs sont équipés de herse permettant de maintenir les vélos ou vélomoteurs en position verticale. Elles sont couvertes par un abri léger dont la structure est en bois lamellé et celle de la toiture en polyester translucide.

En 1976 il a été installé 51 abris et 561 emplacements de garage aux stations ci-après :

Stations	Nombre de places de stationnem ^t	Stations	Nombre de places de stationnem ^t
Ligne de Sceaux :		Ligne de Boissy :	
Fontenay-aux-Roses	33	Joinville	88
Robinson	22	Champigny	44
Antony	55		
Le Guichet	22	Ligne de St-Germain :	
Orsay-Ville	55	Chatou-Croissy	154
St-Rémy-lès-Chevreuse	44		
		Ligne 8 :	
		Créteil l'Échat	22
		Créteil-Préfecture	22

En 1977 il est prévu d'installer 30 abris et 330 places de stationnement.

Stations	Nombre de places de stationnem ^t	Stations	Nombre de places de stationnem ^t
Ligne de Sceaux :		Ligne de St-Germain :	
Palaiseau-Villebon	44	Nanterre-Ville	22
Lozère	33		
La Hacquinière	33	Ligne 8 :	
Gif-sur-Yvette	44	Alfort École	
		Vétérinaire	11
Ligne de Boissy :		Les Juilliottes	22
Sucy	88	Créteil Université	22
		Alfort Stade	11

Parcs de stationnement pour véhicules à deux roues

Dans le cadre de sa politique d'amélioration de la qualité de service offert au public, la Régie relance son action en vue de mettre à la disposition des voyageurs utilisant des véhicules à deux roues pour gagner les stations,



Réaménagement des locaux du personnel d'exploitation du métro

Les terminus des lignes de métro comprennent tous des locaux souterrains destinés soit au personnel de commandement des lignes — inspecteur adjoint d'exploitation, secrétariat, sous-chef de terminus —, soit au personnel d'exploitation — contremaître-visiteur et corps de garde des agents de conduite et des agents de manœuvre.

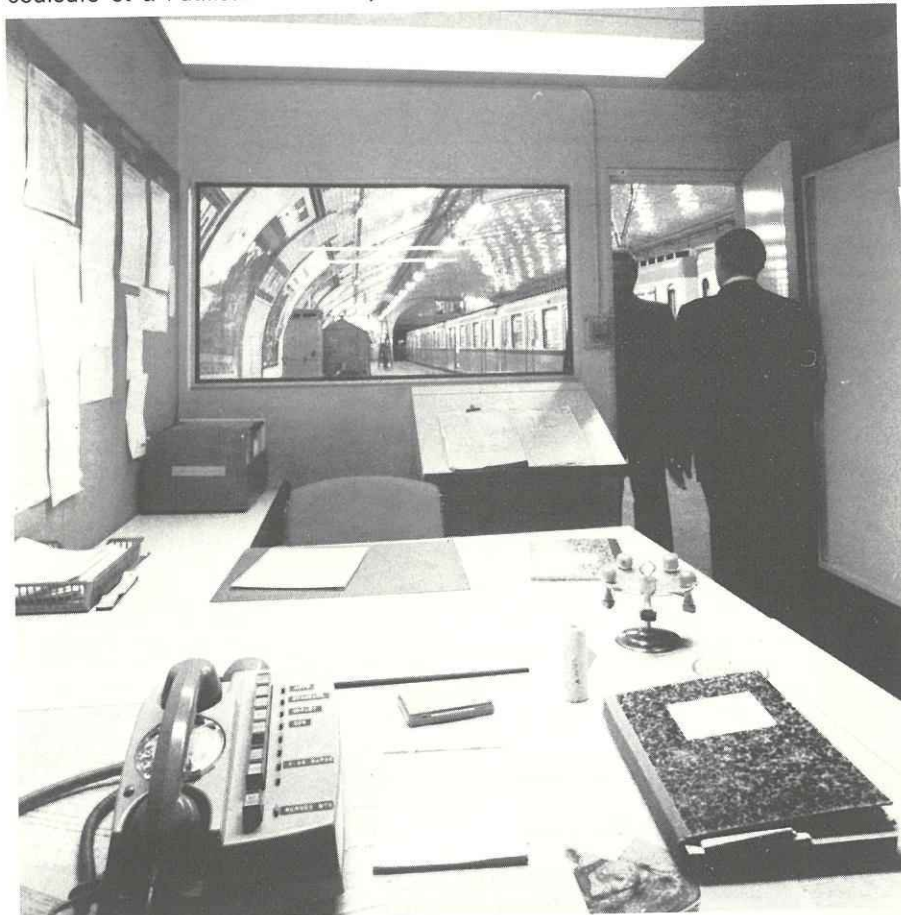
A l'exception de ceux qui équipent les terminus des lignes récemment prolongées, ces locaux étaient généralement exigus et vétustes. Une action de modernisation a été entreprise qui comprend l'agrandissement des locaux et leur rénovation.

L'agrandissement est réalisé pratiquement sans travaux de génie civil en utilisant les anciens corps de garde des chefs de trains et divers locaux qui dans les nouvelles organisations n'avaient plus d'utilisation. La rénovation proprement dite se caractérise, pour s'en tenir à l'essentiel, par :

- la réfection du sol (pose de grès cérame au lieu de bitume), le choix de nouvelles nuances de peinture et la mise en place d'un mobilier moderne;
- une nouvelle utilisation de l'espace : ainsi chaque corps de garde est divisé en une zone pour les armoires-vestiaires, un coin détente et un secteur réservé à l'affichage syndical;
- une réfection totale du chauffage et de l'éclairage, adaptés aux nouvelles couleurs et à l'utilisation de l'espace;

- la climatisation des locaux occupés en permanence ou en semi-permanence;
- l'établissement des liaisons téléphoniques directes indispensables entre les différents locaux.

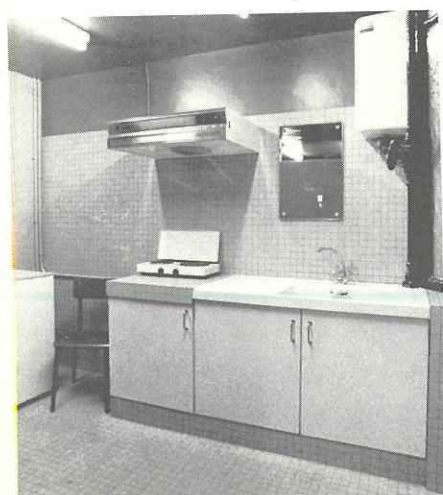
La rénovation des locaux de cinq terminus est actuellement terminée : Place d'Italie, Porte Maillot, Balard, Austerlitz et Porte de la Chapelle. Cette opération se poursuivra au rythme de sept rénovations nouvelles tous les ans.



En haut, à droite : bureau de départ.

En bas, à droite : secrétariat.

Ci-dessous : cuisine.



Exploitation du réseau routier

- Une nouvelle ligne de rocade pour la banlieue sud : la ligne n° 323. « Issy-les-Moulineaux (Mairie) - Ivry-sur-Seine (Mairie) ».

La ligne n° 323 a été créée le 28 mars 1977, en application du plan de restructuration du réseau d'autobus du

Val-de-Marne et en vue d'améliorer les liaisons intercommunales de la banlieue Sud de Paris.

Cette nouvelle rocade de proche banlieue d'une longueur de 11 km assure la desserte de 9 communes en reliant le Val-de-Marne aux Hauts-de-Seine et permet des correspondances avec :

- la ligne de Sceaux, à la station « Laplace »;
- 3 lignes de métro, aux stations « Mairie d'Ivry » (ligne n° 7), « Chatillon-Montrouge » (ligne n° 13) et « Mairie d'Issy » (ligne n° 12);
- 22 lignes d'autobus.

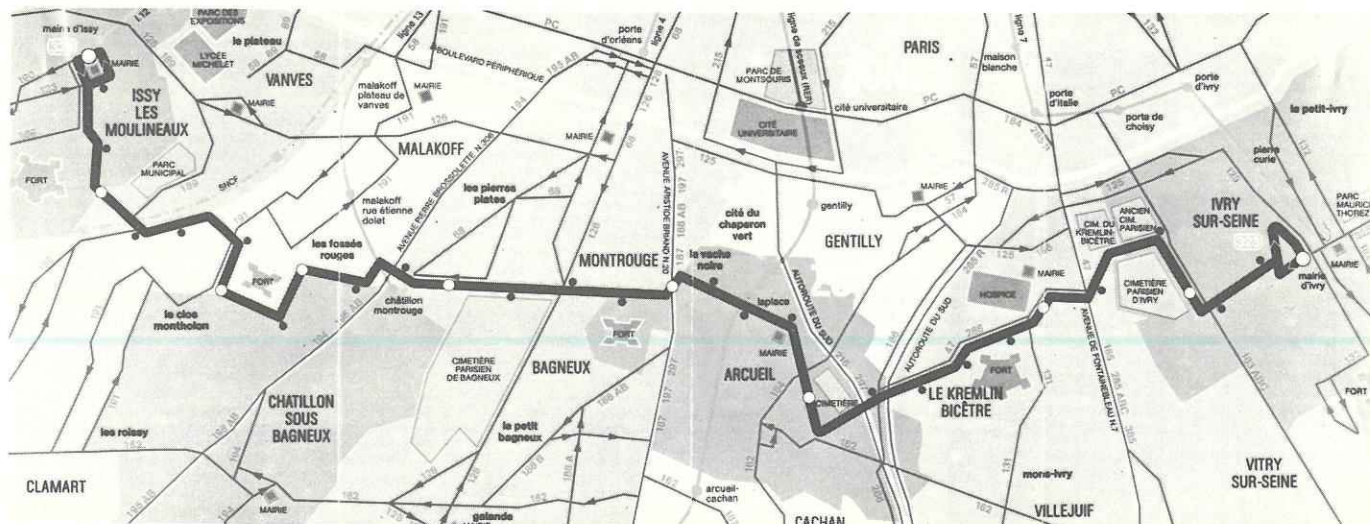
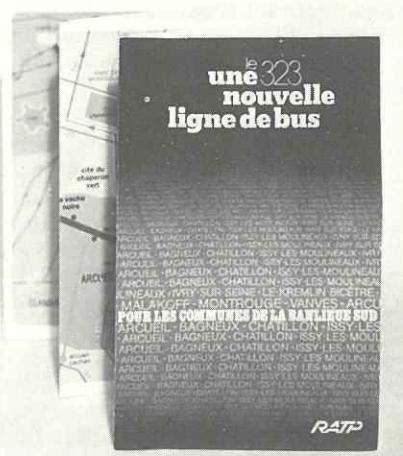
La création de cette ligne revêt une importance particulière qui dépasse l'intérêt d'un simple aménagement

local du réseau de transport. Elle assure des liaisons directes entre les quartiers d'habitation, les équipements et les zones d'activité de tout un secteur de la banlieue Sud. Il s'agit, en fait, de la première application importante des études de restructuration du réseau d'autobus de banlieue.

Une campagne publicitaire a permis de faire connaître au public les possibilités offertes par cette ligne qui fonctionne tous les jours de la semaine de 6 h à 20 h 30 ainsi que le dimanche avec des intervalles de 10 mn aux heures de pointe et de 20 mn aux heures creuses. Le matériel utilisé se compose d'autobus type standard de 70 places et la ligne comporte 9 sections.



Ci-contre : sur la ligne 323.
Ci-dessous : dépliant distribué aux voyageurs.
En bas : itinéraire de la ligne 323.



● **Modification de l'itinéraire de la ligne n° 421 « Gare de Vaires (Torcy) - Torcy (Église) ».**

Le 28 mars 1977, l'itinéraire de la ligne n° 421 a été modifié pour améliorer la desserte du secteur Sud-Ouest de Torcy. C'est ainsi que les voitures n'empruntent plus le CD 10 mais la rue de la République et la rue de la Fosse aux Loups où 2 nouveaux points d'arrêt ont été créés. La tarification n'a pas été modifiée.

● **Modification de l'itinéraire des lignes n°s 199 « Massy (Gare de Massy-Palaiseau) - Chilly-Mazarin (Place de la Libération) » et 297 « Porte d'Orléans - Longjumeau (Place Charles Steber) ».**

Le 4 avril 1977, l'itinéraire des lignes n°s 199 et 297 a été modifié pour desservir la gare de Chilly-Mazarin. Entre les points d'arrêt « Rue de Chilly » et « Saint-Éloi », les voitures empruntent désormais en direction de Chilly-Mazarin la rue Pierre Brossolette, la rue Henri Barbusse et la rue Séverine et, en direction opposée la rue Séverine, la rue Henri Barbusse, la rue du Chemin de fer et la rue Pierre Brossolette. Un nouvel arrêt a été implanté rue Henri Barbusse à proximité de la gare. Le sectionnement reste inchangé.

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

● Le 11 mars 1977, un couloir à contresens de la circulation générale a été mis en service dans Paris, avenue de Châteaudun entre la place Kossuth et la place d'Estienne d'Orves. A cette même date, le couloir qui existait dans le sens de la circulation générale a été supprimé entre la rue Saint-Lazare et la rue Le Peletier.

A la fin du mois de mars 1977, il existe ainsi à Paris 199 couloirs de circulation réservés aux autobus dans le sens ou à contresens de la circulation générale. Ils totalisent 94,630 km et intéressent 55 lignes urbaines sur 257,230 km de leur itinéraire et 22 lignes de banlieue sur 8,110 km de leur itinéraire.

● **En ce qui concerne la banlieue :**

Le 31 janvier 1977, trois nouveaux couloirs de circulation ont été mis en service à Joinville-le-Pont :

- avenue Jean Jaurès (RN 186), de la sortie de la gare routière à la rampe de l'avenue des Canadiens;
- avenue du Général Gallieni (RN 4) dans le sens province-Paris, de l'avenue du Parc à la place de la Gare;
- avenue du Général Gallieni, dans le sens Paris-province, de l'entrée du pont de Joinville à la rue de l'Égalité.

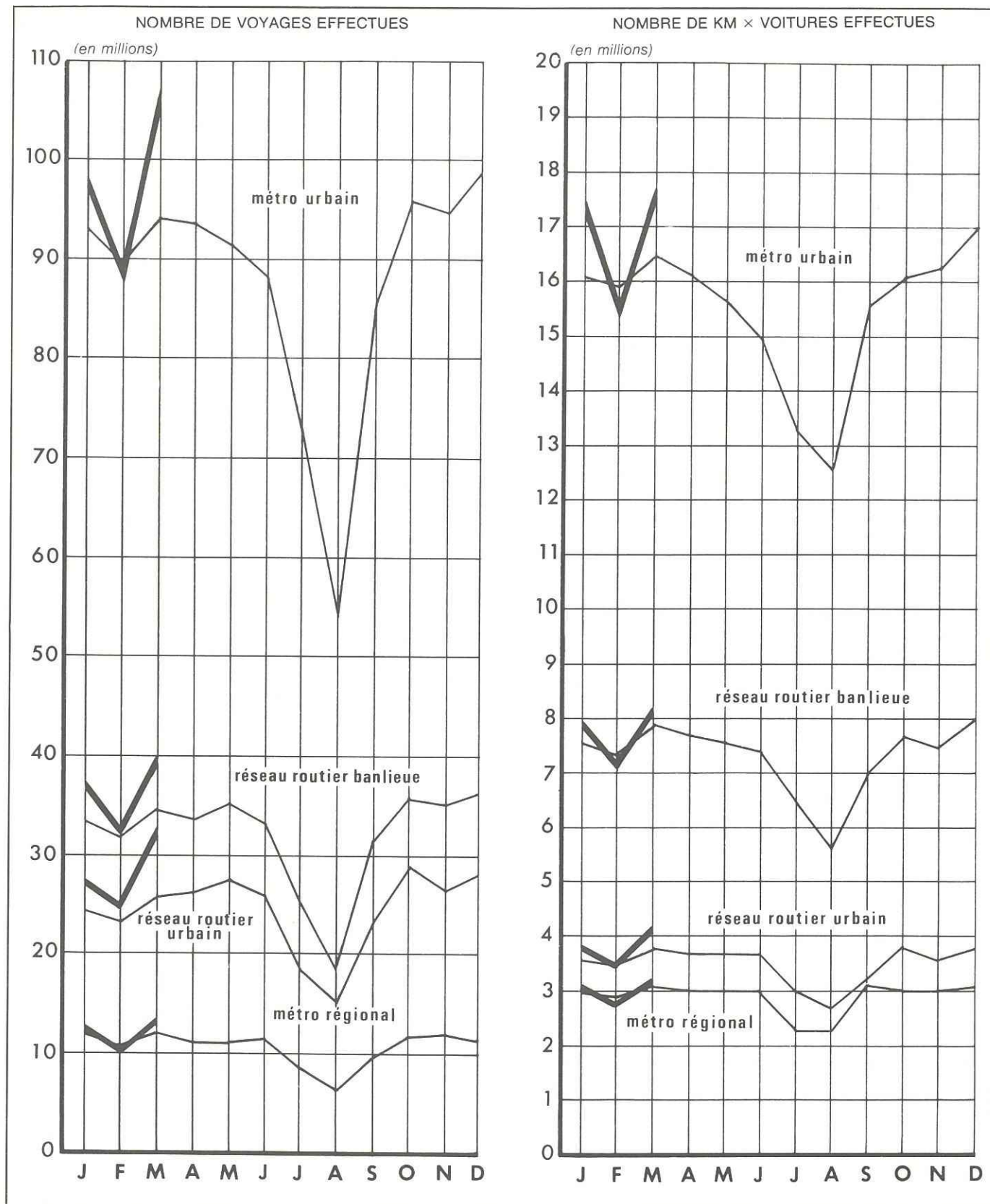
Le 21 février 1977, un autre couloir de circulation a été mis en service à Maisons-Alfort, avenue du Général de Gaulle (RN 5), de la rue Pierre Curie au carrefour de la Résistance.

Le 1^{er} mars 1977, une voie de circulation avec entrée indépendante a été créée sur la bretelle d'accès à l'autoroute A 1 depuis La Courneuve.

Ce qui porte ainsi à 51 le nombre de couloirs réservés aux autobus en banlieue, totalisant 25,090 km et intéressant 5 lignes urbaines sur 2,760 km de leur itinéraire et 61 lignes de banlieue sur 69,610 km de leur itinéraire.

Trafic et service de l'année 1977

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





①

① New York

② Londres
(London transport)

③ Naples
(Office national italien
de tourisme)

④ Lille
(Commissariat général au
tourisme - Photo Feuillie)

⑤ Budapest
(Budapest Közlekedése)



②



③



④



⑤

Nouvelles de France

Lille

Régulation par ordinateur de l'exploitation des autobus

Un ingénieur divisionnaire à la Communauté urbaine de Lille a mis au point, avec l'aide de la Société de Fabrication d'Instruments de Mesure (S.F.I.M.), un système électronique permettant de mieux contrôler la circulation des autobus dans les grandes villes. Six carrefours et dix autobus ont été équipés de ce système. Expérimenté avec succès sur deux kilomètres de la ligne n° 2 entre Lille et Haubourdin, ce « couloir électronique » va être étendu à une grande partie de cette ligne, puis à l'ensemble du réseau.

Un émetteur, placé à bord de l'autobus, envoie par micro-ondes un message codé à une balise placée au carrefour, généralement au-dessus des feux tricolores. Le message est alors envoyé à un ordinateur central qui décrypte le texte et compare l'horaire réel à l'horaire théorique de l'autobus. Si les deux horaires coïncident, rien ne se passe. Mais si, par exemple, le retard excède une minute, l'ordinateur agit sur les feux de signalisation et les fait passer au vert. L'autobus bénéficie de cette priorité jusqu'à ce qu'il rattrape son retard.

L'autobus est pris en charge par le capteur à 200 mètres du carrefour et est suivi jusqu'au moment où le carrefour est franchi. Les messages (qui indiquent déjà le nombre de voyageurs montant et descendant à l'arrêt) issus des véhicules sont traités en temps réel par l'ordinateur et peuvent être stockés « en mémoire » pour être ultérieurement utilisés pour des calculs statistiques ou pour la restitution graphique sur table des courbes espace-temps théorique et réelle des autobus, avec indication de leurs charges.

Les possibilités de cet ordinateur sont multiples : informer le client attendant dans l'abri-bus par affichage de l'endroit où se trouve son autobus; annonce automatique des arrêts à bord des véhicules; établir un dialogue entre

les arrêts et le poste central, le voyageur pouvant alors signaler sa présence et obtenir le passage d'un moyen de transport tel que taxi ou minibus...

D'autres grandes villes françaises, dont Mulhouse, s'intéressent également à ce système, le premier en Europe.

(Revue des Transports Publics Urbains et Régionaux, mars 1977)

Rennes

Mise en service d'autobus articulés

Les deux premiers autobus articulés ont été mis en service en janvier 1977. Cinq autres seront livrés dans les premiers mois de cette année et seront équipés d'un système de sécurité supplémentaire : le conducteur disposera d'un circuit de télévision lui permettant de surveiller les portes arrière. La caméra sera installée à l'arrière du véhicule et transmettra les images sur un écran situé à l'avant.

Ces autobus articulés ont une longueur de 16,50 m, offrent 159 places dont 37 assises et 122 debout. Ils possèdent une très grande mobilité.

D'autres acquisitions de véhicules de ce type sont envisagées pour 1977.

(Revue des Transports Publics Urbains et Régionaux, février 1977)

Nouvelles de l'étranger

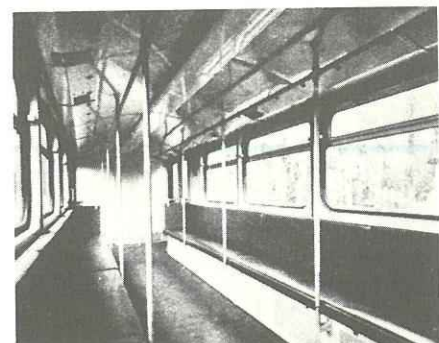
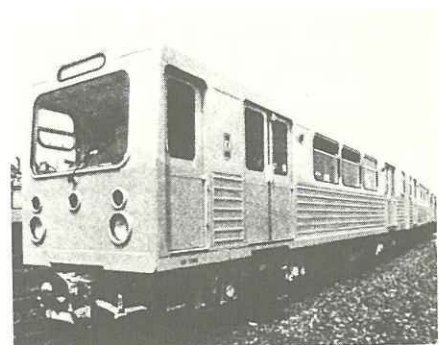
Berlin-Est

Mise en service de nouvelles rames de métro

Sorties des ateliers Hans Beimler à Hennigsdorf, de nouvelles rames automotrices ont été mises en service sur le réseau du métro de Berlin-Est. Les unités motrices comportent une motrice avec cabine de conduite accouplée à une motrice « aveugle ». Chaque unité de deux véhicules offre soixante-six places assises et cent cinquante-trois places debout. La vitesse maximale des rames est de 70 km/m. Rappelons que le métro de Berlin-Est est alimenté par troisième rail, en courant continu à 750 volts.

Les voitures comportent deux portes d'accès coulissantes par face offrant chacune un passage de 1,20 m. Les sièges sont disposés longitudinalement et les parois ont été réalisées en matière synthétique d'entretien facile.

Les bogies sont constitués par des longerons en forme de caissons reliés



Le nouveau matériel roulant du métro de Berlin-Est.

entre eux par deux traverses. Les deux essieux d'un bogie sont entraînés par un moteur disposé dans le sens longitudinal. Des pivots à roulements à billes, des berceaux arqués et des lisseurs à garniture en caoutchouc assurent l'articulation entre les bogies et les caisses. Les résistances de démarrage sont utilisées également comme résistances de freinage. L'énergie calorifique résultant du freinage est utilisée pour le chauffage des voitures.

Les rames sont sonorisées, ce qui permet d'informer les voyageurs en cas de nécessité. Les signaux de départ optiques et acoustiques sont combinés avec le système de fermeture automatique des portes.

(La Vie du Rail, 30 janvier 1977)

Glasgow



Fermeture provisoire du métro

L'exploitation du métro de Glasgow — une ligne circulaire souterraine de 10 km de longueur avec 15 stations — sera interrompue à partir de juin 1977 pour une période de 18 mois, afin de permettre l'achèvement du programme de complète modernisation dont le coût s'élèvera à 27 millions de £.

Les travaux préliminaires avaient commencé en février 1976 et, initialement, il avait été prévu de supprimer l'exploitation d'une seule des voies et de maintenir l'autre en service. Mais la perspective d'un nombre croissant d'interruptions du service et d'un accroissement des dépenses résultant des retards apportés à la réalisation des travaux a conduit à l'adoption de cette décision.

Les 33 nouvelles motrices seront livrées dans le courant de 1977. Deux des motrices actuellement en exploitation seront conservées au musée des transports de Glasgow : il s'agit de voitures qui avaient été mises en ser-

vice, comme toutes les autres, à l'inauguration du métro, en 1896, et qui étaient alors tractées par câble, avant d'être modernisées en 1935, lors de l'électrification de la ligne.

(Buses, janvier 1977)

Londres



Généralisation de la radiotéléphonie sur le réseau de métro

L'installation de liaisons radiotéléphoniques entre les conducteurs des trains et le PCC est en cours sur la Bakerloo Line. La première section de la Fleet Line, actuellement en construction, sera également dotée de la radiotéléphonie et les autres lignes du réseau le seront ultérieurement.

Le « London Transport » a expérimenté plusieurs systèmes de radiotéléphonie ces derniers temps. Le système à onde porteuse, utilisé sur la Victoria Line depuis 1968, présente certains défauts lorsque plusieurs trains se suivent à des intervalles rapprochés et les essais avec des câbles symétriques à pertes, réalisés sur la Bakerloo Line, ont donné de meilleurs résultats. La poursuite des essais a montré le succès du système utilisant le câble rayonnant. Cependant, sur la branche « Queen's Park » de la Bakerloo Line, le câble sera complété par des amplificateurs pour accroître la portée des stations radio fixes.

(Railway Gazette International, janvier 1977)

Budapest



BKV

Mise en service de la ligne de métro Nord-Sud

Une première section, longue de 4,7 km, de la deuxième ligne du métro de Budapest, d'orientation nord-sud, vient d'être mise en service entre la place Deak et la place Nagyvarad. Elle comporte six stations, toutes souterraines. La longueur totale prévue pour cette ligne est de 20 km.

En 1975, la ligne de métro est-ouest, ouverte à l'exploitation en 1970 (10,1 km et 11 stations), a transporté 185,5 millions de voyageurs.

(Varosi Közlekedés, n° 6-1976: Die Eisenbahntechnik, février 1977)

Naples

Début des travaux de construction du métro

Le 23 décembre 1976, une cérémonie officielle a marqué la mise en chantier de la première ligne du métro de Naples.

Le projet final de construction de cette ligne a été mis au point par la « Metropolitana Milanese Spa », société s'occupant des travaux du métro de Milan. Cette ligne, longue de 11,085 km et comportant quinze stations devrait entrer en service en 1986, époque à laquelle le trafic quotidien serait de l'ordre de 332 000 voyageurs (214 000 voyageurs urbains et 118 000 extra-urbains), avec des pointes horaires de l'ordre de 38 500 personnes.

En ce qui concerne la construction, deux méthodes seront utilisées :

— la tranchée couverte pour la partie située dans le centre historique de la ville, là où la voie sera à peu de profondeur de la surface du sol. Le tunnel établi, à voûte renforcée, abritera une ligne à double voie;

— le forage classique pour les autres sections à travers les massifs de tuf et sous les groupes de bâtiments. La ligne sera alors constituée de deux tunnels contigus, chacun à voie unique.

Dans les stations en souterrain, les deux galeries abritant les voies seront unies par un troisième tunnel intermédiaire et parallèle, relié lui-même aux installations de surface par une galerie inclinée équipée d'escaliers.

La régulation de la circulation des convois, sur la future ligne, est prévue à l'aide d'une commande centralisée du trafic.

(La Vie du Rail, 20 mars 1977;
News Milan Underground, n° 14,
février 1977)

Edmonton

Construction de la ligne de semi-méto

La ligne de semi-méto (light rail transit) d'Edmonton (environ 500 000 habitants) sera sans doute mise en service dès le printemps 1978, alors que la date initialement prévue devait coïncider avec l'ouverture des Jeux du Commonwealth qui auront lieu en juillet de la même année.

Cette ligne, dont la construction a commencé en 1974, aura environ 7 km de longueur, dont une section souterraine de 1,5 km, avec 2 stations, construite en tranchée couverte dans le centre de la ville et une section de 5,5 km en surface, avec 3 stations, implantée en grande partie sur une emprise ferroviaire existante.

Bien qu'entièrement en site propre la section de ligne en surface croise à niveau huit rues de la ville, ce qui

justifie son appellation de semi-méto. Cependant, la ligne a été conçue de façon à pouvoir être adaptée ultérieurement à l'exploitation de type méto : notamment, toutes les stations sont équipées de quais hauts et le gabarit du tunnel est suffisamment large pour permettre la circulation éventuelle d'un matériel roulant de type méto.

Les premières des 14 motrices articulées de construction allemande, longues de 22,86 m, du même type que le matériel du semi-méto de Francfort, seront livrées en août 1977. La seule modification par rapport aux voitures de Francfort est l'installation d'un chauffage renforcé, compte tenu du caractère rigoureux de l'hiver à Edmonton. L'alimentation en courant continu à 600 V se fera par caténaire.

Le trafic horaire escompté en période de pointe sera de 3 500 voyageurs lors de l'ouverture à l'exploitation et de 5 000 voyageurs pendant les Jeux du Commonwealth.

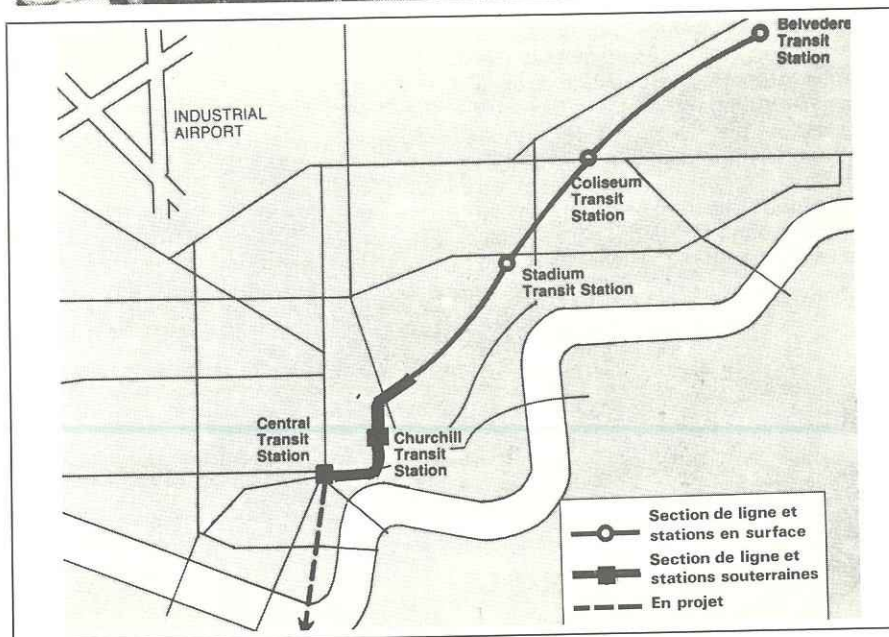
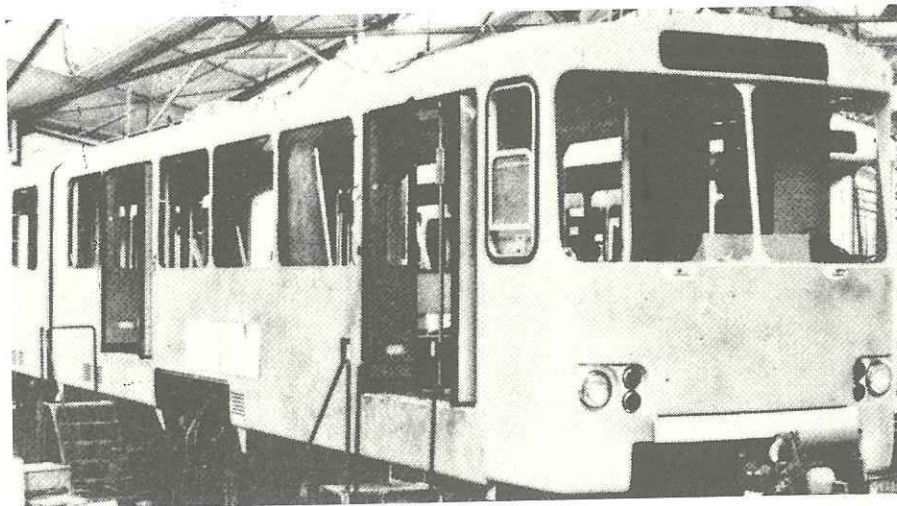
Le coût total des investissements s'élèvera à 65 millions de \$, dont 28,5 millions pour la construction du tunnel et des deux stations souterraines.

Un projet de prolongement vers le sud de la ligne de semi-méto, d'une longueur de 12 km, est à l'étude. Ce prolongement sera également établi sur une emprise ferroviaire existante.

(Railway Age, 13 décembre 1976)

Ci-dessous : Matériel en construction pour le semi-méto d'Edmonton.

En bas : Plan du semi-méto d'Edmonton.



Etats-Unis

Quatre villes sélectionnées pour l'expérimentation du « Downtown people mover »

Le ministre fédéral des Transports a récemment annoncé que quatre villes, à savoir Cleveland, Houston, Los Angeles et Saint-Paul, avaient été sélectionnées comme sites d'expérimentation de systèmes de transport guidés automatisés à exploitation « linéaire » destinés à desservir le centre-ville.

Des subventions fédérales d'un montant total de 245 millions de \$ seront allouées aux quatre villes pour l'étude et la construction de ces systèmes de transport, dénommés « Downtown people mover », de conception relativement simple.

Des modes de transport de ce type se sont avérés efficaces pour la desserte d'aéroports, de centres commerciaux et de centres de loisirs. C'est pourquoi l'UMTA voudrait maintenant qu'ils soient expérimentés en milieu urbain proprement dit.

Les principaux objectifs de l'UMTA en finançant ce programme consistent à évaluer les économies de dépenses d'exploitation que ces systèmes de transport automatisés peuvent offrir, à estimer leur impact du point de vue économique sur le centre-ville et à expérimenter leur capacité à être utilisés comme lignes de rabattement ou comme mode de transport pouvant se substituer, dans certains cas, à des systèmes d'un coût plus élevé tels que le métro.

(*Passenger Transport*,
24 décembre 1976)

Baltimore

Programme de contrôle des plus-values résultant de la construction du métro

Afin d'éviter la spéculation foncière et immobilière autour des 9 stations du futur réseau de métro, la ville de Baltimore a décidé la création de « zones de renouveau urbain » (urban renewal areas) qui donnent à la municipalité le droit de veto sur tout projet de construction ou de démolition aux alentours des stations. Cette décision entre dans le cadre plus général d'une initiative, encouragée financièrement par l'UMTA et connue sous le nom de « value capture » (appropriation publique des plus-values), dont le principe consiste à confier aux régies de transports en commun le rôle de promoteur immobilier, les plus-values réalisées servant à financer la construction des infrastructures en site propre. Baltimore a obtenu 10 millions de dollars de l'UMTA pour constituer des réserves foncières aux alentours des stations.

(*Transports Informations*,
21 février-21 mars 1977)

Boston

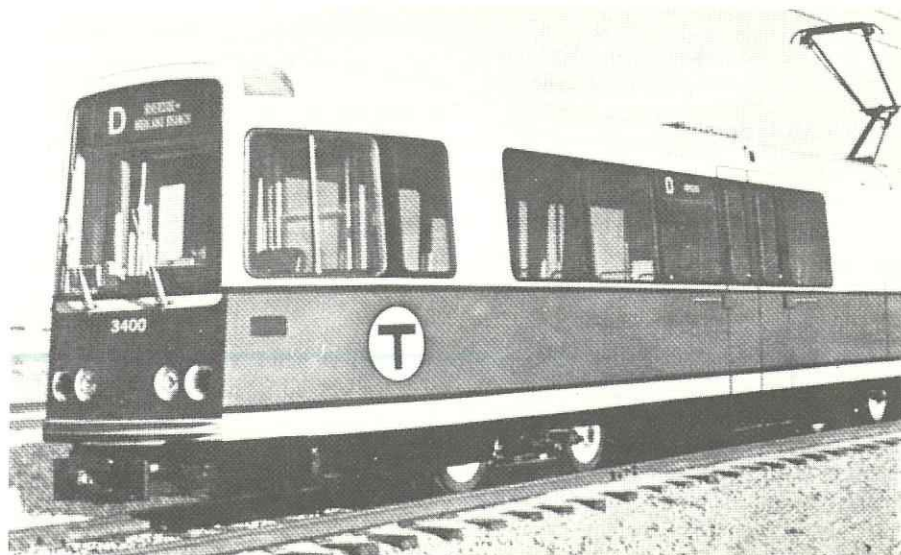


Livraison des premiers tramways articulés modernes

Une cérémonie officielle a marqué la mise en service sur le réseau de la « Massachusetts Bay Transportation Authority » des premiers tramways américains de la nouvelle génération, dont 100 unités avaient été commandées en 1973 pour Boston et 175 pour San Francisco. Ces tramways articulés modernes, construits par Boeing Vertol, ont une longueur de 21,64 mètres et un poids de 30,4 tonnes. Leur capacité maximale est de 219 voyageurs. Ils peuvent atteindre une vitesse de près de 85 km/h. Ils seront exploités sur la « Green Line », réseau de tramway comportant des sections souterraines dans le centre de Boston.

(*Passenger Transport*, 14 janvier 1977)

Voiture de tramway moderne de Boston.



New York



Climatisation de 400 voitures anciennes du réseau à petit gabarit du métro

La «New York City Transit Authority» vient de passer un marché de 13,7 millions de dollars pour l'installation d'un équipement de climatisation sur 400 voitures du réseau IRT, à petit gabarit, du métro new yorkais; ces voitures font partie du matériel des types R-33 et R-36, mis en service respectivement en 1963 et 1964.

Deux voitures équipées en pré-série commenceront leurs essais en janvier 1978 et dix autres voitures climatisées seront livrées en avril de la même année. A partir de mai 1978, 24 voitures climatisées seront livrées chaque mois.

La signature de ce contrat est le résultat de vingt années de recherche pour résoudre les difficultés soulevées par l'installation d'un équipement de climatisation d'un volume suffisamment faible pour s'adapter aux tunnels à petit gabarit du réseau IRT, vieux de 72 ans.

Sur les lignes à grand gabarit, toutes les voitures mises en service depuis 1968

sont climatisées. A la fin de 1977, lorsque l'ensemble des 754 voitures R-46 auront été livrées, la NYCTA disposera de 1 664 voitures climatisées, sur un parc total de près de 6 700 voitures.

(*Passenger Transport*,
31 décembre 1976)

Économie d'énergie dans le métro grâce aux volants d'inertie

L'expérimentation, depuis février 1976, de deux voitures de métro équipées d'un dispositif de propulsion à volant d'inertie s'est avérée efficace du point de vue de la réduction de la consommation d'énergie. Ces deux voitures, qui ont parcouru 22 200 km sur sept lignes de métro différentes, ont réalisé globalement une économie d'énergie de 19 %, avec des «pointes» de 40 % dans certains cas, notamment sur les services omnibus où le nombre d'arrêts et de démarrages est plus important que sur les services semi-directs.

Les volants d'inertie, installés au-dessous de chacune des deux voitures, emmagasinent l'énergie qui, normalement, se transforme en chaleur au moment du freinage. L'énergie emmagasinée aide le train à accélérer lors du démarrage.

(*Passenger Transport*, 28 janvier 1977)

Caracas



Début de la construction du métro

Le ministre des Travaux publics du Venezuela vient de passer un marché d'une valeur de 588 millions de dollars avec un consortium d'entreprises italiennes pour l'exécution des travaux de génie civil de la première ligne du métro de Caracas.

Cette ligne, qui reliera les stations «Petare» et «Pro Patria», aura une longueur de 20 km et sera presque entièrement souterraine. La mise en service de la ligne sur toute sa longueur est prévue pour 1980.

Par ailleurs, le dépouillement des soumissions répondant aux appels d'offres pour la construction du matériel roulant (140 voitures), des équipements de commande des trains et d'autres installations a fait apparaître comme moins-disant (229 millions de dollars) un consortium regroupant plusieurs entreprises françaises. Le contrat devrait être signé en septembre 1977.

La construction de 30 km supplémentaires de lignes est à l'étude.

(*Railway Gazette International*,
mars et avril 1977)

Plan du métro de Caracas.

