

DOCUMENTATION INFORMATION

REGIE
AUTONOME
DES
TRANSPORTS
PARISIENS

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

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

Abonnement pour l'année 1981
FRANCE et ETRANGER : 80 F

SOMMAIRE

L'ACTUALITÉ DANS LES TRANSPORTS PARISIENS

Inauguration du prolongement de la ligne 10 à Boulogne-Pont de Saint-Cloud -Rhin et Danube	5
Le tronçon "Boulogne-Jean Jaurès - Boulogne-Pont de Saint-Cloud- Rhin et Danube" de la ligne 10	6
Les enquêtes "trafic journalier du réseau ferré"	11
Vues des travaux en cours	20
Diapo-livres	22
Trafic et service de l'année 1981	23

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

"SOSIE": le simulateur de ligne de métro de la RATP	25
---	----

NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

Conseil d'administration	43
Quels transports urbains en site propre pour les pays en voie de développement ?	44
Exploitation du réseau d'autobus	49

LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE

Nouvelles de France	55
Nouvelles de l'étranger	57
Rapport d'activité des Transports publics de Hambourg	63

**BOULOGNE
PONT DE SAINT-CLOUD**
RHIN ET DANUBE



**BOULOGNE
PONT DE SAINT-CLOUD**
RHIN ET DANUBE

**BOULOGNE
PONT DE SAINT-CLOUD**
RHIN ET DANUBE

SORTIE



INAUGURATION DU PROLONGEMENT DE LA LIGNE 10 A BOULOGNE - PONT DE SAINT-CLOUD - RHIN ET DANUBE

Environ deux mois avant l'arrivée de la ligne B du RER à Gare du Nord dont nous rendrons compte dans le prochain numéro de notre revue, la dernière étape du prolongement de la ligne 10 dans Boulogne a été mise en service au début du mois d'octobre.

C'est en effet le 2 octobre que M. Lucien Vochel, Préfet de la Région d'Ile-de-France, représentant le Ministre des transports, a inauguré la nouvelle section "Jean Jaurès - Pont de Saint-Cloud" de la ligne 10 dans Boulogne. Cette manifestation s'est déroulée en présence de nombreuses personnalités parmi lesquelles M. Michel Giraud, Président du Conseil régional d'Ile-de-France, M. Georges Gorse, Député-maire de Boulogne-Billancourt, le Président de la RATP, M. Claude Quin, et son Directeur général, M. Jacques Deschamps.

Au cours des discours qui ont marqué l'inauguration de la station "Boulogne-Pont de Saint-Cloud", M. Deschamps a rappelé que cette réalisation s'inscrivait dans le programme d'amélioration de la desserte des communes de la banlieue parisienne dont les prochaines étapes seront l'arrivée du métro à Kremlin-Bicêtre en 1982, à Villejuif et à Bobigny en 1984, puis à la Courneuve vers 1985. Parallèlement, l'arrivée prochaine du RER à la Gare du Nord sera l'amorce de l'interconnexion entre lignes de la RATP et de la SNCF. Pour sa part, M. Quin a réaffirmé la nécessité d'accorder une large priorité au développement des transports en commun, notamment en poursuivant l'effort entrepris en faveur des communes de la banlieue parisienne. Il a également évoqué les problèmes financiers qui se posent à la RATP et l'indispensable évolution à mettre en œuvre dans ce domaine à l'occasion de la prochaine réforme régionale des transports. Enfin, lors de son allocution, le Préfet d'Ile-de-France a évoqué l'intérêt des mesures favorisant les rabattements par véhicules particuliers sur les stations ou gares terminales des réseaux ferrés. Il a, en parti-



Lors de l'inauguration, M. Lucien Vochel, Préfet de région, en conversation avec MM. Quin et Deschamps

RATP - Carrier

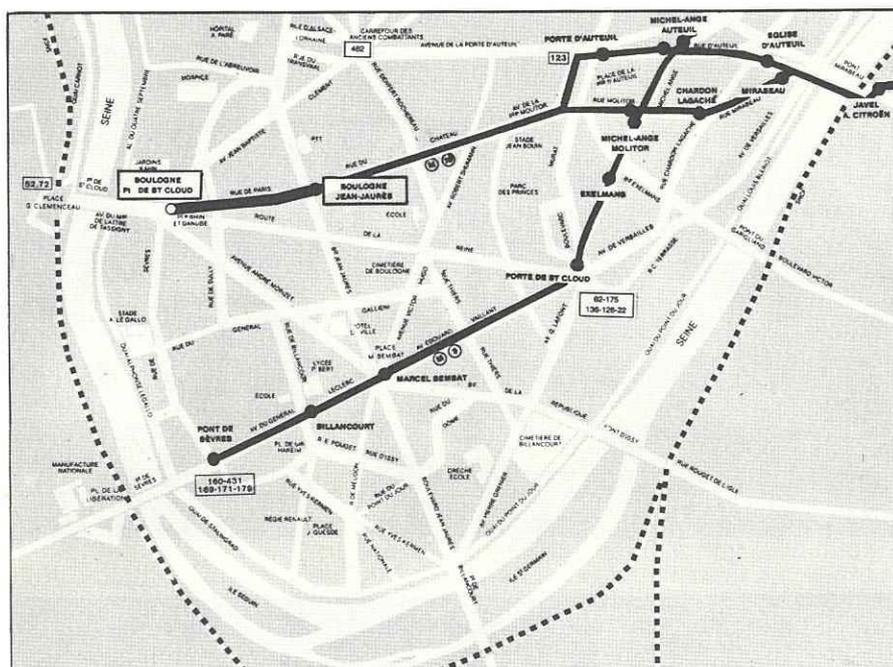


Devant la fresque rendant hommage à la Première armée "Rhin et Danube", on reconnaît, de gauche à droite, MM. Quin et Deschamps, Mme la Maréchale de Latre de Tassigny, et M. le Préfet Vochel

culier, indiqué qu'il examinerait la possibilité, pour les titulaires de la carte orange, d'accéder gratuitement aux parkings de rabattement.

RATP - Carrier

LE TRONÇON "BOULOGNE- JEAN JAURÈS - BOULOGNE- PONT DE SAINT-CLOUD - RHIN ET DANUBE" DE LA LIGNE 10



Le tronçon "Boulogne-Jean Jaurès - Boulogne-Pont de Saint-Cloud" constitue la dernière étape, longue de 860 m, du prolongement de la ligne 10 du métro.

Sa mise en service parachève la desserte de la commune de Boulogne, la plus importante de la banlieue parisienne par sa population - 105 000 habitants - et ses 80 000 emplois, qui disposait déjà de trois stations de la ligne 9 et d'une première station de la ligne 10 ouverte aux voyageurs un an plus tôt.

Les travaux

Au départ de la station "Boulogne-Jean Jaurès", le tracé de la nouvelle interstation, entièrement souterrain, emprunte la rue du Château sur une faible longueur, puis il s'établit sous la rue de Paris, qu'il suit jusqu'à la place "Rhin et Danube" sous laquelle est construite la station terminus "Boulogne - Pont de Saint-Cloud".

Les ouvrages, construits à ciel ouvert, ont été implantés entièrement dans les alluvions anciennes, en présence d'une nappe phréatique très active. De plus, le tracé sous la rue du Château et la rue de Paris est situé à proximité de nombreux immeubles, la largeur de ces deux rues étant en de multiples endroits limitée à 12 m.

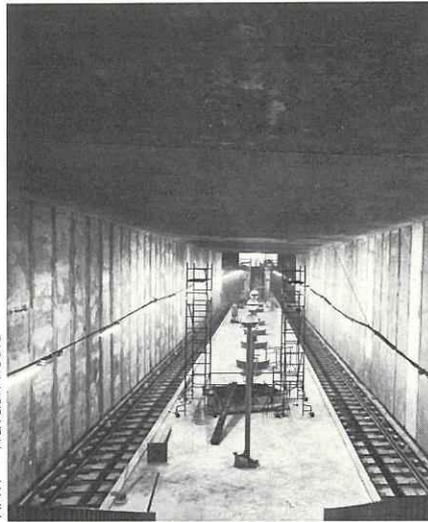
Ces différentes caractéristiques ont conduit à opter pour une exécution des travaux à ciel ouvert sous la protection de parois préfabriquées, afin d'assurer à la fois la stabilité des immeubles voisins et le terrassement du souterrain à l'abri des venues d'eau. Les injections nécessaires pour réaliser l'étanchéité du fond de la fouille ont été faites à grande profondeur à la base des parois, évitant ainsi tout soulèvement des immeubles.



Par ailleurs, la méthode utilisée pour exécuter le tunnel a permis de réduire au maximum la gêne que provoquent inévitablement pour la circulation des travaux réalisés à ciel ouvert: une dalle de couverture, prenant appui sur les parois préfabriquées, a été bétonnée au sol puis, après rétablissement de la chaussée et de la circulation, l'excavation du tunnel a été entreprise en sous-œuvre, à l'abri de cette dalle.

Concernant la réalisation du prolongement, il faut noter également que celui-ci a été doté d'aménagements propres à atténuer la propagation des nuisances sonores. Ainsi, la pose de voie est constituée de longs rails soudés posés sur béton avec interposition de semelles et de chaussons élastiques. Par ailleurs, aux débouchés en station, les tunnels ont fait l'objet d'un traitement spécial anti-bruit.

Le coût de la nouvelle section "Boulogne-Jean Jaurès - Boulogne-Pont de Saint-Cloud" s'élève, hors taxes et frais généraux compris, à 140 millions de francs.



RATP - Travaux neufs

Le nouveau terminus "Boulogne - Pont de Saint-Cloud - Rhin et Danube"

La nouvelle station terminus, longue de 76 m, est du type cadre en béton armé. Située sous la place "Rhin et Danube", elle comporte un quai central relié d'une part, à son extrémité est, à une salle des billets équipée de deux débouchés le long de l'avenue J.B. Clément et de la route de la Reine, d'autre part, à son



RATP - Thibaut



RATP - Thibaut



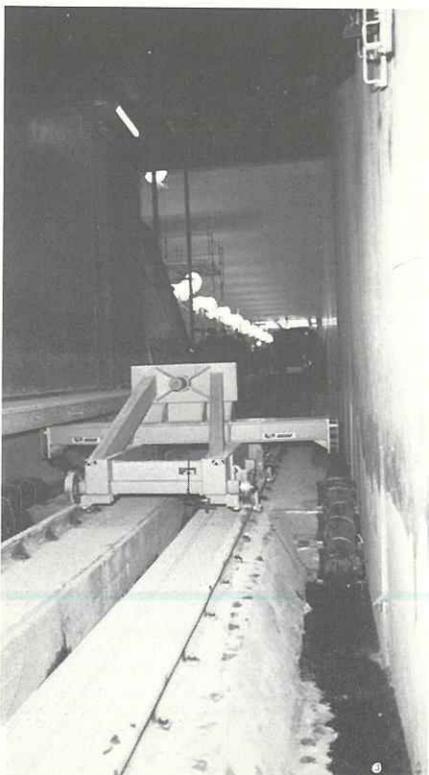
RATP - Thibaut

extrémité ouest, à un passage pour piétons déjà existant.

Les locaux de la station offrent, coté est, une évocation photographique des jardins Albert Kahn, de la maison de la nature et du parc de Saint-Cloud. Ils sont décorés, côté ouest, d'une fresque carrelée rendant hommage à la Première armée "Rhin et Danube", ainsi qu'aux autres unités qui ont contribué à la libération de la France (FFL, CEF, FFI, 2è DB).



RATP - Thibaut



8 RATP - Carrier



RATP - Thibaut



RATP - Thibaut

Quant aux ouvrages d'arrière-gare, il faut mentionner l'adoption d'un système original de freinage des trains en cas de dépassement de vitesse: le heurtoir dynamique, sorte de filet déformable, dont la fonction d'aide au freinage vient renforcer la sécurité.

Tarification et service

La nouvelle station "Boulogne-Pont de Saint-Cloud" est située dans la zone de tarification urbaine pour les billets et cartes hebdomadaires et en zone 2 de la carte orange.

En ce qui concerne l'exploitation, la configuration particulière de la ligne, en boucle à voie unique entre "Eglise d'Auteuil" et "Mirabeau", nécessite l'adoption d'un mode de desserte analogue à celui qui avait déjà été retenu lorsque la ligne avait été prolongée à "Boulogne-Jean Jaurès". En effet, il importe d'offrir un service intéressant aux voyageurs se rendant à Boulogne sans toutefois pénaliser, par un allongement inutile de leur temps de parcours, ceux qui empruntent la partie nord de la boucle pour se rendre dans la partie sud de cette boucle ou vers le centre de Paris. L'exploitation de la ligne se fait donc selon le schéma suivant:

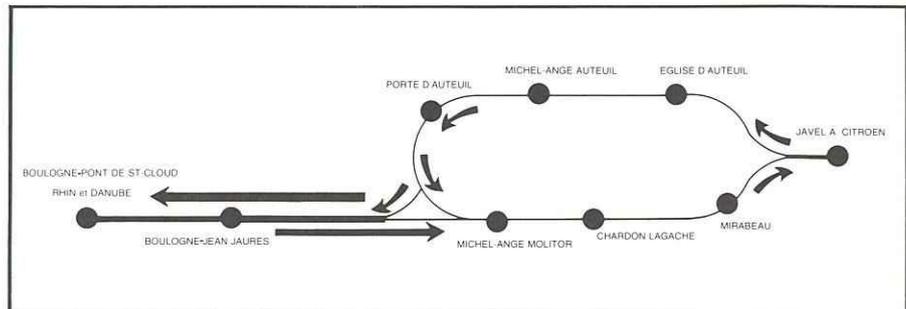
- du début de service le matin jusqu'à 18h40, un train sur deux est envoyé vers "Boulogne-Pont de Saint-Cloud", alors que le second utilise la boucle existante pour retourner dans Paris;
- à partir de 18h40, tous les trains desservent le nouveau terminus de "Pont de Saint-Cloud".

Afin de minimiser les inconvénients résultant de ce mode d'exploitation pour les voyageurs qui partent du nord de la boucle et se dirigent vers Austerlitz, une correspondance quai à quai est assurée, à partir de 18h40, à "Boulogne-Jean Jaurès" pour leur permettre de prendre le premier train se dirigeant vers Austerlitz.

Desserte

Avec l'ouverture de la station "Boulogne-Pont de Saint-Cloud", la ville de Boulogne dispose désormais de cinq stations de métro: trois stations sur la ligne 9 qui assure la liaison avec les quartiers de la rive droite et deux stations sur la ligne 10 qui dessert les quartiers de la rive gauche.

La nouvelle station dessert directement



RATP - Thibaut

près de 15 000 habitants et 8 000 emplois à moins de 600 m et pour les personnes concernées, le gain de temps apporté par le prolongement atteint 10 minutes. Si l'on considère l'influence de la nouvelle station dans un rayon de 1 000 m, ce sont 20 000 habitants et plus de 12 000 emplois qui sont intéressés et désormais, la totalité des habitants et des emplois de Boulogne se trouvent desservis, à moins de 1 000 m, par une station de métro.

Cette desserte, l'une des meilleures de l'agglomération parisienne, est complétée par le réseau d'autobus de la RATP dont plusieurs lignes innervent Boulogne et la relie à Paris et à plusieurs communes de l'ouest. L'une d'entre elles, la ligne 482, a été remaniée à la suite du prolongement du métro; par ailleurs, une

desserte interne gratuite de Boulogne est assurée par un service de minibus exploité par la RATP pour le compte de la municipalité; ce service a été prolongé jusqu'à la nouvelle station "Boulogne-Pont de Saint-Cloud" (voir la rubrique "Nouvelles diverses de la RATP").

Opération de promotion

La mise en service du nouveau prolongement a été l'occasion d'une opération de promotion intitulée "Boulogne a le ticket".

Il s'agissait d'une opération expérimentale visant à étudier dans une commune bien desservie par les transports en commun, l'impact sur l'utilisation de ces derniers par les habitants de la commune concernée, de la mise en œuvre, puis- sante et concentrée dans le temps, de toute une batterie de moyens de commu- nication et de promotion (publicité, affi- chage et presse, information par publi- portage, sonorisation des stations de métro, animation de la ville, jeux primés par la RATP, la municipalité et les com- merçants de la ville...).

Des études menées sur le terrain avant, pendant et après l'opération, permettront d'apprécier l'importance des résultats obtenus, lesquels feront, le moment venu, l'objet d'une présentation dans notre revue.



RATP - Thibaut

LES ENQUÊTES "TRAFIC JOURNALIER DU RÉSEAU FERRÉ"

par **Brigitte Niégo**,
Inspecteur principal
à la Direction des études générales

Pour un réseau de transports collectifs, la connaissance du trafic aide à mieux connaître la demande afin d'y adapter l'offre; le suivi permanent du trafic constitue un moyen d'apprécier l'évolution de cette demande, et une base de prévision pour son évolution future.

Les enquêtes "trafic journalier du réseau ferré" qui font l'objet du présent article ont été conçues comme un outil de mesure et d'analyse du trafic du réseau ferré.

Introduction: objectifs poursuivis et principes des enquêtes

La valeur du trafic ne peut pas être représentée par un indicateur unique. En effet, le trafic revêt plusieurs aspects complémentaires qui, implicitement, contiennent des références à des coûts - soit par l'intermédiaire du nombre d'utilisations (stations, couloirs, bureaux de vente des billets), soit par l'intermédiaire des distances parcourues - et à la qualité du service (nombre de ruptures de charge par exemple).

Pour rendre compte au mieux de la valeur du trafic, les indicateurs suivants ont été mis en place par la RATP en 1977 (1):

- **le nombre d'utilisations** du réseau (c'est-à-dire le nombre de déplacements au cours desquels le réseau est utilisé pendant la période considérée);
- **le nombre de parcours** sur le réseau

(c'est-à-dire le nombre de fractions de déplacements effectuées chacune sur le réseau dans un seul véhicule);

- **le nombre de voyageurs x kilomètres** (c'est-à-dire le kilométrage total parcouru par l'ensemble des clients sur le réseau).

Ces trois indicateurs sont relatifs à un domaine déterminé (réseau, sous-réseau, ligne) et à une période déterminée (heure, journée, semaine, mois, année). Ils sont liés les uns aux autres, par l'intermédiaire des deux variables "nombre moyen de ruptures de charge" et "distance kilométrique moyenne", par les relations:

Nombre de parcours = (nombre d'utilisations) x (nombre moyen de ruptures de charge + 1);

Nombre de voyageurs x kilomètres = (nombre d'utilisations) x (distance kilométrique moyenne).

Les enquêtes "trafic journalier du réseau ferré" ont pour premier objectif la mesure annuelle sur le réseau ferré de ces deux variables, pour un jour ouvrable moyen, afin de réactualiser les valeurs des trois indicateurs de trafic. Elles ont également pour but:

- de connaître la structure des déplacements sur l'ensemble du réseau (matrice origine - destination, charges des interstations, itinéraires empruntés ...);
- de décrire certaines caractéristiques des utilisateurs du réseau afin de mieux apprécier les besoins de la clientèle et donc d'y répondre plus efficacement.

La première enquête "trafic journalier du réseau ferré" a été réalisée au premier trimestre 1977. Il s'agissait alors de

recueillir un ensemble de données de base pour mesurer l'impact de la mise en service, en décembre 1977, de la jonction centrale du RER à Châtelet-Les Halles et de la branche de Noisy-le-Grand - Mont d'Est. Une enquête similaire a été menée au premier trimestre 1978. Toutes deux se sont déroulées au cours de jours ouvrables, à proximité des lignes de péages magnétiques de toutes les stations et de toutes les gares du réseau. Environ 1/15 des quatre millions de voyageurs quotidiens ont été interrogés, ce qui a permis d'obtenir, au niveau de confiance de 90%, une précision de l'ordre de 5% sur la distance kilométrique moyenne et 8% sur le nombre moyen de ruptures de charge (les erreurs non quantifiables, par exemple les erreurs des enquêteurs, n'étant pas prises en compte dans les calculs de précision).

Depuis 1978, la RATP procède annuellement à l'actualisation des indicateurs de trafic afin d'en assurer un suivi régulier. Dans un but d'économie, les enquêtes annuelles sont limitées à un panel de stations (75 sur 336) écoulant le tiers du trafic du réseau) dont l'étude permet d'évaluer avec une finesse suffisante les indicateurs de trafic. Quand des changements importants du réseau interviendront (par exemple l'interconnexion RATP-SNCF), il sera nécessaire d'élargir à nouveau le champ de l'enquête à l'ensemble du réseau.

Les résultats sont présentés ci-après regroupés en trois grandes catégories:

- les indicateurs globaux de trafic;
- la distribution des trafics et des itinéraires;
- les caractéristiques des utilisateurs du réseau.

(1) Un quatrième indicateur, "le nombre de clients", a également été défini, un client étant toute personne physique ayant utilisé une ou plusieurs fois le réseau de transports en commun. Le lecteur pourra se reporter à l'article de Messieurs Graux et Morlat intitulé "Indicateurs de trafic sur les réseaux de transports urbains", publié dans la revue "Transports" (numéro 225 de septembre 1977), et reproduit dans le numéro de novembre-décembre 1977 de notre revue.



RATP - Carrière

Les résultats concernant les indicateurs globaux de trafic couvrent la période 1977-1980 et leur présentation s'accompagne, chaque fois que cela est possible, d'une comparaison entre ceux de 1977 et ceux de 1978 afin de faire ressortir les changements induits par la mise en service des nouveaux tronçons du RER. En revanche, pour les autres éléments, seuls les résultats de l'enquête 1978 sont présentés.

Le lecteur pourra également se reporter à la figure n° 1 qui schématise le réseau (métro et RER) à la fin de 1980.

Evolution des indicateurs globaux de trafic

Les trois principaux indicateurs de trafic - utilisations, parcours et voyageurs x kilomètres - ont augmenté sur l'ensemble du réseau ferré entre le 1er trimestre 1977 et le 1er trimestre 1978, mais cette augmentation globale dissimule une dif-

férence bien marquée des évolutions sur le métro et le RER ainsi que le montrent les tableaux page ci-contre et page 14, le RER ayant bénéficié d'une évolution fondamentale en décembre 1977.

Les répercussions favorables de cette évolution apparaissent également de façon très nette dans les variations des indicateurs complémentaires (nombre moyen de ruptures de charge, distance, durée et vitesse moyennes des trajets).

Utilisations

Le nombre d'utilisations sur l'ensemble du réseau progresse de 3% entre 1977 et 1978, cette progression provenant en totalité du RER à la suite de la mise en service, en décembre 1977, de la jonction "Auber-Nation", du prolongement de l'ex-ligne de Sceaux à Châtelet-Les Halles et de la création de la branche de Noisy-le-Grand - Mont d'Est. La ligne qui a le plus bénéficié des nouvelles infrastructures est l'ancienne branche de Boissy-Saint-Léger avec une augmentation de trafic de 56% entre Nation et Boissy-Saint-Léger; vient ensuite l'ancienne branche de Saint-Germain-en-Laye (38% de trafic supplémentaire entre Saint-Germain-en-Laye et Auber), et enfin l'ancienne ligne de Sceaux (9% de trafic supplémentaire entre Luxembourg et Saint-Rémy-lès-Chevreuse).

La progression constatée entre 1978 et 1980 est moindre mais elle est cependant, sur l'ensemble du réseau ferré, de l'ordre de 1% par an et, cumulée de 1977 à 1980, l'augmentation atteint près de 6%, le nombre d'utilisations par jour ouvrable s'élevant à 4 045 000 en 1980.

De 1978 à 1979, cet accroissement traduit essentiellement la poursuite des effets de l'extension du RER, les voyageurs assimilant de plus en plus la partie urbaine du RER au métro pour leurs déplacements à l'intérieur de la capitale.

En 1980, l'augmentation des utilisations s'explique encore partiellement par une fréquentation accrue des lignes A et B du RER, mais aussi par l'extension de la ligne 7 vers le nord-est (tronçon "Porte de la Villette - Fort d'Aubervilliers" mis en service en octobre 1979). On peut également noter que la création de la ligne C du RER, en octobre 1979, ne produit pas d'effet perceptible au niveau global.

Parcours et nombre moyen de ruptures de charge

Entre 1977 et 1978, sur l'ensemble du réseau ferré, le nombre de parcours varie dans la même proportion que celui des utilisations (+ 3%), car le nombre moyen de ruptures de charge reste presque constant (0,52 en 1977, 0,53 en 1978) pour l'ensemble du réseau.

Cependant, pour les voyageurs qui utilisent en premier le RER pour se rabattre sur le métro ou pénétrer dans Paris, le taux de correspondance baisse (0,53 en 1977, 0,48 en 1978), ce qui confirme que la mise en service du tronçon "Auber-Nation" a facilité leurs déplacements de façon sensible. A cet égard, les voyageurs au départ des gares de l'ancienne branche de Boissy-Saint-Léger, qui transitaient obligatoirement par Nation pour pénétrer dans Paris, sont les plus avantageés et leur taux de correspondance passe de 0,68 en 1977 à 0,44 en 1978, soit une diminution de 35%. La diminution est moins spectaculaire mais néanmoins sensible (de 0,43 à 0,38, soit 12%) pour les voyageurs au départ des gares de l'ancienne branche de Saint-Germain-en-Laye qui atteignaient déjà sans rupture de charge le quartier Auber-Opéra. En revanche, pour les voyageurs au départ des gares de l'ancienne ligne de Sceaux, tributaires d'une ligne qui se terminait en cul-de-sac à Luxembourg et dont, pour cette raison, un grand nombre préféreraient continuer leur trajet en quittant le réseau ferré, le taux de correspondance croît de 0,53 à 0,59, soit une augmentation de 11% imputable aux nouvelles possibilités de correspondance offertes à Châtelet-Les Halles.

A partir de 1978, le nombre de parcours effectués quotidiennement sur l'ensemble du réseau se stabilise pratiquement, une légère baisse du nombre moyen de ruptures de charges sur le métro de 1979 à 1980 étant compensée par une hausse du nombre des utilisations.

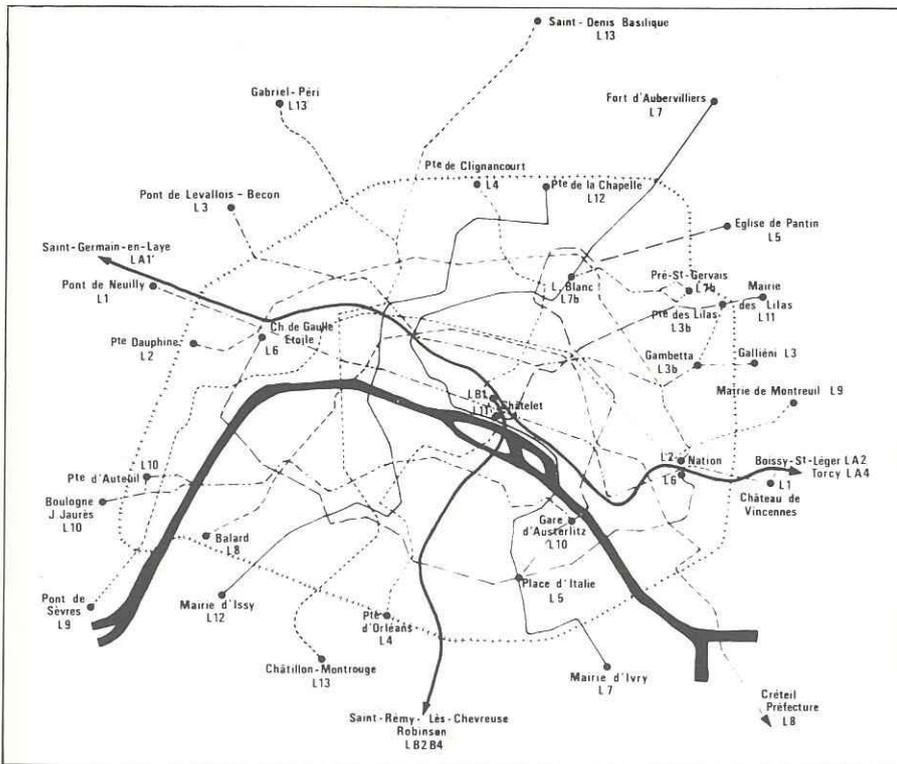


Fig. 1: Le réseau ferré à la fin 1980

Utilisations (en milliers) - Jour ouvrable (6h-20h)

	1er trimestre 1977	1er trimestre 1978	Variation	
			Absolue	Relative
Métro exclusivement	3 380	3 350	-30	- 1%
Métro et RER	253	293	+40	+0,3%
RER exclusivement	200	310	+110	+16%
Réseau ferré	3 833	3 953	+120	+33%

Parcours (en milliers) - Jour ouvrable (6h-20h)

	1er trimestre 1977	1er trimestre 1978	Variation	
			Absolue	Relative
Métro	5 380	5 380	-	-
RER	455	640	+185	+41%
Réseau ferré	5 835	6 020	+185	+3%

Voyageurs x kilomètres et distance kilométrique moyenne

Entre 1977 et 1978, sur l'ensemble du réseau, le nombre de voyageurs x kilomètres croît de 7%, ce qui traduit globalement une diminution de 4% sur le métro et une augmentation de 55% sur le RER, cette dernière variation résultant à la fois de l'augmentation du nombre d'utilisations (+ 33%) et de celle de la distance moyenne parcourue sur ce sous-réseau (9,6 km en 1977 et 11,2 km en 1978, soit + 17%).

Pour l'ensemble du réseau, la distance kilométrique moyenne parcourue lors d'un déplacement évolue plus modestement puisqu'elle passe de 6,0 km en 1977 à 6,2 km en 1978, celle des voyageurs entrant dans les gares ou stations situées au centre de Paris étant naturellement plus faible que celle des voyageurs entrant dans les gares ou stations périphériques.

De 1978 à 1980, le nombre de voyageurs x kilomètres croît encore de 2,5%, enregistrant une forte progression sur le RER et une faible diminution sur le métro dues essentiellement aux variations déjà mentionnées des utilisations, la distance moyenne parcourue restant par ailleurs globalement stable.

Durée et vitesse des trajets

Entre le 1er trimestre 1977 et le 1er trimestre 1978, le temps total passé sur l'ensemble du réseau ferré par les voyageurs au cours d'un jour ouvrable (période 6h - 20h) est passé de 1 187 000 à 1 226 000 heures (+ 3%). Cette augmentation est très inférieure à celle du trafic exprimé en voyageurs x kilomètres (+ 7%), ce qui met clairement en évidence l'amélioration du réseau et du service.

Ainsi, alors que la distance moyenne des déplacements a augmenté de 3,5% **leur durée moyenne** n'a globalement pas varié entre 1977 et 1978 (19 minutes). On peut cependant noter que les voyageurs qui utilisent le RER pour se rabattre sur le métro, ou qui sont des utilisateurs exclusifs du RER, bénéficient

	1er trimestre 1977	1er trimestre 1978	Variation	
			Absolue	Relative
Métro	18 650	17 830	- 820	- 4%
RER	4 320	6 700	+2 380	+55%
Réseau ferré	22 970	24 530	+1 560	+ 7%

Voyageurs x kilomètres (en milliers) - Jour ouvrable (6h-20h)

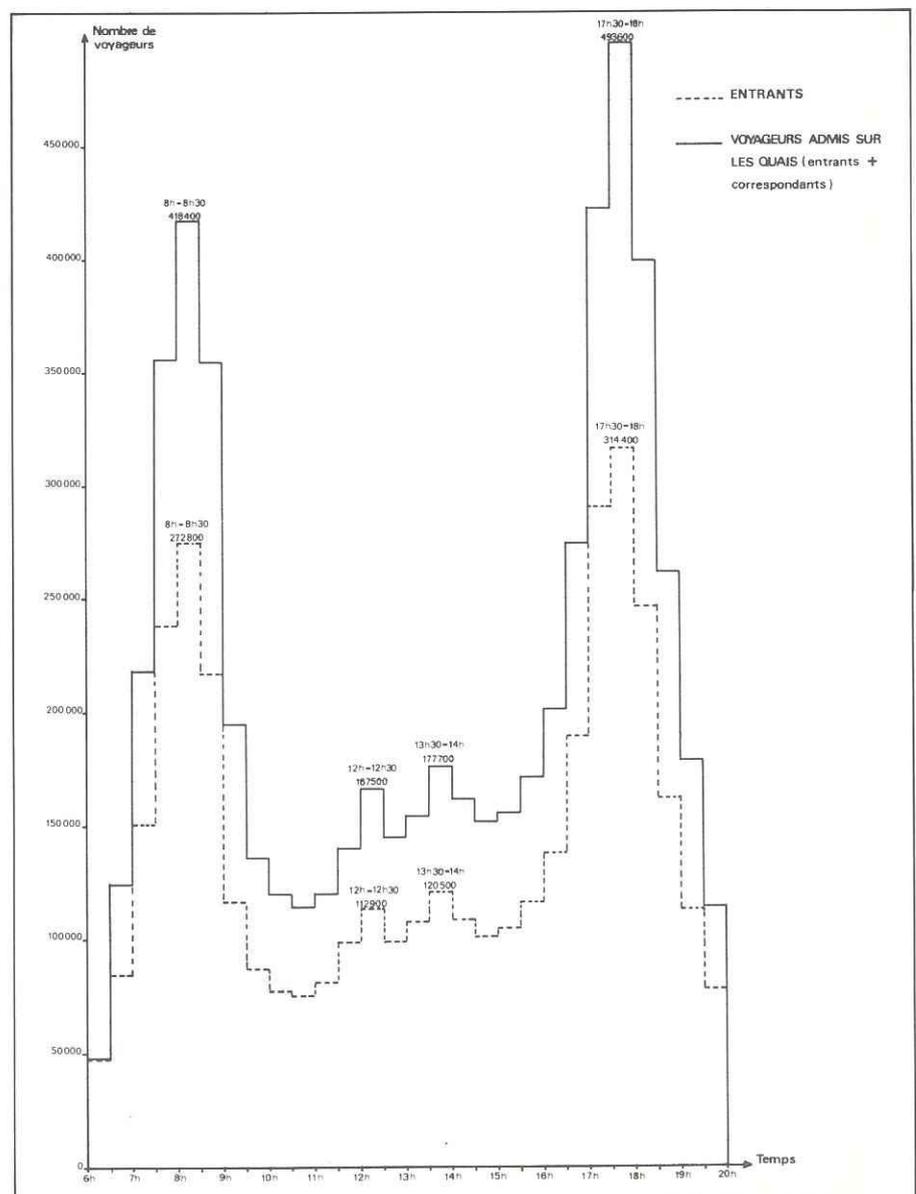


Fig. 2: Répartition du nombre d'entrants et de voyageurs admis sur les quais du réseau ferré par demi-heure (jour ouvrable moyen du premier trimestre 1978)

d'un gain de temps moyen de deux minutes, atteignant même quatre minutes pour ceux qui partent des gares de l'ancienne ligne de Boissy-Saint-Léger

En ce qui concerne la **vitesse moyenne** de trajet (incluant temps d'attente et temps de correspondance) elle a, bien entendu, légèrement augmenté sur l'ensemble du réseau ferré, passant de 18,9 à 19,6 km/heure (+ 3,7%). Là encore, les voyageurs qui prennent le RER pour se rabattre sur le métro ou qui sont utilisateurs exclusifs du RER sont les plus privilégiés (26,1 km/h en 1977, 30,3 km/h en 1978); la vitesse s'est particulièrement accrue pour ceux qui partent des gares de l'ancienne ligne de Boissy-Saint-Léger : + 30%.

Distribution des trafics et des itinéraires en 1978

Analyse des trafics

Sur les 4 millions de voyages ou 6 millions de parcours effectués un jour ouvrable (entre 6h et 20h) au 1er trimestre 1978 (voir chapitre précédent) environ 40% s'écoulent en 3h, entre 7h30 et 9h et entre 17h et 18h30 (voir figure n° 2 indiquant la répartition du trafic au cours de la journée).

Si l'on examine les trafics par ligne, les trois premières lignes de métro sont, tant en ce qui concerne le nombre de parcours que le nombre de voyageurs x kilomètres, les lignes 1, 4 et 9 (voir figures n° 3 et 4).

Au 1er trimestre 1978, sur la période de pointe du soir (16h30 à 20h), le tronçon le plus chargé du réseau se situe sur la ligne 4 entre Les Halles et Gare de l'Est. Vient ensuite la ligne 1 entre Champs-Élysées - Clémenceau et Gare de Lyon.

Cette dernière a pourtant été délestée par un report des voyageurs sur la ligne A à la suite de la jonction centrale du

RER; de ce fait, la densité des voyageurs au mètre carré sur l'interstation la plus chargée de la ligne 1, à l'heure de pointe du soir, a diminué entre 1977 et 1978 ainsi que le montre la figure n° 5 (2). Pour les mêmes raisons, les lignes 6 et 8 ont également été délestées, mais à un moindre degré.

On peut également noter qu'à la suite du raccordement des lignes 13 et 14 en novembre 1976, la densité de la ligne 12 a continué à décroître au cours de l'hiver 1977-1978 par un report de voyageurs sur la nouvelle ligne 13.

Fig. 3: Classement des lignes du métro selon le nombre de parcours en 1978

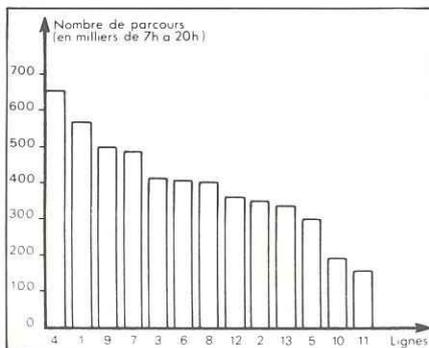
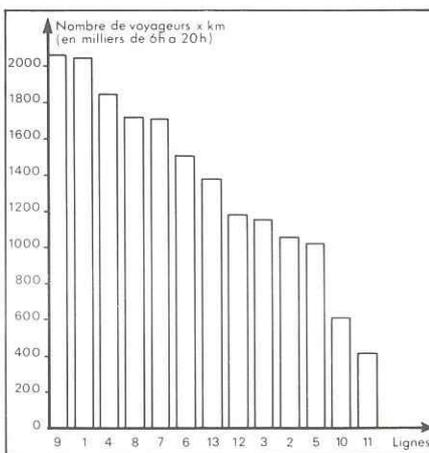


Fig. 4: Classement des lignes du métro selon le nombre de voyageurs x kilomètres en 1978



(2) Les densités indiquées sur ce graphique sont les moyennes calculées sur une demi-heure et sur toutes les voitures de 2ème classe de tous les trains. Il s'ensuit que l'on constate des densités supérieures dans certaines voitures au moment de la super-pointe.

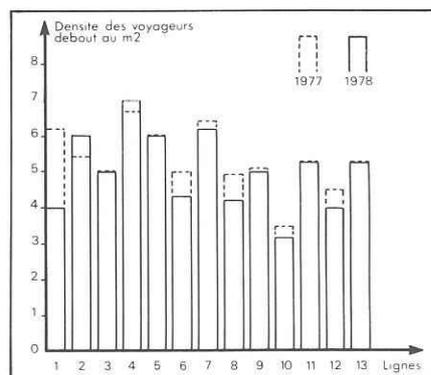


Fig. 5: Evolution entre 1977 et 1978 de la densité des voyageurs sur les lignes de métro (demi-heure de pointe du soir sur l'interstation la plus chargée)

En ce qui concerne les stations, les cinq plus importantes du métro avec un nombre d'entrants compris entre 115 000 et 53 000 sur la période 6h-20h, sont celles qui sont en correspondance avec les grandes gares SNCF: Gare du Nord, Gare Saint-Lazare, Gare de l'Est, Gare Montparnasse et Gare de Lyon. Ensuite, avec un nombre d'entrants compris entre 53 000 et 20 000 voyageurs, viennent des stations de correspondance ou des terminus importants d'autobus de banlieue au nombre de 33. Au-dessous de 10 000 voyageurs figurent des stations simples.

Parmi les gares du RER, les plus importantes sont celles de Paris et celle de La Défense. Toutes ces dernières, sauf Gare de Lyon, ont un trafic plus élevé à la pointe du soir qu'à celle du matin, tandis que les gares de banlieue et Gare de Lyon ont un trafic plus élevé le matin.

Le complexe "Les Halles, Châtelet, Châtelet-Les Halles" (lignes A, B, 1, 4, 7 et 11) est le nœud de correspondance le plus important du réseau ferré avec près de 200 000 correspondants par jour ouvrable (période 7h-20h), le flux le plus fort se produisant entre les lignes A et B (environ 35 000 correspondants). Vient ensuite le complexe Havre-Caumartin - Auber-Opéra (155 000 correspondants), Nation (129 000 correspondants), Charles de Gaulle-Etoile (124 000 correspondants) et République (123 000 correspondants).

Analyse des itinéraires

Les deux tiers des utilisations du réseau ferré s'effectuent dans Paris intramuros (ce qui n'exclut pas que les utilisateurs se soient rabattus sur Paris ou le quittent par un autre moyen de transport).

Les liaisons entre Paris et la banlieue sont équilibrées sur l'ensemble de la journée, plus nombreuses le matin dans le sens banlieue vers Paris, elles sont prépondérantes le soir dans le sens Paris vers banlieue, ainsi que le montre le tableau ci-contre en haut donnant l'importance relative des flux de trafic le matin, le soir et pour l'ensemble d'un jour ouvrable.

Quant aux principaux flux origine-destination de station à station entre 6h et 20h, ils correspondent à des trajets directs et sur les 40 plus importants d'entre eux, 38 ont pour origine ou pour destination une gare SNCF.

Flux origine-destination	Paris ↔ Paris	Paris → banlieue	Banlieue → Paris	Banlieue ↔ banlieue	Ensemble
6h - 9h30	62%	10%	22%	6%	100%
16h30 - 20h	67%	19%	9%	5%	100%
6h -20h	68%	13%	14%	5%	100%

	15 à 35 ans	35 à 65 ans	Plus de 65 ans
Entrants sur le réseau ferré	60%	35%	5%
Population d'Ile-de-France	42%	43%	15%
Entrants ACTIFS sur le réseau ferré	55%	43%	2%
Population ACTIVE d'Ile-de-France	44%	53%	3%

Les utilisateurs du réseau ferré en 1978

Qui sont les utilisateurs du réseau ferré ?

58% des voyageurs du réseau ferré d'un jour ouvrable (6h-20h) sont des hommes et 42% des femmes, répartition identique à celle de la population **active** de la région d'Ile-de-France.

De l'analyse en fonction de l'âge, il ressort que sur l'ensemble des personnes âgées de plus de 15 ans, les moins de 35 ans utilisent plus fréquemment le réseau ferré que les autres. Cela reste vrai, quoique moins nettement, si l'on se limite à la population active, comme le montre le tableau ci-contre au milieu.

Quant à la classification selon les catégories socio-professionnelles, dans leur ensemble, les personnes actives empruntent davantage le réseau ferré

que les personnes inactives (élèves et étudiants, personnes sans profession, retraités), et la part des actifs est plus importante parmi les utilisateurs du réseau habitant la banlieue que parmi ceux qui habitent Paris, alors que les actifs sont relativement plus nombreux chez les résidents à Paris que chez les résidents en banlieue. Par ailleurs, les cadres moyens, les employés et les professions libérales et cadres supérieurs se retrouvent proportionnellement deux fois plus nombreux parmi les entrants sur le réseau ferré que parmi la population d'Ile-de-France.

En ce qui concerne le lieu de résidence, une proportion de 96% des entrants sur le réseau ferré habitent la région Ile-de-France (48,5% dans Paris, 11% dans chacun des trois départements de la petite couronne et 14,5%

dans l'ensemble des départements formant la grande couronne). Le taux d'utilisation du réseau ferré, c'est-à-dire le rapport entre le nombre d'utilisations effectuées au cours d'un jour ouvrable moyen par les habitants d'un département, d'un arrondissement ou d'une commune, et sa population, est très élevé pour Paris (0,83), notamment dans les 1er, 2ème, 4ème, 10ème, 11ème, 12ème, 19ème et 20ème arrondissements. Viennent ensuite les trois départements de la petite couronne, puis, en dernier, les quatre départements de la grande couronne (voir tableau ci-dessus).

Le taux d'utilisation du RER est tout naturellement important dans les communes traversées par les lignes A et B; on constate également une influence certaine sur les communes avoisinantes, et sur les communes situées le long des

lignes SNCF de Tournan et de Fontainebleau, qui rabattent les voyageurs sur le RER.

Pourquoi les utilisateurs se déplacent-ils ?

Au cours de la journée, 60% des utilisations du réseau ferré correspondent à des déplacements migratoires (c'est-à-dire des déplacements "domicile-travail" ou "domicile-école"). Comme l'indique le tableau ci-dessous, leur pourcentage est plus fort pendant la pointe du matin que pendant celle du soir, certains voyageurs rentrant le soir de leur travail avant la pointe, ou, au contraire, allant faire des achats ou se distraire à la sortie du travail.

Tranche horaire	% de déplacements migratoires
6h - 9h30	88%
9h30 - 16h30	35%
16h30 - 20h	62%
6h - 20h	60%

Par ailleurs, les trajets des migrants sont en moyenne plus longs que ceux des non migrants, car toutes les variables entrant dans le calcul des indicateurs de trafic sont plus élevées pour les premiers que pour les seconds: nombre moyen de ruptures de charge (0,55 contre 0,49), distance kilométrique moyenne (6,70 km contre 5,44 km), durée moyenne de trajet (19 minutes contre 17 minutes).

Si l'on examine maintenant l'origine des déplacements, on constate que les utilisations au départ du domicile représentent 42% de l'ensemble des utilisations du réseau ferré entre 6h et 20h, le motif dominant à la destination étant le travail. Les pourcentages de trajets "domicile-travail", dans le tableau ci-contre, montrent par ailleurs que les parisiens empruntent davantage le réseau ferré pour leurs loisirs que les habitants de banlieue.

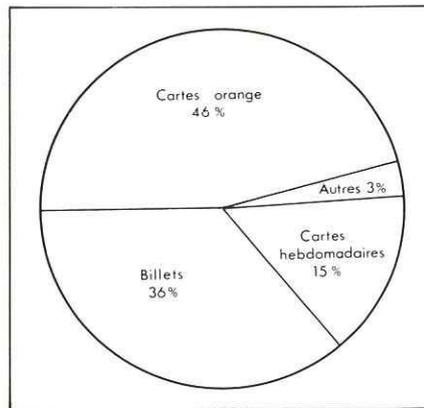


Fig. 6: Répartition des utilisateurs du réseau ferré par nature de titre de transport en 1978

Comment les utilisateurs se déplacent-ils ?

En ce qui concerne les titres de transport, il est surtout intéressant de noter que les utilisations du réseau ferré effectuées à l'aide d'une carte orange représentent près de la moitié de l'ensemble des utilisations ainsi que l'indique la figure n° 6.

La fréquence d'utilisation du réseau ferré par nature de titre de transport est donnée par le tableau suivant:

Le pourcentage d'utilisations quotidiennes du réseau est naturellement plus fort pendant les heures de pointe (6h-9h30 et 16h30-20h) que pendant les heures creuses où les voyageurs occasionnels sont relativement plus nombreux, et parmi les porteurs de carte orange que parmi les autres voyageurs.

Si l'on étudie maintenant la chaîne de transport, il est intéressant de "regarder" quel est le dernier mode de transport utilisé pour se rabattre sur le réseau ferré.

Fréquence d'utilisation du réseau ferré	% de voyageurs		
	Porteurs de carte orange	Porteurs d'un titre autre que la carte orange	Ensemble des voyageurs
Tous les jours	87%	62%	72,5%
3 ou 4 jours/semaine	10%	15%	13%
Moins de 3 jours/semaine	3%	23%	14,5%

	Habitant Paris	Habitant la banlieue	Habitant l'Île-de-France
% de trajets "domicile → travail"	56%	67%	62%
% de trajets "domicile → école"	13,5%	13,5%	13%
% de trajets "domicile → autre"	30,5%	19,5%	25%

Ainsi que le montre le tableau ci-contre, en moyenne sur l'ensemble de la journée, 80% des voyageurs se rabattent à pied sur le réseau ferré et les rabattements en autobus sont relativement plus nombreux parmi les porteurs de carte orange que parmi les autres voyageurs.

Il apparaît d'autre part que la proportion des rabattements autres qu'à pied est plus élevée chez les voyageurs en provenance de la banlieue, le matin quand les déplacements banlieue vers Paris sont les plus nombreux, et que les rabattements en voiture particulière, deux roues, etc... se trouvent principalement dans les gares du RER, notamment dans les zones non desservies par les autobus RATP.

A l'examen des chaînes complètes de transport, il ressort que les voyageurs multi-modaux représentent 35% de l'ensemble des entrants sur le réseau ferré: plus enclins que les autres à acheter une carte orange, ils représentent un pourcentage de 41% parmi les porteurs de carte orange et 30,5% seulement parmi les autres voyageurs.

Synthèse

La mise en service des tronçons "Auber-Nation", "Luxembourg-Châtelet-Les Halles" et "Vincennes - Noisy-le-Grand-Mont d'Est", en décembre 1977, a fait du RER un ensemble structuré, articulé autour de la gare centrale de Châtelet-Les Halles et bien intégré au réseau du métro.

A la suite de cette opération, le nombre d'utilisations du RER a crû de 33% en un an et de près de 50% en trois ans. Les voyageurs prenant le RER pour se rabattre sur le métro ou pour pénétrer dans Paris ont vu leur taux de ruptures de charge diminuer de façon très sensible. La principale ligne bénéficiaire est la branche de Boissy-Saint-Léger.

Le nombre quotidien de voyageurs x kilomètres sur le RER s'est élevé de 4 320 000 au 1er trimestre 1977 à 7 390 000 en 1980, faisant croître le ratio voyageurs x kilomètres/places x kilomètres offertes de 23%. Consécutivement, sur le métro, le délestage de la ligne 1 et, à un moindre degré, des lignes 6 et 8, a

Dernier mode rabattement	% de voyageurs		
	Porteurs de carte orange	Porteurs d'un titre autre que la carte orange	Total des voyageurs
Autobus	11%	4%	7%
Train	10%	8%	9%
Voiture particulière, deux roues, etc...	3%	5%	4%
A pied exclusivement	76%	83%	80%

permis leur exploitation avec un taux de remplissage plus faible et des fréquences plus faibles. Globalement, le ratio voyageurs x kilomètres/places x kilomètres offertes n'a pas varié sensiblement sur l'ensemble du réseau.

Sous un autre angle, l'amélioration du service s'est concrétisée en un an, de 1977 à 1978, par un gain de temps considérable qui confirme l'intérêt pour la collectivité de l'effort fait en finançant cette opération: dès le début de 1978, plus de 300 000 utilisateurs quotidiens bénéficiaient en effet déjà de ces gains de temps qui ont représenté, sur l'ensemble de l'année, un total de 20 millions d'heures.

Pour une grande part, l'utilisation du réseau ferré reste liée à l'obligation d'aller au travail ou à l'école: en effet, 60% des déplacements effectués par ce moyen sont migratoires, le trajet des "migrants" sur le réseau étant d'ailleurs en moyenne plus long que celui des autres voyageurs: on choisit plus difficilement son lieu de travail ou son école qu'un cinéma, un magasin, etc... Peut-être aussi cherche-t-on davantage à minimiser les coûts monétaires des déplacements obligés parce qu'ils sont répétitifs, et peut-être également les retards éventuels causés par les aléas de la circulation sont-ils moins gênants lors des déplacements associés aux loisirs.

Ces derniers déplacements sont plus fréquents chez les Parisiens que chez les habitants de banlieue, souvent obligés

d'utiliser un moyen de transport complémentaire pour se rabattre sur le métro ou le RER. Les rabattements en voiture particulière sont relativement plus nombreux sur les gares du RER, notamment dans les zones non desservies par les autobus RATP. En règle générale, ils augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Paris.

Tout ceci dénote l'importance de l'effort, tant en matière d'information que d'adaptation de l'offre, que la RATP - avec l'aide des pouvoirs publics - doit consentir pour promouvoir l'utilisation du réseau ferré et le rendre plus attractive.

Au total cependant, 32% des voyages commencent dans une station ou une gare de banlieue, ou y aboutissent. Ce chiffre justifie les prolongements réalisés des lignes de métro et met en évidence l'importance de la demande potentielle.

Conclusion

Les enquêtes "trafic journalier du réseau ferré" constituent un outil pour mesurer le trafic du réseau ferré au moyen d'une batterie de trois principaux indicateurs complémentaires dont les variations sont aisément interprétables. La qualité de cet outil est validée par la confrontation des résultats entre eux et avec différentes sources externes, et par la grande précision qui leur est associée.

Les sous-produits (mesure des flux de voyageurs sur le réseau, caractéristiques des utilisateurs du réseau) servent de référence dans les modèles de prévision et de nombreuses études, et sont à la base d'une abondante documentation.

A l'horizon 1983, l'interconnexion entre la ligne B et les lignes SNCF du faisceau Aulnay-Roissy-Mitry permettra aux voyageurs de transiter d'un réseau à l'autre sans changer de train. Les systèmes de péages automatiques ne suffiront alors plus à mesurer le nombre des entrants sur le réseau de la RATP. Aménagées en fonction de la situation nouvelle, les enquêtes "trafic journalier du réseau ferré" devraient rester un outil très utile capable d'assurer avec précision le suivi des statistiques de trafic et de l'évolution de la clientèle.

VUES DES TRAVAUX EN COURS

MÉTRO - LIGNE 5: PROLONGEMENT À LA PRÉFECTURE DE BOBIGNY

- ① Vue générale des emprises en direction de Paris
- ② Vue des emprises au niveau du carrefour de la Folie

MÉTRO - LIGNE 7: PROLONGEMENT AU SUD, À VILLEJUIF

- ③ Etat d'avancement des travaux à la station "Kremlin-Bicêtre"

RER - LIGNE B: SUPPRESSION DES PASSAGES À NIVEAU

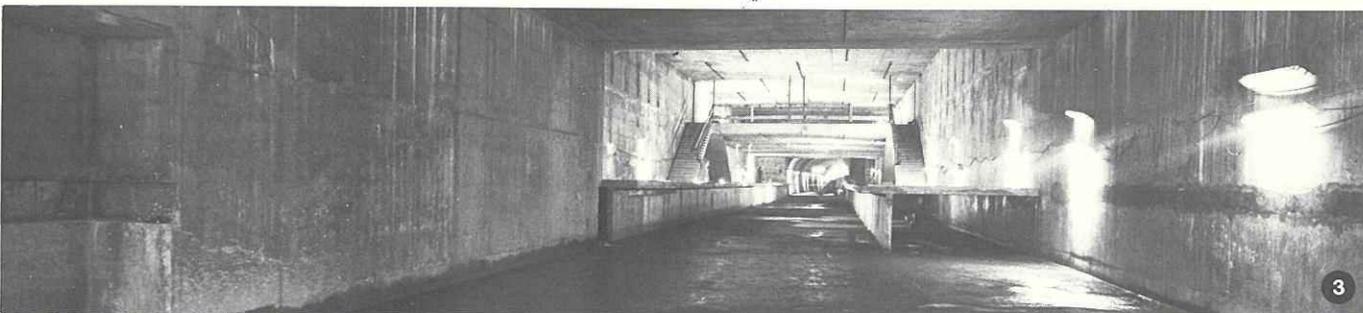
- ④ Ouvrage de remplacement du PN 26 de Gif-sur-Yvette



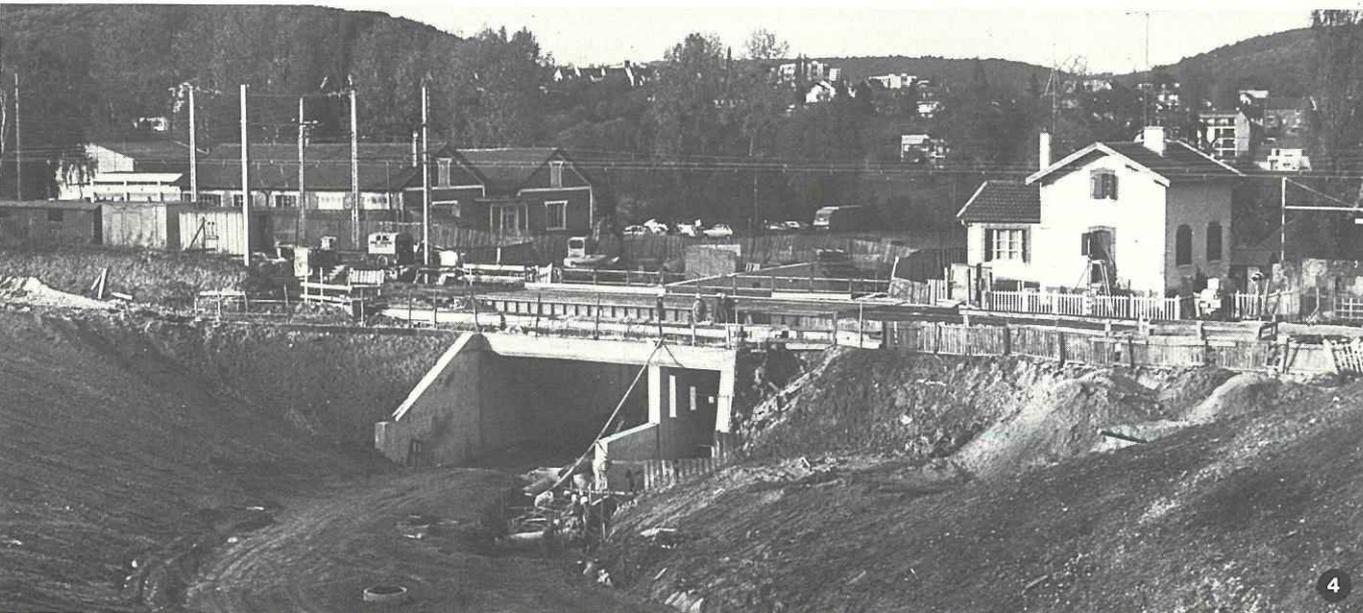
RATP - Travaux neufs



RATP - Travaux neufs



RATP - Travaux neufs



RATP - Chabrol

ATELIERS DU RESEAU FERRE

- ⑤ Chantier de reconstruction des ateliers de Charonne
- ⑥ Intérieur du futur local des ateliers de Massy-Palaiseau

CHANTIERS DIVERS

- ⑦ Réfection de la couverture métallique de la station "Saint-Lazare - ligne 3"



RATP - Ardailion



RATP - Travaux neufs



RATP - Ardailion

DIAPO-LIVRES



RATP - Thibaut

Pour faire suite aux précédentes publications relatives au RER, au métro et aux autobus, la RATP vient d'élaborer, en étroite collaboration avec le Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP) de Paris, un nouveau diapo-livre consacré aux techniques et matériels de construction des tunnels.

Comment on exécute un tunnel ? Pourquoi on choisit telle ou telle technique ? C'est à ces questions que répond ce diapo-livre articulé en trois chapitres :

- Méthodes classiques d'excavation à l'avancement (en terrain quelconque, en terrain et roches de moyenne tenue, en terrain de bonne tenue et dans les roches dures).
- Cas particulier des terrains aquifères (rabattement, congélation, travail sous air comprimé, injections d'étanchement).
- Matériels et techniques mis en œuvre (traitements des terrains, soutènement et creusement).

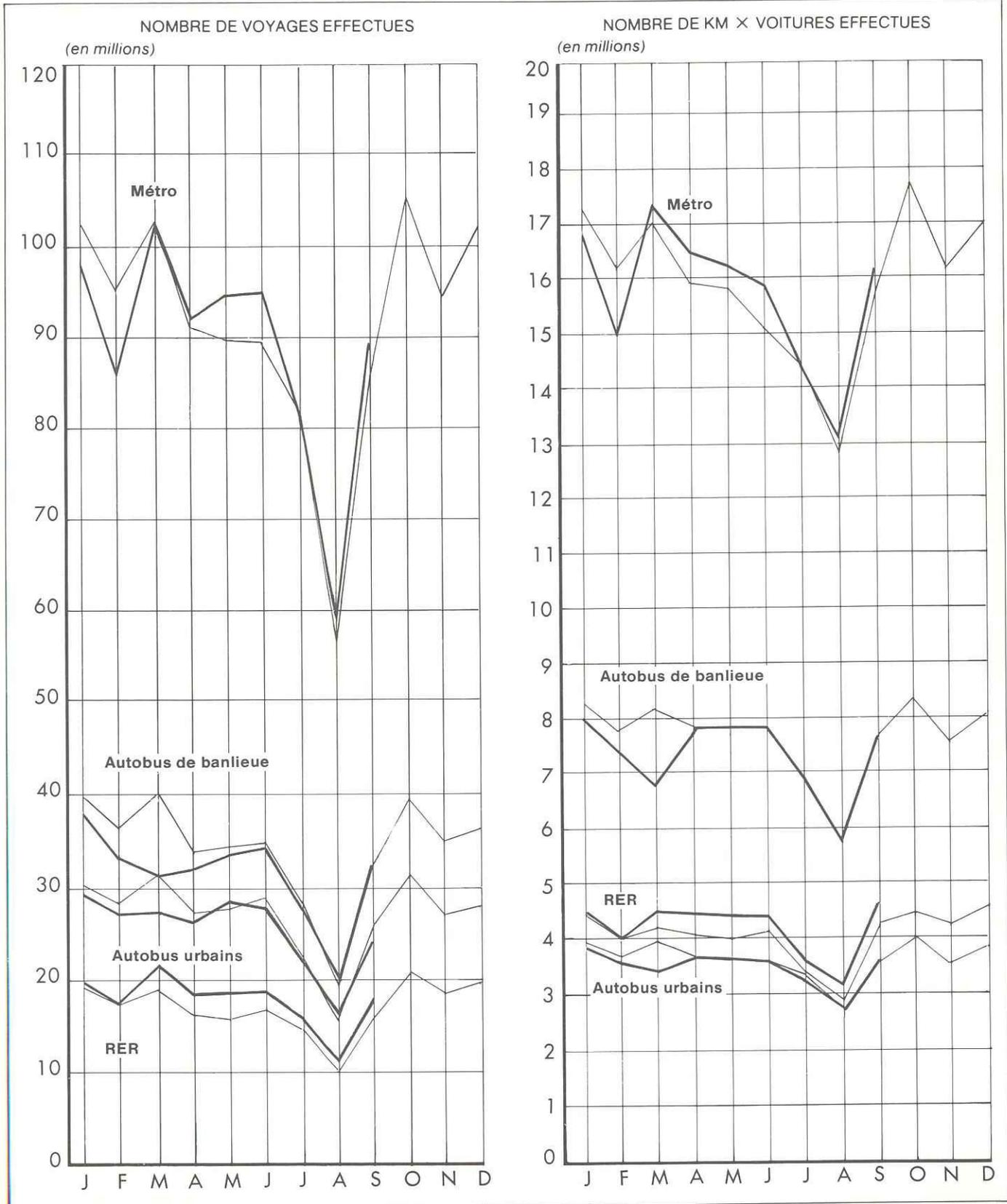
Constitué de 24 diapositives, d'un livret de commentaires et de planches, ce diapo-livre est, comme les précédents, essentiellement destiné aux enseignants auxquels il fournit, dans ce domaine un peu particulier des travaux publics, des informations techniques sur les méthodes traditionnelles et modernes de réalisation des souterrains. Les professeurs chargés d'enseigner la construction mécanique, le génie civil et les sciences physiques pourront trouver dans cet ouvrage des thèmes d'études réels et inédits ainsi que des moyens visuels commodes pour illustrer les exposés correspondants.

Le diapo-livres "Les tunnels du métro de Paris: techniques et matériels de construction" est en vente, au prix de 50 F, au CRDP de Paris, 37, rue Jacob - 75006 PARIS (Tél. 206.37.01).

Par ailleurs, il est toujours possible de se procurer, au prix unitaire de 30 F, les précédents diapo-livres consacrés respectivement au RER, au métro et aux autobus, auprès du Service des relations extérieures de la RATP (53 ter, quai des Grands Augustins - 75271 PARIS CEDEX 06 - BP 7006), en envoyant un chèque du montant indiqué avec mention de l'adresse du demandeur.

TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNEE 1981

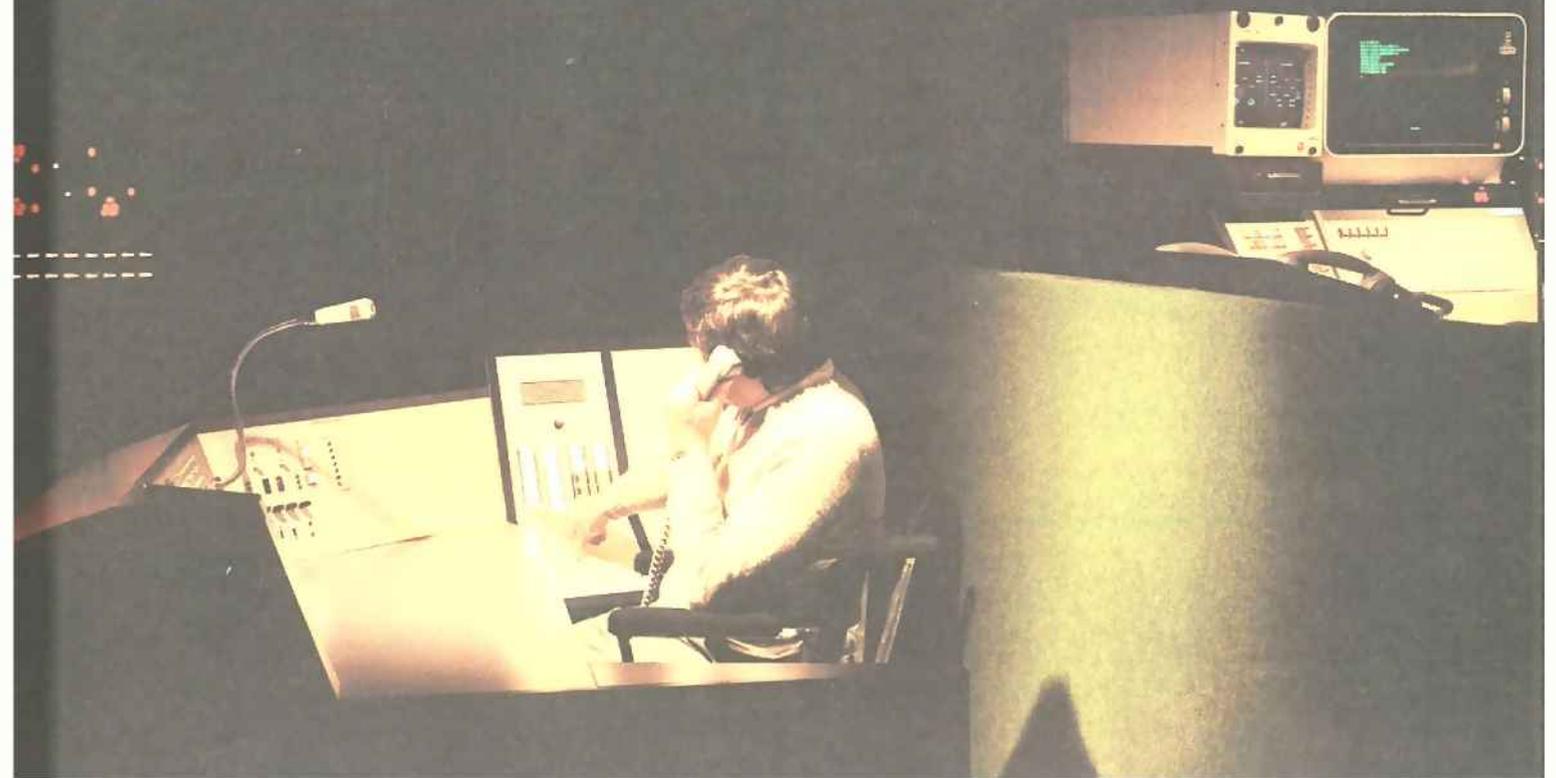
(Les courbes en traits fins donnent les résultats des mêmes mois de 1980)



RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

SOSTIA

simulateur de ligne de métro de la RATP



"SOSIE" LE SIMULATEUR DE LIGNE DE MÉTRO DE LA RATP

par Pierre Barrier
Ingénieur en Chef,
Chef du service
des installations fixes
électroniques et cybernétiques

Pourquoi un simulateur de ligne de métro? Le présent article répond à cette question en précisant les raisons qui ont conduit à la conception d'un tel ensemble et en indiquant les grands principes qui ont guidé sa réalisation.

La méthodologie de la simulation, la description des équipements ainsi que l'organisation informatique constituent le corps de cet article dont la dernière partie présente la philosophie de l'instruction sur simulateur.

un simulateur, pourquoi?

La sécurité et l'efficacité d'un système de transport du type métro résident tout autant dans la qualité des installations que dans le niveau de la formation du personnel d'exploitation destiné à utiliser ces équipements.

Ceci implique pour les exploitants:

- l'utilisation d'équipements modernes très évolués, dont la mise en œuvre a été simplifiée au maximum, mais dont le fonctionnement est nécessairement complexe, car il doit répondre à de sévères contraintes de sécurité, tout en ayant des performances compatibles avec le niveau global du service qui doit être fourni aux voyageurs;
- l'application de consignes de sécurité extrêmement strictes dont la connaissance doit être complète;
- l'aptitude à faire face très rapidement à des situations perturbées, dont les composantes sont multiples et peuvent dépendre les unes des autres.

On peut remarquer que ceci présente une certaine analogie avec les problèmes qui se posent tant aux contrôleurs de la navigation aérienne qu'au personnel de conduite des centrales nucléaires.

On est amené alors à se poser deux questions essentielles:

D'une part, comment faire acquérir de façon concrète au personnel d'exploitation de véritables réflexes, qui lui permettent, face à une situation normale ou anormale, d'avoir une réaction optimale dans le respect des consignes, afin de répondre au double objectif de conserver le meilleur niveau de service possible, tout en continuant à transporter les voyageurs en toute sécurité?

D'autre part, comment faire en sorte que les membres de ce personnel prennent l'habitude de travailler en coordonnant et en synchronisant leurs actions, bien qu'ils soient géographiquement dispersés?

La seule réponse possible à ces deux questions réside dans l'utilisation d'un système simulant totalement une ligne de métro avec un réalisme complet, afin d'obtenir une mise en situation intégrale des élèves.

Il n'y a en effet qu'un tel système pour: - reproduire fidèlement les installations mises en œuvre et permettre un entraînement rapide au fonctionnement normal des différents équipements;

- offrir la faculté de créer tous les incidents possibles (même cumulés) pour entraîner le personnel à y réagir, sans pour autant engager la sécurité, perturber le trafic, ou risquer de détériorer les installations, ce qui signifie une formation rapide sans risques et à certains égards plus complète que sur le terrain;

- former de façon standard et individuelle, et sous la direction de véritables instructeurs, les élèves en utilisant les installations qu'ils seront chargés de mettre en œuvre dans l'exercice de leurs fonctions;

- entraîner des équipes qui, dans la réalité, travaillent ensemble sans jamais se rencontrer (formation collective) et contrôler leur niveau d'entraînement; en effet, afin d'éviter l'acquisition d'habitudes dont les conséquences pourraient à la limite nuire à la sécurité, il convient d'assurer, à intervalles réguliers, un recyclage efficace du personnel en place, par une révision rapide de l'ensemble des consignes à appliquer;

- disposer de tous les moyens de "debriefing" (*) qui permettront au per-

(*) Analyse commentée d'une séance de simulation.

sonnel de bénéficier pleinement des séances d'instruction.

Jusqu'à présent, la formation pratique du personnel d'exploitation ne pouvait être réalisée que sous la forme d'une "mise en double" des stagiaires, en les incluant dans les équipes titulaires.

L'expérience a montré que cette solution présentait plusieurs inconvénients: en premier lieu, la transmission aux stagiaires de "tours de main" qui ne sont pas toujours totalement conformes à la réglementation ainsi qu'une certaine inégalité des formations reçues, selon la qualité de l'équipe à laquelle le stagiaire avait été incorporé; ensuite, la mise à l'écart, pour des raisons évidentes, du stagiaire lorsque surgit un incident, le titulaire reprenant alors toujours les commandes; enfin, l'impossibilité pour le stagiaire de voir, ne serait-ce qu'en "spectateur", l'ensemble des incidents qui peuvent se produire.

Bien que préparé au mieux par cette méthode, l'agent ne termine véritablement sa formation que lorsqu'il a, par la suite, eu à traiter lui-même chacune des grandes classes d'incidents et qu'il a pu en tirer l'expérience nécessaire à la résolution ultérieure d'incidents similaires. La formation du personnel n'est donc parachevée que plusieurs mois, voire plusieurs années après.

Dans l'exploitation quotidienne d'une ligne de métro, les mauvaises habitudes se prennent vite; il faut les redresser de manière permanente et ce d'autant plus que le niveau global de qualification du personnel est élevé.

Seul un outil permettant d'aller jusqu'au bout des conséquences fâcheuses de certaines attitudes provoque une prise de conscience des individus qui, certains de leur savoir, admettent difficilement leurs erreurs.

La RATP a donc été amenée à concevoir un simulateur de ligne de métro, baptisé "SOSIE", dont la réalisation est le fruit du travail d'équipes pluridisciplinaires tant à la RATP que chez les deux constructeurs auxquels elle a fait appel: la Compagnie des Signaux et d'Entreprises Electriques (CSEE) et la Société de Réalisation en Informatique et Automatismes (STERIA).

Le personnel concerné

Le simulateur permet un entraînement pratique très complet du personnel chargé d'assurer les quatre fonctions essentielles de l'exploitation que sont l'expédition des trains depuis les terminus, la régulation des trains en ligne, l'exécution des manœuvres en ligne et en terminus et la gestion de l'énergie de traction.

En dehors du personnel destiné à assurer ces fonctions, les cadres et les agents de maîtrise du service de l'exploitation sont également concernés et ils ont donc le plus grand intérêt à participer à des séances d'instruction. Parmi l'ensemble des tâches qu'ils ont à accomplir, ils ont en effet à se préoccuper de la for-

mation du personnel placé sous leur responsabilité et ils sont parfois amenés à les assister en cas de difficulté. Pour cela, ils doivent à la fois, d'une part avoir une bonne connaissance des techniques correspondantes, d'autre part avoir vécu les réactions des individus placés dans les conditions d'une exploitation dégradée par des incidents.

Organisation et philosophie de la simulation

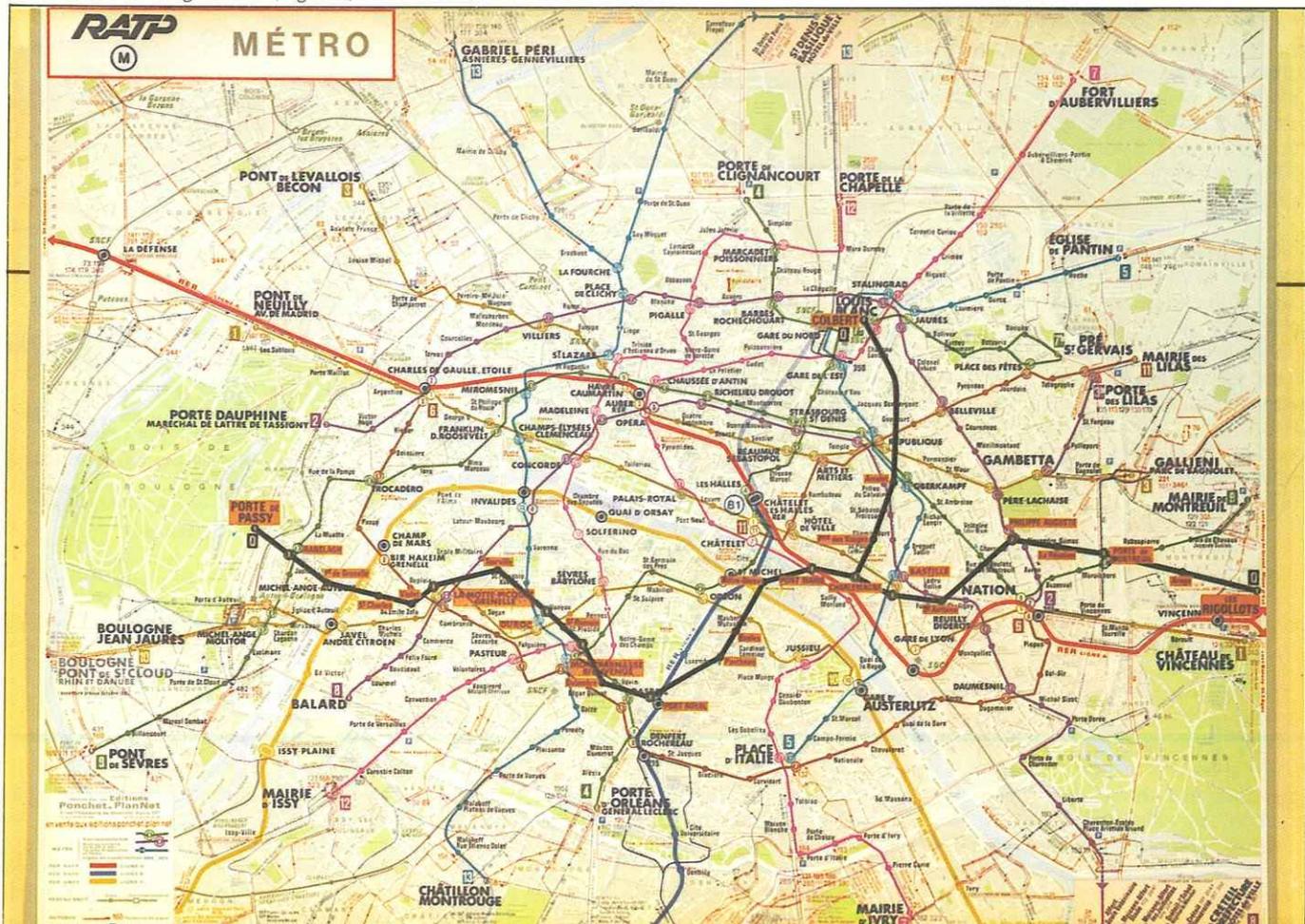
Les installations simulées sont celles que l'on peut rencontrer sur l'ensemble des lignes du métro de Paris qui sont exploitées de façon semi-décentralisée avec un poste de contrôle et de com-

mande centralisés (PCC) et des postes de manœuvre locaux (PML) d'où l'on commande les mouvements des trains à l'intérieur du terminus indépendamment du PCC.

Description fonctionnelle

La ligne fictive (ligne 0) est "insérée" dans le réseau du métro de Paris (voir illustration n°1); elle comprend un axe principal long de 14,5 km avec 24 stations et une branche de 3,5 km avec 3 stations raccordée à l'axe principal par un saut de mouton. Deux rampes de 40 millimètres par mètre donnent accès à une partie aérienne équipée d'un réchauffage des rails de traction. La ligne est rattachée à un PCC et elle est équipée de:

1: "Insertion de la ligne fictive, ligne 0, dans le réseau du métro de Paris"



- 3 terminus (Porte de Passy, Porte de Montreuil-Les Rigollots, Colbert), l'un deux (Porte de Montreuil-Les Rigollots) étant muni d'un poste de traction local (PTL) qui permet de gérer l'énergie de traction localement par délégation du PCC;

- 4 services provisoires signalisés (Pont de Grenelle, La Motte-Picquet, Port Royal, Pont Marie);

- 4 voies de raccordement signalisées (Saint-Charles, La Motte-Picquet, Charlemagne, Saint-Antoine).

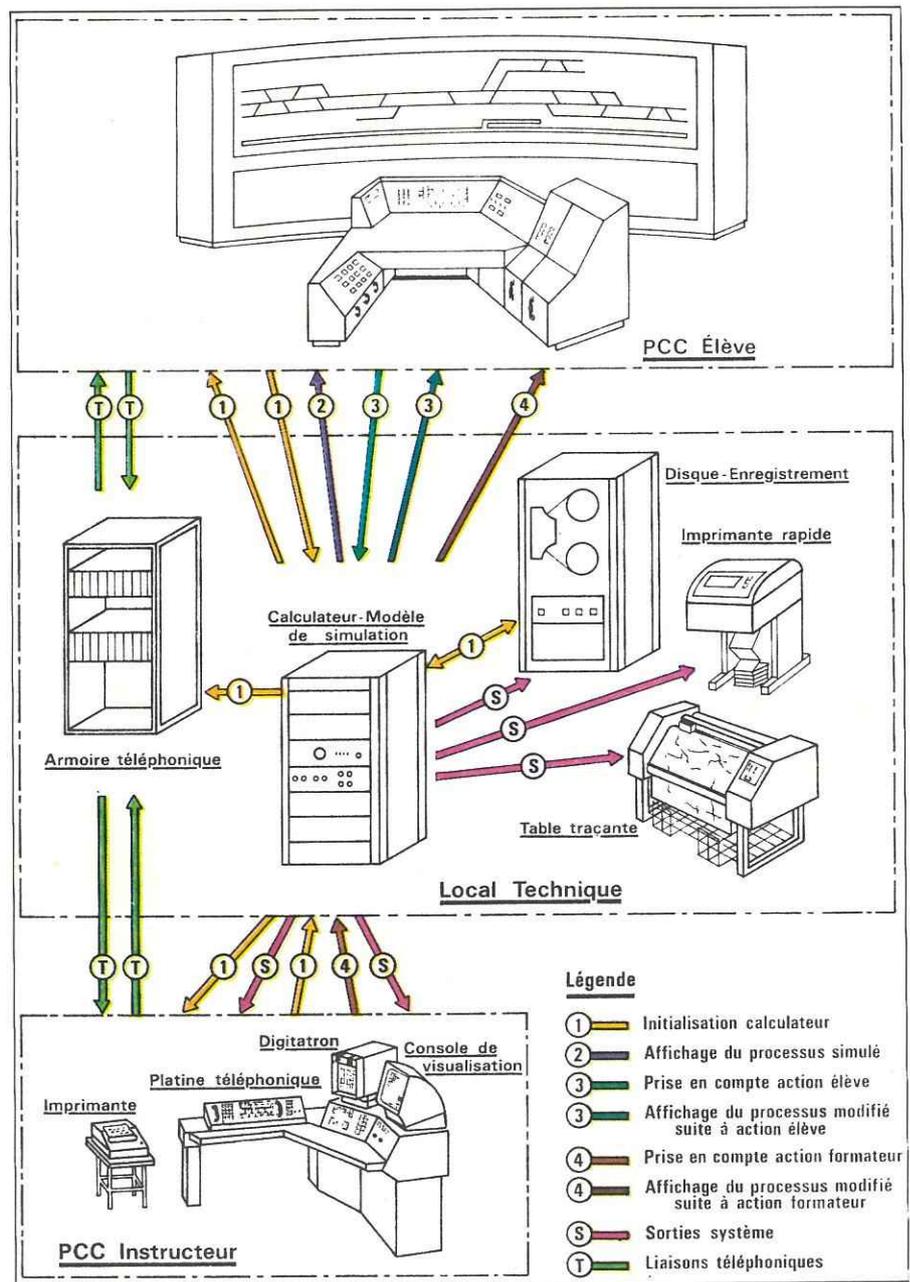
Parmi les 9 stations de correspondance avec les lignes du métro de Paris, 4 stations comportent des signaux d'espace à quai. L'intervalle pratique minimal est de 95 secondes et il existe une possibilité de circulation à contresens au moyen des installations de voie unique temporaire (VUT) prévue entre deux stations (Porte de Montreuil et Arago).

Enfin, la ligne est exploitée avec du matériel fer moderne type MF 77 circulant à l'aide des départs programmés en conduite manuelle ou en pilotage automatique, et les possibilités de garage s'élèvent à 58 trains répartis dans les trois terminus (26 trains à Porte de Passy, 27 trains à Porte de Montreuil et 5 trains à Colbert).

Les instructeurs qui préparent, initialisent, puis dirigent les séances d'instruction, sont placés dans un local sur-élevé par rapport aux élèves, ce qui leur donne la possibilité de surveiller parfaitement les actions de ces derniers et de voir les tableaux de contrôle optique (TCO) ainsi que les platines de commande des pupitres. Toutefois, ils ne doivent pas interférer dans l'environnement des élèves.

Méthodologie de la simulation

Le cœur du simulateur est constitué d'un ordinateur qui détermine à chaque instant la position des trains en fonction de l'état de la signalisation, de la position des appareils de voie et de l'alimentation traction. Le calculateur acquiert également les commandes situées au niveau du PCC et des PML et il actualise en conséquence la position des appareils de voie, l'état de la signalisation et celui



2: "Schéma de principe du fonctionnement du simulateur appliqué au PCC (les mêmes principes s'appliquent aux PML)"

de l'alimentation traction en respectant les logiques de changement d'état que l'on trouve réellement sur le terrain.

Il suffit alors au calculateur de visualiser en retour sur les TCO et sur les pupi-

tres, les informations de position des trains, l'état de la signalisation, l'état de l'alimentation traction, etc... pour assurer un réalisme total de la simulation; les élèves disposent alors des mêmes informations et des mêmes commandes que

sur le terrain, avec une présentation identique des faces avant des appareils (visualisation, toucher des commandes, couleur, éclairage ... sont la réplique du terrain).

Le principe du fonctionnement de la simulation, schématisé par l'illustration n°2, est le suivant:

1. Le calculateur est initialisé sur un des scénarios en mémoire sur bande magnétique ou sur disque (chaque scénario d'instruction correspond à une situation initiale et à une liste de commandes et d'avaries).

2. Le calculateur affiche sur les TCO et sur les pupitres les conditions initiales relatives à la séance d'instruction choisie et les clefs d'itinéraires ainsi que les boutons de commande sont mis manuellement en concordance avec ces conditions initiales.

La simulation est alors lancée et les trains commencent à circuler.

3. Les élèves réalisent des commandes qui sont prises en compte par le calculateur; celui-ci détermine les sorties correspondantes des modèles mathématiques modifiant les affichages sur les TCO et sur les pupitres.

4. Les actions des instructeurs sont prises en compte par le calculateur, conduisant à l'affichage du processus modifié.

Conception générale du simulateur

Les principes de conception du simulateur répondent au double objectif d'aider à la formation de base et à la formation continue. C'est pourquoi il a fallu prévoir, d'une part de pouvoir utiliser un PML pour expliquer les principes de base de fonctionnement sans tenir compte du temps réel, d'autre part de représenter une ligne complète dans les conditions réelles d'exploitation.

Pour ces raisons il a été défini trois modes de fonctionnement de la ligne décrite précédemment:

Mode 1: tous les terminus peuvent travailler indépendamment les uns des autres (il n'y a pas d'élèves au pupitre du PCC).

Mode 2: la ligne, exploitée entre Porte

de Passy et Les Rigollots, ne comporte pas de branche, mais le terminus "Porte de Montreuil" peut être exploité comme terminus intermédiaire avec retournement d'un train sur deux. Le PML de la branche non simulée dans ce mode peut continuer à servir à la formation de base à la manœuvre, indépendamment du reste de la ligne, sans tenir compte du temps réel (voir ci-avant au début du présent paragraphe).

Mode 3: la ligne est exploitée avec ses deux branches, en simple ou en double alternance suivant que les trafics des branches sont déséquilibrés ou non.

Les instructeurs ont notamment un double rôle: en premier lieu, ils simulent les tiers dans les dialogues (par exemple, ils jouent le rôle des conducteurs lors des dialogues avec les chefs de régulation); ensuite, ils donnent des ordres au système de façon à simuler des incidents d'exploitation (par exemple, un accident voyageur), des avaries survenant au matériel, ou enfin des actions du personnel se trouvant sur le terrain (par exemple, un agent de manœuvre chargé de positionner une aiguille à la main).

On a fixé comme règle de base que les instructeurs devaient consacrer leur temps à leurs élèves et non à s'occuper du système; ainsi a-t-on adopté les deux principes fondamentaux suivants:

- le dialogue entre les instructeurs et le calculateur se fait, suivant le principe des claviers programmés, en désignant simplement à l'aide d'un doigt les commandes élémentaires que le calculateur présente sur un écran de visualisation (Digitatron); l'instructeur peut ainsi passer des commandes immédiates sans avoir à se préoccuper des règles informatiques à respecter lors de tout dialogue par machine à écrire et consoles;
- tout en conservant à chaque instant la possibilité d'introduire de nouvelles commandes ou avaries, les instructeurs utilisent un certain nombre de scénarios-types (stockés en mémoire) correspondant à des degrés d'entraînement différents des équipes.

Pour aider les formateurs à faire l'analyse des exercices, divers enregistrements ont été prévus: communications par téléphone haute fréquence entre le PCC et les trains, listing des commandes réalisées par les élèves, listing des dialo-

gues instructeurs/calculateur, listing de qualité de service et enfin graphiquage en temps réel de la marche des trains à l'aide d'une table traçante. Il est aussi possible d'arrêter une séance à tout moment (gel), de la reprendre en amont (retour arrière) et de faire redéfiler tout ou partie de la séance (play-back).

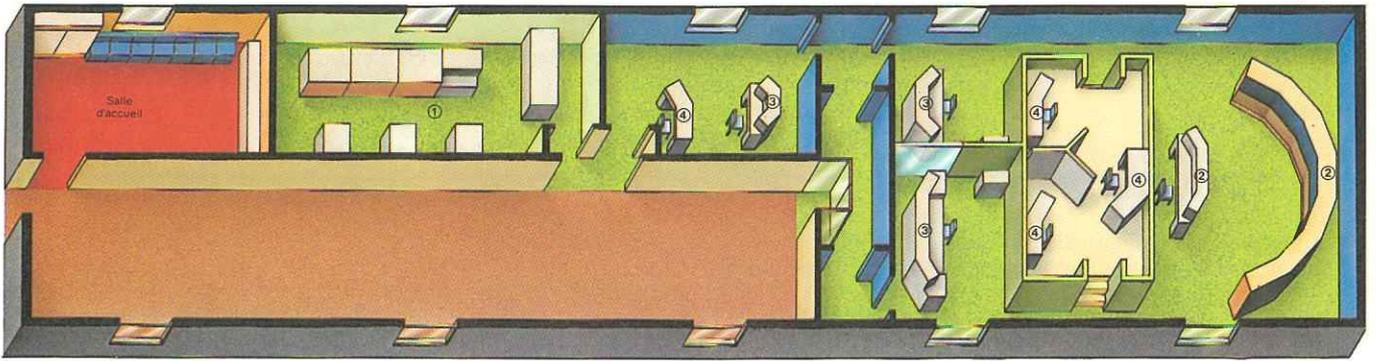
La réalisation du simulateur

Le simulateur de ligne de métro a été implanté à Paris dans un ensemble de locaux contigus situés dans l'immeuble du centre d'instruction du réseau ferré (voir illustration n° 3). Ses équipements sont décrits ci-après et sont schématisés par l'illustration n° 4.

Les équipements informatiques

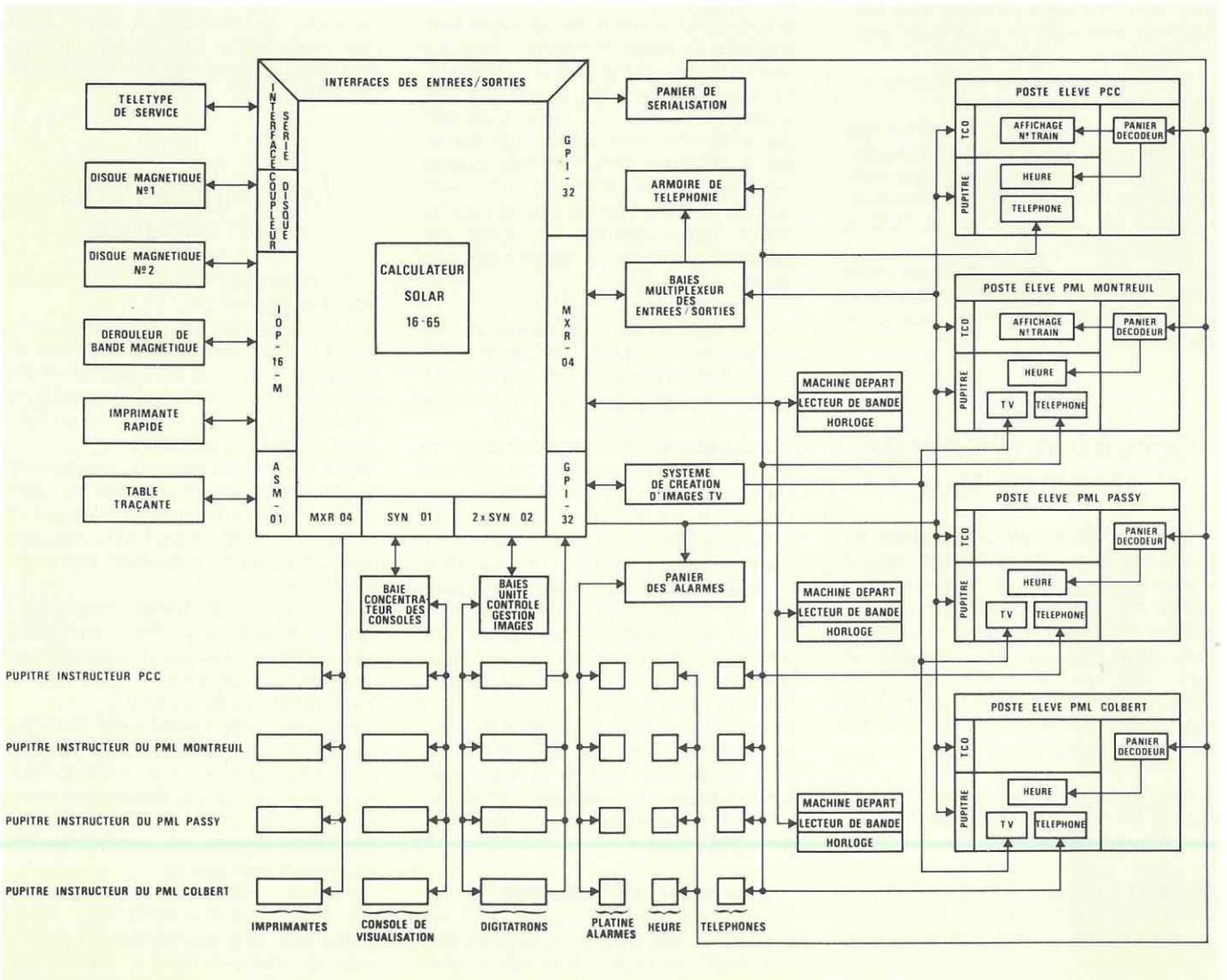
Cet ensemble informatique comporte (voir illustration n° 5):

- un calculateur dont l'unité centrale comprend une mémoire de 224 K mots de 16 bits; c'est dans cette mémoire qu'ont été implantés les programmes assurant la simulation proprement dite, afin d'en optimiser le temps d'exécution;
- deux unités de disques d'une capacité de 10 méga-octets chacune où sont stockés les programmes de dialogue et de gestion du simulateur ainsi que des données concernant les exercices et les horaires;
- un dérouleur de bande magnétique (800 bpi, 45 ips) qui prolonge la capacité des unités de disques précédentes en recevant les scénarios de simulation et les horaires supplémentaires;
- une imprimante rapide (300 l/mn) qui assure l'édition d'une part de documents portant sur l'analyse de la qualité de service obtenue par les élèves lors d'une séance d'instruction, d'autre part de la liste chronologique des actions des instructeurs et des élèves;
- un traceur de courbe à trois couleurs qui dessine automatiquement, et en temps réel, le graphique de la progression des trains en ligne et les changements d'état importants dans la distribution de l'énergie électrique de traction.

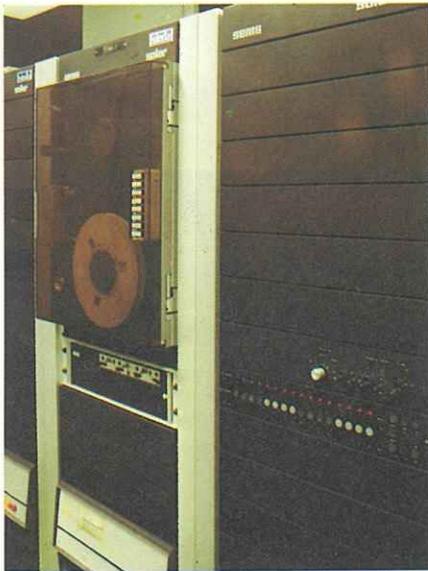


3: "Ecorché de l'implantation du simulateur"

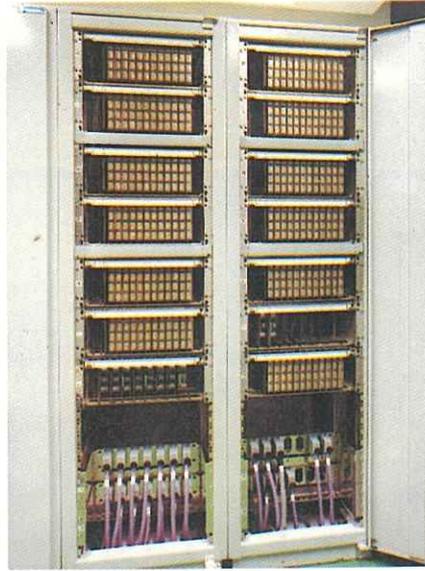
(1) Calculateur - (2) Poste de contrôle et de commande centralisés (PCC) - (3) Postes de manœuvre locaux (PML) - (4) Unités d'entrées-sorties



4: "Schéma représentatif de la configuration du simulateur"



5: "Les équipements informatiques du simulateur"



6: "Le matériel interface des entrées-sorties"

Le matériel interface

Le matériel interface comporte principalement l'interface des entrées-sorties du type tout ou rien et l'interface des sorties de l'affichage des numéros de trains et des horloges numériques.

Interface des entrées-sorties du type tout ou rien

Cette interface (voir illustration n° 6) est constituée par un multiplexeur micro-programmé bâti autour d'un microprocesseur.

Le multiplexeur a pour principales tâches de détecter les changements d'état des clés et des boutons-poussoirs situés sur les pupitres et les TCO (on dénombre environ 700 entrées de ce type) et de commander, par l'intermédiaire de relais, les voyants situés sur ces équipements (on dénombre environ 2 000 sorties de ce type).

Son logiciel est organisé de façon modulaire. Un module correspond à une tâche et cette tâche est exécutée dès

que survient l'événement extérieur ou interne au logiciel qui initialise son exécution. Un moniteur temps réel gère les tâches dans le temps et par priorité. Autour du moniteur sont articulés les principaux modules suivants:

- module de surveillance du système activé la première fois par le module d'initialisation puis auto-activé (réarmement du "chien de garde");
- module de dialogue avec le calculateur;
- module de cyclage en entrée (période du cycle : 100 ms); il faut noter à ce propos que la validation de détection d'un changement d'état n'est réalisé que lorsque le changement d'état est confirmé sur deux cycles de scrutation, ce qui assure les fonctions de filtrage des entrées et évite l'émission de fausses commandes;
- module de cyclage en sortie (période du cycle :25 ms);
- module de traitement des informations internes (traitement de files d'attente);
- module de traitement des séquences de messages;
- module d'initialisation.

Les programmes (12 K octets) et les données permanentes (6 K octets) sont implantés en mémoire statique reprogrammable (REPROM). Quant aux fichiers des information dynamiques (6 K octets), ils sont implantés en mémoire vive (RAM).

Interface des sorties de l'affichage des numéros de trains et des horloges numériques

Cette interface est essentiellement constituée par un panier de sérialisation qui reçoit ses informations du calculateur au moyen d'une interface parallèle et les retransmet en série à différents paniers de décodage, lesquels effectuent le décodage de l'adresse du visualisateur et aiguillent vers ce dernier l'information à afficher.

On dénombre 208 afficheurs de numéro de train et 9 afficheurs d'horloge numérique.

Les pupitres élèves

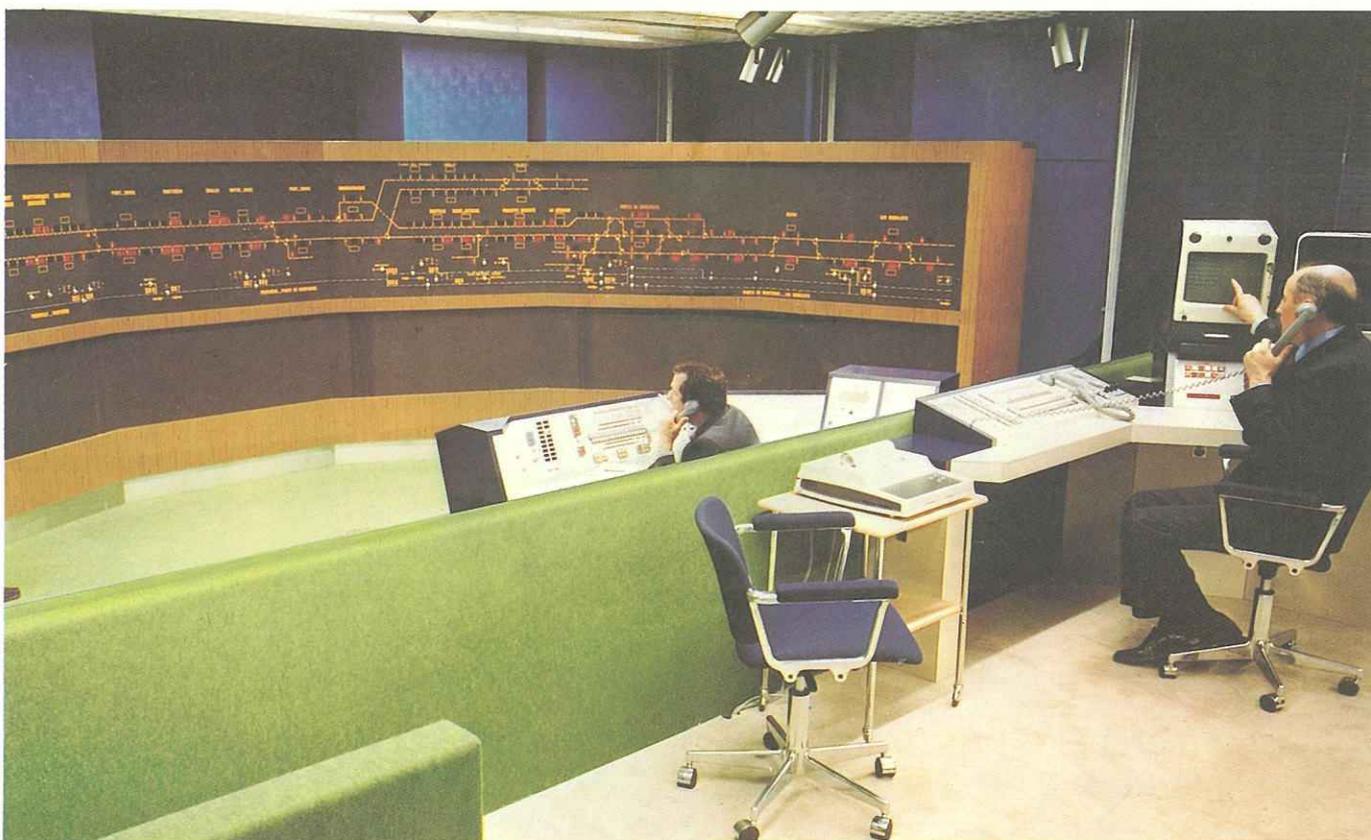
Les postes élèves ont, tant en ce qui concerne les commandes que les visualisations, un aspect extérieur strictement identique à celui des postes de travail que l'on trouve au PCC et aux PML des terminus du métro.

Le poste de contrôle et de commande centralisés

La circulation des trains est commandée et contrôlée à partir d'un poste de contrôle et de commande centralisés (PCC) (voir illustration n° 7) comprenant un tableau de contrôle optique (TCO) et un pupitre de commande.

Sur le TCO, la partie trafic (voir illustration n°8) comporte un schéma des voies avec un suivi des numéros des trains, le contrôle de l'occupation des circuits de voie et les organes de télécommande des services provisoires et des itinéraires des voies de raccordement. Les manœuvres de la fourche, à la station Charlemagne, se font par des cycles dont l'initialisation se fait localement depuis le PCC.

Quant à la partie alimentation en courant de traction (voir illustration n° 9), elle permet de connaître l'état électrique des sections et sous-sections et possède des boutons de commande de tous les appareils concernant l'alimentation en courant de traction 750 volts fourni par 9 postes de redressement.



7: "Vue d'ensemble du PCC du simulateur"

La ligne est découpée en 6 sections traction réunies entre elles par des contacteurs de sectionnement (CS) assurant sa continuité. Les sections sont divisées en 11 sous-sections par des sectionneurs d'isolement télécommandés (SIT). Les sous-sections sont divisées en sections élémentaires par des sectionneurs manuels ou par des interrupteurs d'alimentation traction.

Les voies sont alimentées en parallèle sauf à l'extrémité de la ligne, entre Porte de Montreuil et Les Rigollots où est réalisée une alimentation séparée des voies. Par ailleurs, les voies de garage sont alimentées par des disjoncteurs de voies secondaires.

La ligne est équipée de rupteurs d'alarme.

Sur le pupitre de commande (voir illustration n° 10) sont regroupés les commandes et les contrôles:

- des liaisons téléphoniques avec les stations, avec les signaux de manœuvre de la ligne et avec divers correspondants;
- de la liaison, par téléphone haute fréquence (THF), avec tous les trains de la ligne;
- des indicateurs de départ sur ordre (DSO) situés aux extrémités aval des quais;
- du réchauffage du rail de traction dans les parties aériennes;
- d'allure en pilotage automatique.

Les terminus de la ligne

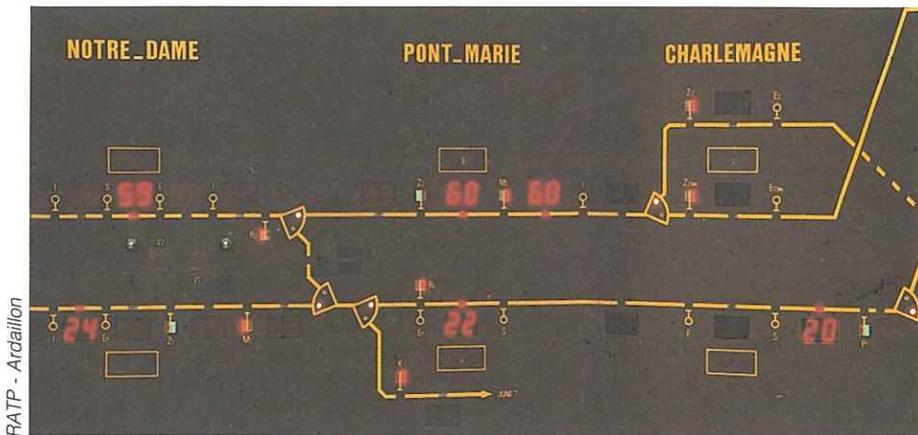
Ils comprennent une zone de manœuvres principales, parcourue par les trains passant du quai d'arrivée au quai de départ par un tiroir (trottoir) implanté en arrière-gare et une zone de garages comportant des appareils de voie commandés électriquement à distance et une signalisation automatique.

Les postes de manœuvre locaux (PML), du type « poste à clefs » ou « poste à boutons », comportent chacun les installations qui existent sur le métro, à savoir :

- un tableau de contrôle pour la visualisation des trains en terminus, de l'état de la signalisation et de la position des appareils de voie;
- une platine pour la gestion des télécommunications avec les tiers.

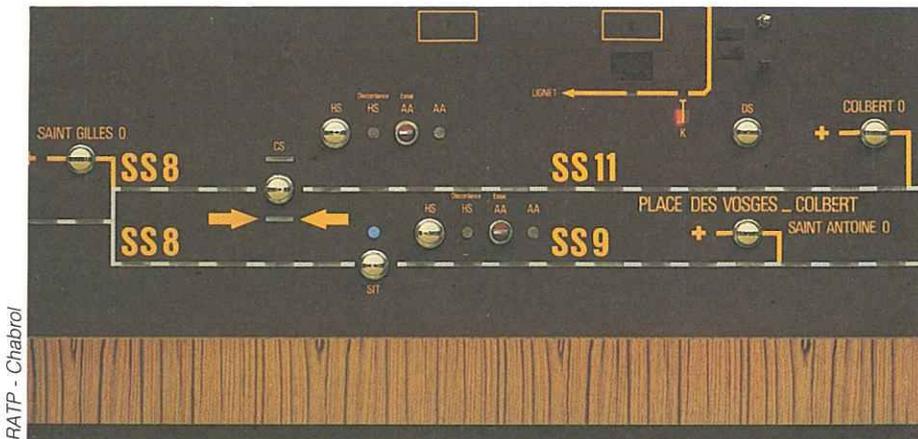
Les PML sont complétés par une platine "Machine-Départ" pour la mise en ligne des trains et par des écrans de télévision pour la visualisation des trains à quai.

Le terminus de Porte de Passy (voir illustration n° 11) possède un poste de manœuvre du type classique à commandes d'itinéraires par clés téléphoniques. Il permet de commander 34 itinéraires et 7 cycles.



RATP - Ardailon

8: "Le TCO: vue centrée sur la partie trafic"



RATP - Chabrol

9: "Le TCO : vue centrée sur la partie alimentation en courant de traction"

La zone de manœuvres principales comprend 3 voies avec 2 quais centraux et une voie de tiroir avec un trottoir.

La zone des garages comporte 3 voies, une fosse de visite et une liaison avec des ateliers. Les possibilités maximales de garage sont de 26 trains, dont 2 à quai et 1 sur la voie des ateliers.

Le terminus de Colbert (voir illustration n° 12), situé à l'extrémité de la branche, est équipé d'un poste de manœuvre du type classique à commandes d'itinéraires par clés téléphoniques. Il comporte 8 itinéraires et 2 cycles.

La zone de manœuvres principales comprend 2 voies, 2 quais latéraux et une voie de tiroir avec un trottoir.

La zone des garages possède 2 voies et les possibilités maximales de garage sont de 5 trains, dont 1 à quai.

Quant au **terminus de Porte de Montreuil - Les Rigollots** (voir illustration n° 13), c'est le terminus le plus important de la ligne et sa zone d'action s'étend aux deux stations "Arago" et "Les Rigollots". Il est équipé du nouveau poste de manœuvre à commandes d'itinéraires par boutons. Il commande 45 itinéraires (30 à Porte de Montreuil, 7 à Arago et 8 aux Rigollots) et 9 cycles (7 à Porte de Montreuil et 2 aux Rigollots).

La zone de manœuvres principales comporte 3 voies et 2 quais centraux à Porte de Montreuil, et 2 voies et 2 quais latéraux à Arago et aux Rigollots. Il y a un



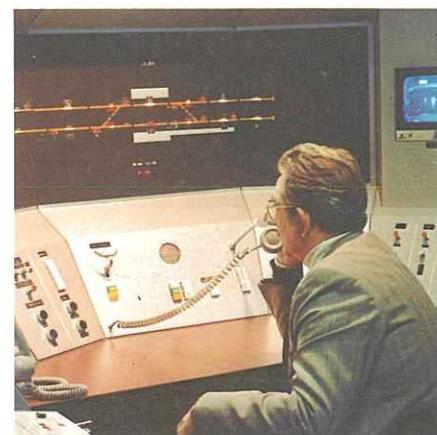
RATP - Chabrol

10: "Pupitre de commande du PCC"



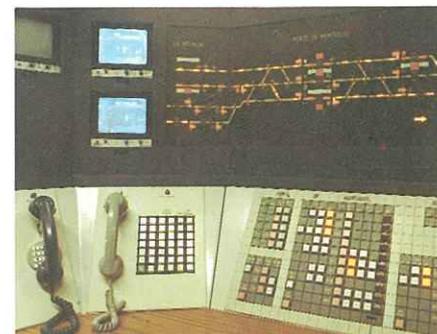
RATP - Carrier

11: "PML de type classique du terminus Porte de Passy"



RATP - Carrier

12: "PML de type classique du terminus Colbert"



RATP - Carrier

13: "PML de type nouveau du terminus Porte de Montreuil-Les Rigollots"

tiroir avec un trottoir à Porte de Montreuil et aux Rigollots.

La zone des garages est constituée par 3 voies et un raccordement vers des ateliers à Porte de Montreuil et par 2 voies à Arago et Les Rigollots.

Les possibilités maximales de garage de ce terminus sont de 27 trains se décomposant en 8 positions dont 2 à quai et 1 sur la voie des ateliers à Porte de Montreuil, 14 positions sur voie 2 principale, entre Porte de Montreuil et Arago, et 5 positions, dont 1 à quai, à la station "Les Rigollots".

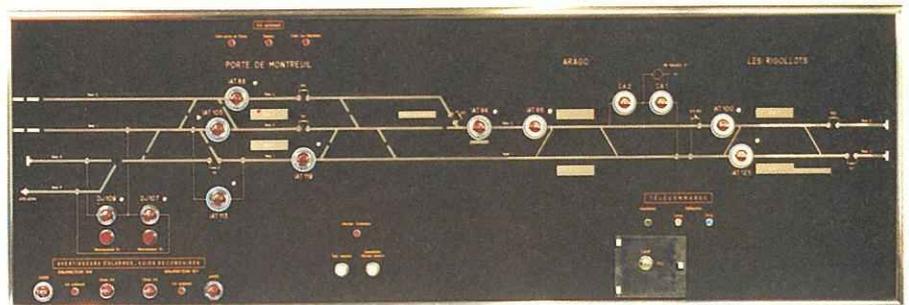
Le terminus "Porte de Montreuil" comporte en outre un poste de traction local (PTL) (voir illustration n° 14) dont le rôle est de permettre la commande et le contrôle de l'alimentation en courant de traction des voies qui dépendent de la zone d'action du poste de manœuvre de ce terminus.

Le poste de secours en ligne

Un simulateur du poste de secours en ligne (PSL) est relié au simulateur de ligne de métro pour entraîner le personnel d'exploitation à travailler en situation dégradée (chaque ligne du métro de Paris est équipée d'un PSL qui serait utilisé pour contrôler la circulation des trains en ligne dans l'éventualité où les liaisons, ou le PCC, de cette ligne seraient hors d'usage, par exemple après un incendie important). Le simulateur de ce PSL comprend principalement un pupitre élève et un pupitre formateur.

Les installations téléphoniques constituant le pupitre élève sont identiques à celles du PSL d'une ligne de métro. Elles comprennent une platine de téléphonie haute fréquence, un poste téléphonique d'appel général et un poste regroupant la téléphonie automatique et des lignes directes (terminus, service des sous-stations, etc.).

Le pupitre formateur est essentiellement composé d'une platine regroupant les dispositifs permettant au formateur de simuler les tiers que l'élève peut appeler, par exemple le conducteur d'un train ou l'agent d'un terminus.



14: "Poste de traction local (PTL) au terminus de Porte de Montreuil-Les Rigollots"

RATP - Chabrol



15: "Vue d'ensemble d'un pupitre instructeur"

RATP - Carrier

Les pupitres instructeurs

La réalisation des pupitres instructeurs, tous identiques, a été guidée par trois impératifs:

- faciliter la surveillance des actions des élèves, sans interférer dans leur environnement;
- avoir une vision globale de l'état du système ;
- minimiser les interventions directes des formateurs en facilitant au maximum le dialogue homme-machine.

Chaque pupitre instructeur comporte (voir illustration n° 15):

un digitatron

Composé d'un écran de visualisation auquel est associé un dispositif (émetteur-récepteur de rayons infrarouges)

permettant de détecter la position d'un doigt porté sur l'écran, ce périphérique est l'outil principal du dialogue instructeur. Il permet notamment, par simple désignation d'une de ses 121 cases à l'aide d'un doigt de la main, d'envoyer au calculateur les ordres relatifs aux avaries (par exemple, la non-formation d'un itinéraire ou la mise au rouge anormale d'un signal de manœuvre), aux commandes "processus" (par exemple, l'ouverture d'un appareil traction tel qu'un sectionneur manuel) et aux commandes systèmes (par exemple: gel, retour arrière, play-back).

une console de visualisation

Cette console permet notamment l'affichage du scénario utilisé durant la séance d'instruction et la visualisation des tableaux des garages et des dégarages.

une imprimante

Annexée au pupitre, l'imprimante est utilisée au début de chaque séance pour lister les éléments (clés, boutons) à mettre dans la position correspondant à la situation initiale retenue.

D'autre part, toutes les actions de l'instructeur sont éditées en temps réel.

une platine téléphonique

Cette platine est utilisée par l'instructeur pour simuler des tiers (exemples: conducteur d'un train, agents à pied-d'œuvre sur le terrain).

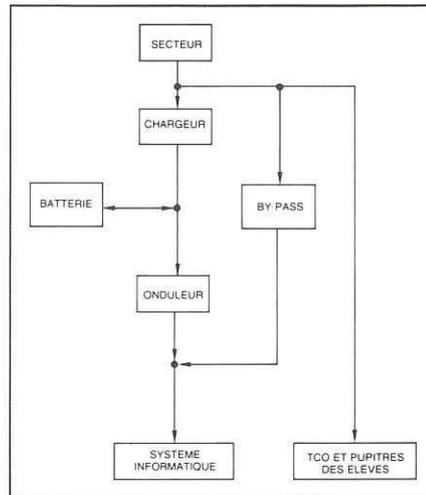
une platine de commandes et d'alarmes

Dans quelques cas bien précis, par exemple lors de l'arrêt et du départ d'un train à quai en terminus, la platine de commandes est utilisée à la place du digitatron pour rendre cette action encore plus rapide.

Sur la platine d'alarmes figurent notamment les alarmes "systèmes" tels que, par exemple: panne disque secours, panne d'un périphérique, alimentation sur secteur...

Alimentation en énergie du simulateur

Le système d'alimentation en énergie des équipements informatiques (voir illustration n° 16) comprend principalement un ensemble chargeur-batteries étanches (au cadmium/nickel) - onduleur, auquel est associé un dispositif de by-pass sur le réseau d'alimentation. L'objectif essentiel de ce système est de pallier les micro-coupures du réseau afin d'assurer aux équipements qu'il alimente les conditions optimales de fonctionnement. Par ailleurs, en cas de coupure secteur, le courant de décharge des batteries permet une autonomie d'environ 15 minutes. Le sous-ensemble chargeur-batteries est une unité qui fonctionne de façon osmotique, le courant débité par le chargeur étant directement influencé par l'état de charge et la température de la batterie par rapport à la température ambiante. La puissance utile nominale de l'onduleur est de 12 kVA. En cas de panne du chargeur ou de l'onduleur, le système bascule automatiquement sur le secteur par l'intermédiaire du by-pass.



16: "Schéma de principe de l'alimentation en énergie du simulateur"

Equipement de détection et de lutte contre l'incendie

Les installations de sécurité relatives au simulateur comprennent principalement un dispositif de détection d'incendie et un dispositif d'extinction manuelle ou automatique.

Le dispositif de détection d'incendie a pour but de déceler une diffusion de gaz de combustion ou de fumée, à l'aide de détecteurs installés d'une part dans les faux planchers des locaux (double détection), d'autre part au plafond des locaux et à l'intérieur du TCO, du PCC et du PML de Porte de Montreuil (simple détection).

Dans les locaux équipés de faux planchers et sous lesquels passent des câbles électriques, le système de détection d'incendie est associé à une installation fixe d'extinction par dégagement d'anhydride carbonique (CO2) dans le volume du faux plancher. Ce dégagement peut être commandé soit automatiquement, si aucune personne n'occupe les locaux du simulateur, soit manuellement, dans le cas contraire.

Capacité et possibilités du simulateur

Le simulateur qui vient d'être décrit

permet d'assurer la formation simultanée de stagiaires dont le nombre peut aller jusqu'à une vingtaine.

Cette formation s'appuie sur une gamme de 150 scénarios d'instruction, disponibles dès le début d'une séance d'instruction. Les simulations correspondantes peuvent être lancées à n'importe quelle heure dans l'un des 8 horaires à disposition. On peut noter que dans ces différents horaires, l'intervalle minimal entre trains est de 95 secondes.

Enfin, il faut signaler que les formateurs ont à leur disposition une panoplie de 120 types d'avaries touchant l'alimentation traction, les trains, les circuits de voie, les appareils de voie, les signaux, les itinéraires, etc.

Description et organisation du logiciel

La conception du logiciel a été profondément marquée par une caractéristique importante du métro de Paris qui est la grande diversité des installations et la complexité de leur fonctionnement.

En effet, la diversité des installations a nécessité la réalisation de 66 modèles différents de simulation pour représenter le fonctionnement des logiques combinatoires ou séquentielles auxquelles obéissent les divers équipements du réseau. La complexité de leur fonctionnement réside essentiellement dans l'imbrication et la corrélation des logiques à simuler.

Description du logiciel

Les données de l'application

Ces données sont implantées soit en mémoire centrale, soit sur disques magnétiques, soit enfin sur bande magnétique.

Les données de l'application qui résident en **mémoire centrale** (224 K mots de 16 bits) sont essentiellement constituées par les informations caractéristiques des dispositifs simulés. Elles sont de deux types:

- les informations caractéristiques permanentes qui ont la propriété de ne pas changer d'état au cours d'une séance de simulation; elles sont créées à la génération du système et précisent l'aspect qualitatif du dispositif simulé (par exemple: présence ou absence d'un contrôle de fermeture sur un signal de manœuvre); leur volume est estimé à 15 K mots;

- les informations caractéristiques variables qui caractérisent l'évolution des états internes (par exemple: état "occupé" ou "libre" d'un circuit de voie) ou externes (par exemple: état "commandé" ou pas d'une tirette d'urgence) de la logique de fonctionnement du dispositif; ces informations sont initialisées à chaque début de séance et évoluent en fonction du déroulement de la séance; leur volume est estimé à 15 K mots.

Les données de l'application stockées **sur les disques magnétiques** (2 disques de 5 méga-mots) et sur **bande magnétique** se répartissent dans plusieurs fichiers concernant notamment les scénarios, les situations initiales et les sauvegardes. Leur liste complète ainsi que leur description est fournie par l'encadré ci-dessous.

Les traitements de l'application

Les principaux traitements de l'application se répartissent dans les ensembles fonctionnels représentés sur l'illustration n° 17. Chaque ensemble fonctionnel correspond à un ou plusieurs traitements, en particulier gestion de l'initialisation, de la simulation des entrées-sorties, des sauvegardes. L'encadré de la page ci-contre en fournit la liste complète et la définition.

Organisation du logiciel

Les traitements de l'application sont découpés en 41 tâches dont 21 sont résidentes en mémoire centrale. Les tâches sont gérées par le système d'exploitation du calculateur dont le rôle essentiel consiste à lancer les tâches et à assurer le chargement des tâches non résidentes en mémoire centrale. Il gère également, d'une part les échanges avec les périphériques standards, notamment le dis-

que grâce à un moniteur des entrées-sorties, d'autre part l'organisation des fichiers de l'application grâce à un moniteur de gestion des fichiers.

La particularité de l'organisation du logiciel réside dans l'ordonnement cyclique des modules de traitement de la simulation de l'alimentation traction, de la signalisation, de la marche des trains, et des machines départ. Les 66 modules de traitement sont répartis dans 5 groupes qui sont chacun sous le contrôle d'un module particulier appelé "moniteur de simulation", chargé d'assurer l'enchaînement et l'exécution des modules.

Enfin, les 5 "moniteurs de simulation" sont pilotés par le module de gestion de la simulation dont le rôle principal est d'orchestrer le séquençage des moniteurs de simulation. Le module de la gestion de la simulation est activé toutes les 500 ms par la tâche horloge. Suivant la séquence, premier, deuxième, ou troisième top 500 ms, il active en appliquant toujours la même règle, les moniteurs de simulation qui à leur tour assurent le cyclage sur les modules de traitement affectés dans leur groupe. A chaque top

Fichiers sur disques magnétiques

Fichier des scénarios

Un scénario se compose d'une situation initiale (volume 15 K mots) et de 1 à 4 listes d'actions instructeurs (volume 5 K mots), soit au total 3,2 méga-mots pour les 160 scénarios enregistrables (150 scénarios figés et 10 scénarios provisoires).

Fichier des situations initiales

Les situations initiales constituent des points de reprise suivant le triplet d'informations (mode, heure, horaire) directement accessibles par les instructeurs. Par horaire, 26 situations initiales peuvent être obtenues, ce qui représente pour les 8 horaires un total de 208 situations initiales qui permettent la création des scénarios. Le volume de ce fichier est de 3,12 méga-mots.

Fichier des grilles et sous-grilles

Les grilles et sous-grilles sont les images support du dialogue instructeur-ordinateur qui sont visualisées sur les digitaltrons pour permettre à l'instructeur d'accéder aux commandes et aux avaries exécutable sur le simulateur. On dénombre 71 grilles et 135 sous-grilles, ce qui représente, y compris les grilles utilitaires, un volume de 100 K mots.

Fichier des tableaux de dégarage et de garage des trains

Le fichier de dégarage décrit, pour chaque train repéré par son numéro, sa position et son heure de dégarage; de même le tableau de garage décrit, pour chaque train repéré par son numéro, sa position et son heure de garage. Ce fichier représente un volume de 7 K mots.

Fichier de sauvegarde des actions instructeurs et élèves

Il est utilisé par le "play-back" et par le traitement du "journal de bord" qui est édité à chaque fin de séance. Sur la base de 500 commandes émises pendant une séance de 4 heures, le volume du fichier est estimé à 90 K mots.

Fichier de sauvegarde de l'état de la séance en cours

Ce fichier servira à sauvegarder, toutes les 5 minutes, l'état des dispositifs simulés ainsi que les listes d'action composées aux 4 pupitres instructeurs, de manière à pouvoir se repositionner par retour arrière dans une tranche horaire donnée. Le volume de ce fichier est de 740 K mots.

Fichier de sauvegarde des passages des trains en station

Ce fichier est exploité en temps différé pour l'édition du journal de la qualité de service. Son volume est de 5 K mots.

Fichier des horaires

Il est exploité par le traitement de simulation des machines départ. Il précise notamment l'heure de départ de chaque train et le type de marche choisi. Pour les 8 horaires utilisables sur le simulateur, le volume du fichier est de 19 K mots.

Fichiers sur bande magnétique

Fichier des scénarios historiques

Ce fichier permet à l'utilisateur de se constituer une bibliothèque de scénarios qui peuvent à la demande être transférés sur disque à la place d'un ou plusieurs des 150 scénarios qui y figurent en permanence (voir le paragraphe "traitement hors temps réel" de l'encadré "Traitements")

Fichier des situations initiales

Il permet d'enregistrer sur une seule bande 95 situations initiales par horaire, ce qui représente un total de 760 situations initiales. Ce fichier permet donc d'étendre la capacité de 208 situations initiales enregistrées sur les 2 disques.

Traitements

Gestion de l'initialisation

Cet ensemble de traitements permet d'initialiser le simulateur à partir d'un ordre émis du digitatron d'un des pupitres instructeurs. La situation initiale est alors visualisée sur les tableaux de contrôle optique et les pupitres élèves, et les éventuelles discordances des entrées (clés et tresses situées dans une position différente de celle correspondant à la situation initiale) sont éditées sur les imprimantes des instructeurs.

À la suite d'un retour arrière, ces traitements permettent également la réinitialisation du simulateur en cours de séance.

Gestion de l'heure

La gestion de l'heure est assurée par un traitement unique qui est activé toutes les 500 ms à partir de l'horloge temps réel du calculateur. À son tour, ce traitement active la gestion de la simulation, incrémente toutes les secondes les horloges numériques des différents pupitres et gère les temporisations nécessaires au fonctionnement du simulateur.

Gestion de la simulation

La gestion de la simulation supervise un ensemble de traitements répartis dans 5 groupes relatifs à l'alimentation et aux appareils de traction, à la signalisation (2 groupes), à la marche des trains et, enfin, aux machines de départ.

Les modules relatifs à la signalisation simulent notamment le fonctionnement des itinéraires et des cycles des PML à clefs et à boutons ainsi que celui des signaux, des services provisoires et des voies de raccordement.

Gestion des entrées-sorties des TCO et des pupitres élèves

Cet ensemble de traitements permet d'effectuer les échanges entre les pupitres élèves et le calculateur par l'intermédiaire du logiciel d'animation du multiplexeur et des machines de départ.

Gestion du dialogue instructeur

Ces traitements assurent le séquençement des grilles et des sous-grilles sur les digitatrons et la prise en compte des demandes de l'instructeur (cf le paragraphe "le matériel interface").

Gestion de l'exécution des actions instructeurs

Lorsqu'une action vient à être qualifiée pour l'exécution, un module de supervision cyclique des actions en attente vient activer le module de traitement approprié, lequel exécute alors l'action et notamment modifie les informations caractéristiques touchées par cette action.

Gestion des entrées-sorties des périphériques informatiques

On regroupe dans cet ensemble les sous-ensemble suivants:

- Gestion de digitatrons consistant à gérer l'affichage des différentes grilles et sous-grilles, ainsi qu'à identifier une action provoquée par l'instructeur.
- Gestion des visualisations sur les consoles permettant de gérer l'affichage des tableaux des garages et des dégarages ainsi que la liste des actions instructeurs.
- Gestion des éditions en temps réel intervenant au niveau:
 - de l'imprimante instructeur pour l'édition des discordances des entrées au moment de l'initialisation, des exécutions des actions instructeurs et du résumé du thème du scénario retenu pour la séance de formation.
 - de la table traçante pour le graphiquage de la marche des trains;
 - du télétype de service pour l'édition du journal de maintenance qui consigne les principales alarmes du système détectées par le calculateur.
- Gestion des éditions en temps différé pour l'élaboration du journal de qualité de service et du journal de simulation (liste des actions instructeurs et des principales actions élèves) qui sont édités sur l'imprimante rapide à la fin de chaque séance de formation.

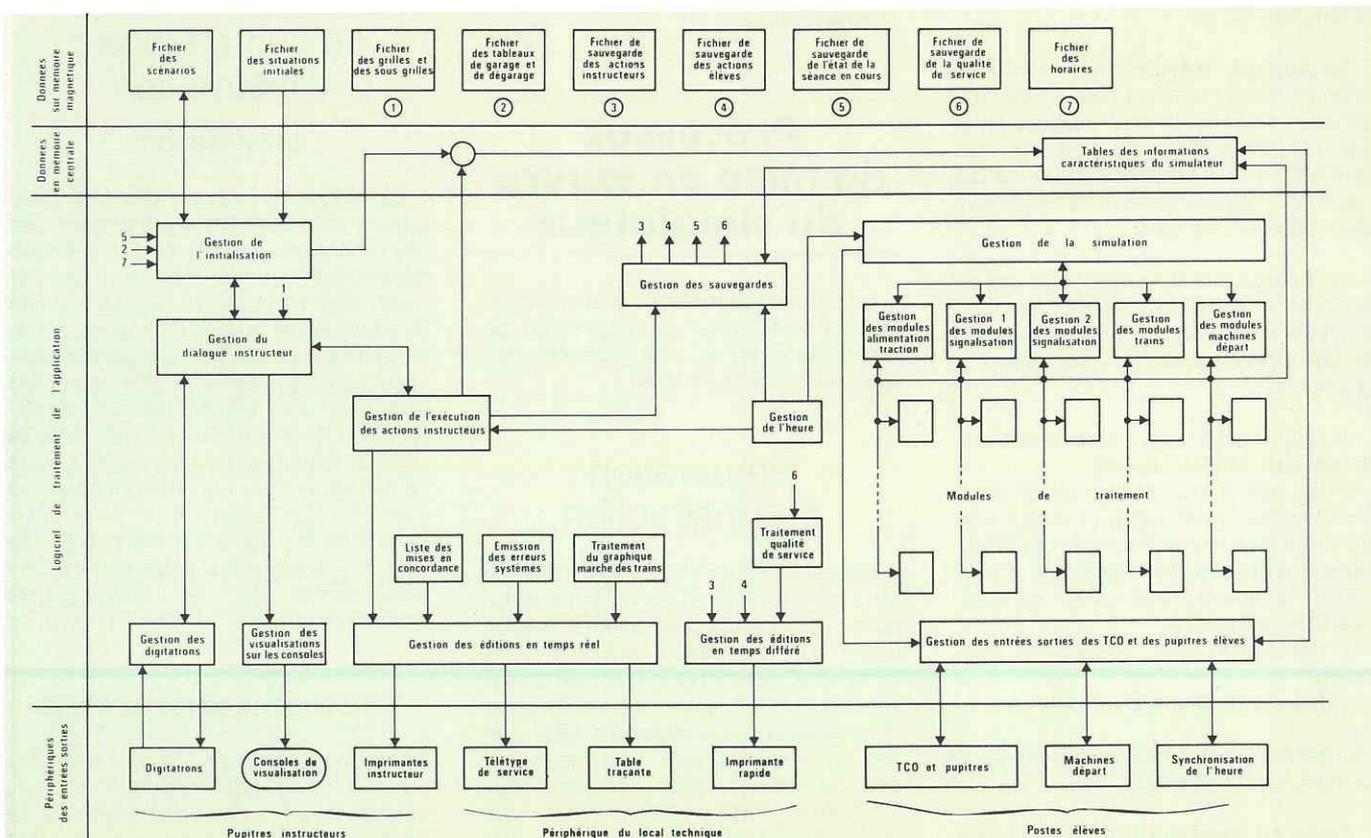
Gestion des sauvegardes

Cet ensemble de traitements permet l'enregistrement sur disque des fichiers d'informations nécessaires aux fonctions de retour arrière et de play-back, ainsi qu'aux différents journaux édités en temps différé.

Traitements hors temps réel

Le logiciel de l'application comprend également des traitements qui sont utilisables en dehors du fonctionnement en temps réel du simulateur. Les principaux traitements de ce type ont trait aux tests du système (tests de fonctionnement des digitatrons, des consoles de visualisation ou des imprimantes instructeurs), à l'archivage et à la restitution (archivage d'un scénario sur disque, transfert sur bande et restitution) et, enfin, à l'édition sur imprimante du contenu d'un scénario enregistré sur disque.

**Ces programmes de test sont complétés par les programmes de test standard de la configuration livrée par le constructeur.*



1.7: "Schéma simplifié de la structure du système informatique"

500 ms, certains moniteurs de simulation sont toujours lancés, par contre, d'autres ne sont lancés qu'un ou deux tops sur trois, afin d'équilibrer la charge de l'unité centrale.

A propos du cyclage des modules de traitement, il est important d'indiquer que les processus concernés par ces modules ont des transitions d'état qui sont fonction pour une majeure partie de l'évolution des états des autres processus et pour une partie moindre d'événements matériels et temporels. La difficulté de gérer l'ensemble de ces types d'événements (fréquence, nombre, répercussion des incidences) a amené à envisager les traitements de ces processus en complète décorrélation.

Programmation

Langages de programmation

Deux principaux langages de programmation ont été utilisés pour la réalisation du logiciel, le langage "MARIN" et le langage PL 16.

Le langage "MARIN" a été développé spécifiquement pour les besoins de l'application. Il est utilisé pour la programmation des 66 modules de traitement des graphes et des équations logiques qui décrivent l'algorithme de fonctionnement des dispositifs simulés.

La particularité de ce langage est de simplifier la phase de codage des traitements et d'assurer une homogénéisation et une rigueur pour l'écriture des programmes.

A l'aide d'un jeu de macro-définitions, le langage "MARIN" fournit:

- la description des graphes de l'analyse fonctionnelle, c'est-à-dire la description du graphe lui-même (table des sémantiques à activer et des transitions à évaluer) et la définition des transitions associées au graphe;
- la description des expressions logiques;
- la description des sémantiques à activer;
- la génération des tables utilisées dans le module de traitement.

Quant au langage PL 16, c'est un langage évolué de programmation système

qui est utilisé pour la programmation de tous les autres traitements de l'application, notamment ceux qui concernent le dialogue et la gestion des entrées-sorties.

Ce langage, propre au type de calculateur utilisé pour le simulateur, conserve les possibilités d'un langage assembleur, mais introduit des instructions évoluées puissantes qu'on retrouve dans le langage FORTRAN. Enfin, la caractéristique essentielle du langage PL16 est la structure et l'organisation des données.

Volume de programmation

Le logiciel de l'application a nécessité la mise en œuvre de 150 000 cartes dont 120 000 cartes de programmes et 30 000 cartes de données propres à l'application.

Les 120 000 cartes de programmes comprennent 60 000 instructions écrites en langage PL 16, 30 000 instructions écrites en langage "MARIN" et 30 000 données et déclarations relatives aux programmes.

Processus de mise en œuvre du simulateur

Il faut distinguer deux situations notablement différentes: la préparation de l'instruction et le déroulement des séances proprement dites.

Préparation de l'instruction

Elle est effectuée en utilisant le télétype du local technique et les outils de dialogues des postes instructeurs (digitatrons). Les formateurs préparent des "scénarios" qui sont composés de la description d'une situation initiale et de quelques avaries aux installations ainsi que des commandes qu'il y a de fortes chances d'avoir à passer au calculateur si l'élève réagit conformément aux consignes d'exploitation (ceci pour alléger par la suite le travail du formateur).

Les situations initiales sont créées à partir de l'un des huit horaires enregistrés ou à partir d'une "photographie" de l'ensemble des équipements, prise pendant une séance de simulation antérieure, dont il semble se dégager un quelconque intérêt pédagogique.

Une fois qu'un scénario a été composé, il est testé, éventuellement modifié, et, une fois la mise au point terminée, mis en mémoire sur l'un des disques et répertorié en utilisant une procédure spéciale de gestion de la bibliothèque des scénarios. Le système permet d'avoir en mémoire 150 scénarios d'instruction sur disque, sans compter tous ceux qui peuvent être écrits sur bande magnétique (voir encadré ci-avant).

De plus, il est toujours possible, avant de commencer une séance, de composer un scénario sur les digitatrons en prenant pour point de départ une situation normale dans l'un des horaires enregistrés.

Déroulement d'une séance d'instruction

Initialisation

La séance proprement dite (voir illustrations nos 18 et 19) est précédée par une phase d'initialisation. Cette phase débute par le choix d'un scénario par l'instructeur et l'appel de ce scénario. Elle se continue par la mise en concordance, suivant les données fournies par le calculateur sur l'imprimante de chaque pupitre instructeur, des commandes dont disposent les élèves sur leurs pupitres avec la position théorique qu'elles doivent avoir conformément aux conditions initiales du scénario. Simultanément, le calculateur positionne les trains sur les circuits de voie et il effectue les visualisations correspondantes sur les tableaux de contrôle optique.

Exécution proprement dite

Lorsque l'instructeur lance la simulation, les trains commencent à circuler, conformément à la signalisation, à la position des appareils de voie et à l'état de l'alimentation traction.

RATP - Gaillard, Ardaillon et Chabrol



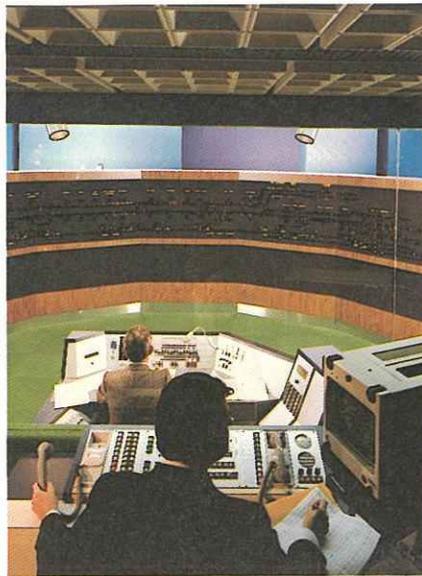
18-19: "Séance d'instruction en cours"

Les clefs et les boutons des pupitres de manœuvres locaux et du poste de contrôle et de commande centralisés sont actifs et les élèves peuvent donc faire manœuvrer les trains en terminus, positionner des services provisoires, tout en suivant sur les tableaux de contrôle optique la position des trains, l'état de la signalisation, la position des appareils de voie, l'état des itinéraires, la situation de l'alimentation traction...

Les instructeurs ont à tout moment la possibilité d'activer ou au contraire de désactiver l'une quelconque des avaries et commandes figurant au scénario. Ils ont également à tout moment la possibilité de composer de nouvelles avaries ou commandes pour exécution immédiate ou insertion dans le scénario en utilisant la même méthodologie que pour la constitution de scénarios.

Comme il a été dit précédemment, les instructeurs assurent la simulation des tiers dans les dialogues entre les élèves servant les PML ou le PCC et des tierces personnes, mais ils peuvent également surveiller grâce à leur platine de télécommunications l'ensemble des conversations des élèves entre eux: dialogue de terminus à terminus ou de terminus à PCC et vice versa.

A tout moment les instructeurs peuvent



RATP - Gaillard, Ardaillon et Chabrol

arrêter la simulation (gel) puis relancer la séance à partir de l'état actuel ou d'un état antérieur (retour arrière). Ils peuvent également faire se redérouler automatiquement en "play-back" la simulation conformément aux actions des élèves et à leurs commandes qui ont été activées entre un instant antérieur et l'instant actuel.

Debriefing

Pour le debriefing, les instructeurs peuvent utiliser la commande de "play-back" décrite ci-dessus. Ils disposent également des possibilités suivantes:

- graphiquage de la progression des trains en fonction du temps obtenu automatiquement sur le traceur de courbe;
- analyse de la qualité de service, donnant les écarts entre les instants réels de passage des rames en station et l'horaire théorique;
- liste chronologique de toutes les actions instructeurs et des actions élèves les plus significatives, depuis le début de la séance.

L'ensemble de ces informations constitue en particulier un dossier exhaustif et indiscutable, témoin du déroulement de la séance, lors de l'utilisation du simulateur pour les examens d'aptitude professionnelle.

Intégration du simulateur de ligne de métro dans la formation

Le simulateur est un outil extrêmement complet qui peut servir aussi bien à la formation de base qu'au recyclage du personnel chargé de la mise en ligne et du contrôle du mouvement des trains. Comme tel, il peut s'intégrer aussi bien dans une formation de type traditionnel que dans une instruction faisant une large part à l'enseignement programmé (qui utilise comme autre outil les machines à enseigner).

S'il est vrai que dans les modes 1 et 2 décrits précédemment, le PML de Colbert peut être utilisé en mode "démonstratif" en dehors du cadre du temps réel, servant ainsi de support aux explications concernant les principes généraux de fonctionnement des postes de manœuvre, il faut retenir qu'il s'agit là d'une utilisation exceptionnelle qui n'entre d'ailleurs pas dans le cadre de la simulation au sens propre du terme.

Compte tenu de la puissance d'un tel système, il faut que le personnel qui suit une séance de formation sur simulateur connaisse non seulement la réglementation qu'il devra appliquer pendant l'exercice, mais aussi les procédures imposées par la nature même des tâches qu'il va effectuer. En effet, l'exploitation exige que ceux qui en sont chargés travaillent non pas les uns à côté des autres, mais en relation les uns avec les autres, ce qui rend nécessaire des procédures de circulation des informations, dont la connaissance préalable est indispensable si on veut tirer un profit maximum des séances de simulation.

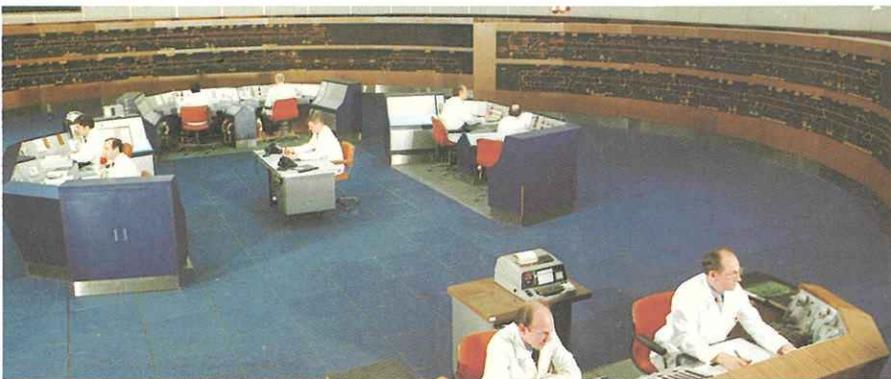
L'introduction du simulateur dans son système de formation a donc conduit le service de l'exploitation de la RATP à revoir l'ensemble de la formation de base aux trois fonctions de manœuvre, départ et régulation, afin de permettre aux stagiaires non seulement de mieux connaître leur propre métier, mais aussi de connaître suffisamment ce qui est indispensable à la compréhension des procédures mises en œuvre pour la circulation des informations entre les différentes fonctions.

Par ailleurs, l'utilisation du simulateur pour la formation continue doit permettre une prise en charge de cette formation par l'encadrement de la ligne, en liaison avec les spécialistes de la formation au Centre d'Instruction qui, dans le cadre d'une doctrine générale définie en accord avec tous, servent à la fois de conseillers techniques et de prestataires de services. Cette manière de procéder permet la mise en œuvre d'une formation de groupe mettant en présence des personnels de niveau hiérarchique différent travaillant quotidiennement ensemble, bien qu'isolés les uns des autres dans la réalité.

Conclusion

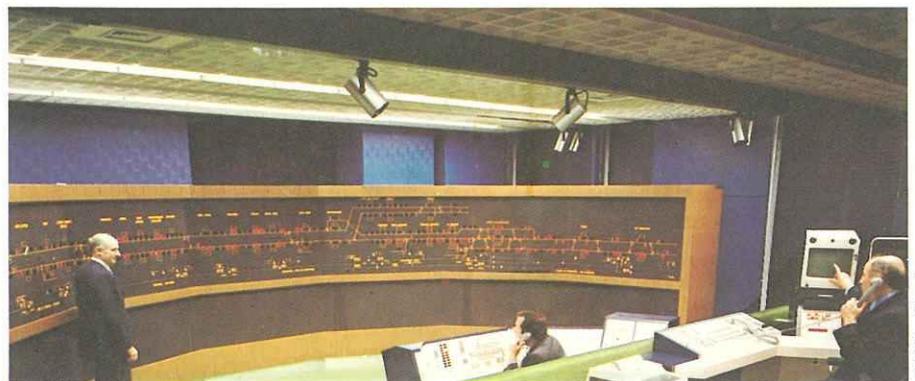
La RATP vient de mettre en service le premier simulateur de ligne de métro dans le monde; il lui faudra maintenant plusieurs mois pour utiliser de façon optimale les possibilités d'un tel outil qui apparaît dès à présent indispensable à la formation du personnel d'exploitation dès lors qu'un trafic important, des intervalles réduits ou des installations centralisées nécessitent non seulement des agents très expérimentés mais encore de créer des relations personnelles entre ceux qui travaillent à une même tâche : le transport en sécurité des voyageurs.

RATP - Carrier

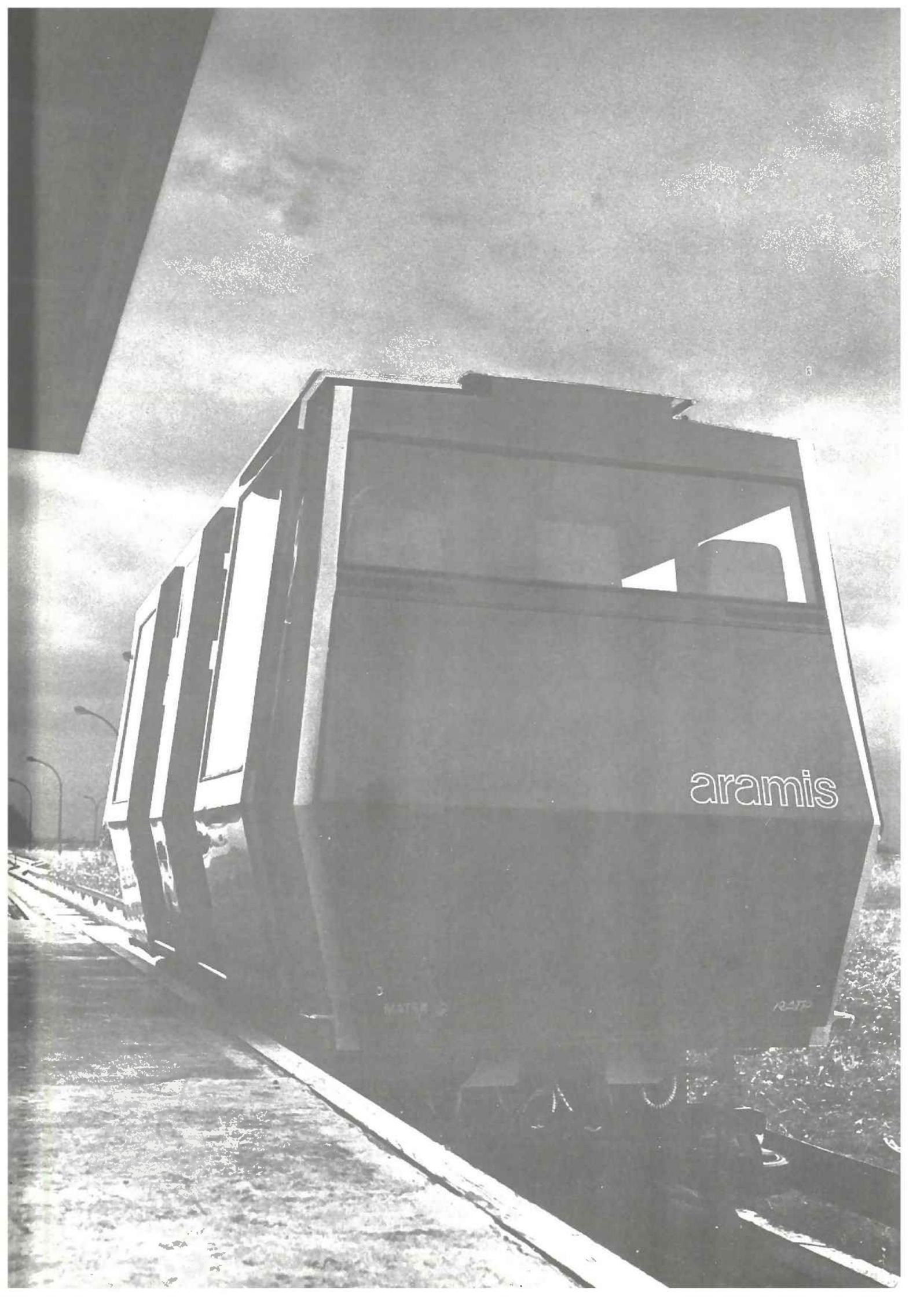


"Le PCC réel ...

et son SOSIE"



RATP - Carrier



aramis

MATER

RATP

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Séance du 26 juin 1981

Projets et marchés

Le Conseil d'administration a adopté le programme d'installation d'escaliers mécaniques dans l'enceinte du métro et du RER pour l'année 1981.

Il a ensuite approuvé deux projets d'avenants, d'une part, au protocole conclu le 9 novembre 1978 avec le Ministère des transports pour l'expérimentation technique de la variante d'exploitation simplifiée ARAMIS-S du système de transport ARAMIS et, d'autre part, au marché passé le 29 septembre 1978 avec la Société Matra: ces avenants sont relatifs à la première phase de la réalisation du centre d'essais techniques du système.

Accord a été donné à divers projets de marchés et avenant concernant respectivement:

- l'exécution du gros œuvre des ouvrages compris entre le cul-de-sac d'Eglise de Pantin et la fin de la future station "Carrefour des Limites", qui constituent le lot 1 du prolongement de la ligne 5 du métro à "Bobigny-Préfecture" ;
- les travaux de terrassement, fondations, béton armé, maçonnerie, nécessités par la reconstruction des ateliers de Charonne;
- l'achèvement de l'étude et la poursuite de la construction du matériel roulant (M1 79) pour l'interconnexion des réseaux RATP-SNCF (avenant n° 1er au marché du 29 juin 1976);
- les travaux de terrassement et de maçonnerie pour l'entretien des stations et accès du métro et de certaines gares du RER;
- l'étude, la fourniture et le montage de chemins lumineux dans les stations rénovées du métro;
- la fourniture, le transport et la livraison de ballast en pierre cassée destinée à l'entretien ou à l'extension des voies du réseau ferré.

Construction d'un immeuble d'habitation Logis-Transports

Le Conseil a approuvé le principe de la concession, à la Société d'HLM "Logis-Transports", pour une durée de 65 années, des terrains nécessaires à l'opé-

ration immobilière qu'elle réalisera rue du Clos d'Orléans à Fontenay-sous-Bois, terrains excédentaires appartenant à la RATP par suite de leur expropriation pour cause d'utilité publique lors de la construction, en tréfonds à cet endroit, de la ligne de Marne-la-Vallée du RER.

Exploitation

Enfin, en ce qui concerne l'exploitation du réseau d'autobus, le Conseil a décidé de procéder à certains aménagements limités concernant:

- le prolongement de la ligne 137 jusqu'à la zone industrielle de Villeneuve-la-Garenne;
- la création d'une antenne sur la ligne 297 pour la desserte du quartier de Gragny à Longjumeau;
- et la mise en place d'une nouvelle ligne 124 "Vincennes (Château) - Val-de-Fontenay (RER)" par fusion des anciennes lignes 124 et 124 N.

Séance du 24 septembre 1981

Les Administrateurs ont entendu une allocution de M. Claude QUIN, nouveau Président du Conseil d'administration, qui, après avoir évoqué l'action conduite par M. Roger BELIN, son prédécesseur, a exposé les orientations et les objectifs d'ensemble à prendre en considération par la RATP, dans le cadre de la politique nouvelle des transports collectifs définie par le Ministre d'Etat, Ministre des transports.

Projets et marchés

Le Conseil a ensuite approuvé un additif au schéma de principe de la création de la gare "Saint-Michel" sur la ligne B du RER, concernant les accès voyageurs sur la rive sud de la Seine et la sécurité de l'exploitation.

Le Conseil a également approuvé deux avant-projets de travaux concernant respectivement :

- la deuxième étape - "Fort d'Aubervilliers-Quatre Routes" - du prolongement de la ligne 7 du métro à La Courneuve;
- la création d'un parc du service de la

voie à Saint-Denis et son raccordement à la ligne 13 du métro.

Accord a été donné à la passation de deux marchés relatifs:

- à l'exécution des travaux de maintenance de matériel de voie et de matériaux divers;
- à la fourniture de fioul domestique.

Budget d'exploitation

Le Conseil a établi la révision du budget d'exploitation de l'exercice 1981 qui, tenant compte des résultats définitifs de l'exercice 1980 et de ceux du premier semestre 1981, ainsi que de l'évolution de la conjoncture et de l'incidence d'un certain nombre de faits intervenus depuis l'établissement des prévisions initiales (accentuation de la variation des prix, augmentation des tarifs à compter du 1er août 1981, etc...) aboutit à un montant de dépenses de 8 818 millions de francs.

Les prévisions de trafic, fondées sur un tarif d'application porté à 2,00 francs au 1er août 1981, conduisent à fixer le module d'équilibre moyen annuel à 3,34 francs.

Aide au logement

En ce qui concerne l'aide de la RATP à son personnel dans le domaine de l'habitat et dans des domaines divers (prêts, cautions, investissements dans des programmes de construction de logements locatifs), le Conseil, après avoir fait le point sur les nouvelles conditions d'attribution des prêts sur fonds bénévoles en fonction des résultats enregistrés depuis le début de l'exercice, a décidé de porter le montant maximum des investissements dans les programmes de logements locatifs (dit de 8^e catégorie) de 14,9 millions de francs à 18,9 millions de francs et de ramener le plafond des immobilisations des prêts de 7^e catégorie (A et B) de 91 millions de francs à 87 millions de francs.

Exploitation

Enfin, s'agissant de l'exploitation du réseau d'autobus, il a été décidé de procéder à certains aménagements limités concernant, d'une part, le prolongement de la ligne 317 jusqu'à l'Hôtel de Ville de Créteil et, d'autre part, la création sur la ligne 194 d'une antenne pour la desserte du groupe scolaire Sophie-Barat à Châtenay Malabry.

QUELS TRANSPORTS URBAINS EN SITE PROPRE POUR LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT ?

par Francis Guittonneau,
Ingénieur chef de division
à la Direction des études générales

La croissance des villes des pays en voie de développement nécessite de plus en plus souvent la mise en œuvre de systèmes de transports publics efficaces. Contrairement à ce que l'on a pu observer pour les autobus, les récentes réalisations de systèmes sur rails en site propre - métro, métro léger et tramway - montrent une similitude de techniques avec les systèmes des pays industrialisés.

Après une brève comparaison des matériels roulants et des philosophies d'exploitation, l'auteur propose quelques interprétations à cette situation.

L'article reprend les grandes lignes d'une communication faite à la Conférence de Dakar sur les transports urbains en mai 1980, qui a fait l'objet d'une publication intégrale dans la revue "Transports" (numéro d'avril-mai 1981).

En ce qui concerne les systèmes au sol, le lecteur pourra aussi se reporter utilement à l'article relatif aux réseaux de surface en site propre publié dans notre revue (*).

Introduction

Dans les pays industrialisés, c'est le plus souvent dans la dernière décennie, que le développement des réseaux de transports publics a commencé à s'appuyer sur la mise en site propre de tronçons de lignes plus ou moins longs. Les modalités en sont variables, depuis la création de couloirs réservés dans les centres-villes, jusqu'à la promotion de réseaux de tramways modernes, la réservation de files de circulation pour les autobus sur les autoroutes et la mise en chantier de lignes de métro léger ou classique (*).

Certains pays avaient su ou pu préserver leurs infrastructures de transport et ont donc seulement à les valoriser ; d'autres sont obligés de partir de peu de choses, l'ensemble de leurs sites propres

et de leurs tramways ayant été abandonné presque en totalité quelques décennies auparavant.

Partout les motivations sont les mêmes: après avoir longtemps cru à la possibilité d'organiser la ville en fonction de l'automobile, les responsables sont obligés de changer de stratégie. Les véhicules de transport public doivent être isolés du reste de la circulation pour pouvoir à nouveau jouer leur rôle.

En l'absence de telles mesures, en effet, les réseaux d'autobus mêlés à la circulation générale voient chaque année leur vitesse commerciale diminuer, les coûts de fonctionnement des réseaux augmentent et les recettes du trafic ne suffisent plus à assurer leur équilibre financier.

Avec un décalage de quelques années, ce sont maintenant les villes des pays en voie de développement qui sont confrontées aux problèmes des déplacements. La dégradation des conditions de transport urbain s'y produit de façon plus

brutale à cause du fort taux de captivité des transports collectifs de la population et de la plus faible capacité d'investissement de ces pays.

Les villes possédant une ou plusieurs compagnies d'autobus ont connu le même phénomène que celui décrit plus haut. Non seulement, ces compagnies n'assurent plus leur équilibre financier mais leur capacité de transport ne peut suivre le rythme du développement urbain très rapide.

L'augmentation de la demande de déplacements en transports en commun provoque souvent un développement incontrôlé de moyens de transports collectifs "informels", taxis collectifs, minicars, transports d'entreprises dont l'efficacité va en diminuant encore compte tenu des difficultés générales de circulation.

Devant les difficultés croissantes à assurer les déplacements dans les villes des pays en voie de développement et des pays industrialisés, on peut se poser la question suivante:

Les techniques développées dans les pays industrialisés sont-elles utilisables dans les villes des pays en voie de développement et quels problèmes spécifiques peuvent-elles poser ?

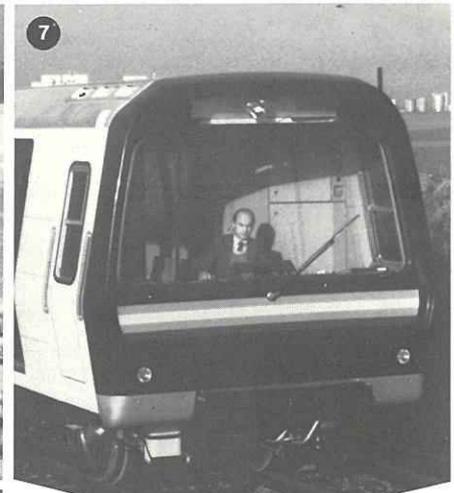
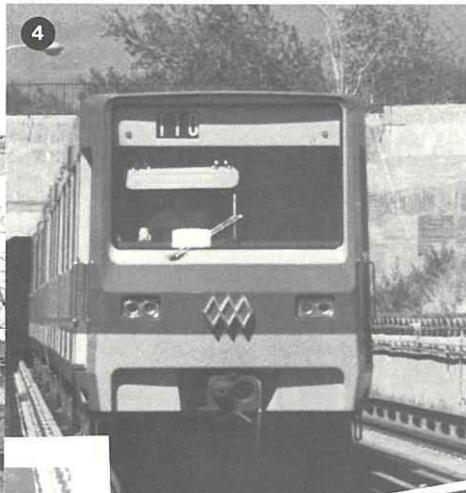
Les véhicules sur rails dans les pays en voie de développement

Dans la construction des véhicules routiers de transport public, on a vu se développer des fabrications adaptées aux conditions d'exploitation des pays en voie de développement, soit par la fabrication de matériels spécifiques aux pays en voie de développement mis au point par un constructeur de pays industrialisé, soit par des fabrications locales rusti-

(*) Voir l'article "Les projets de réseau de surface en site propre" dans le numéro de juillet-août-septembre 1980 de notre revue.

NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

- ① Pré-métro de Rio de Janeiro (Photo MTE)
- ② Métro d'Amsterdam (RATP - Relations extérieures)
- ③ Matériel pneu du métro de Mexico (Photo SOFRETU)
- ④ Matériel pneu du métro de Santiago (RATP - Relations extérieures)
- ⑤ Matériel pneu du métro de Lyon (Photo SEMALY)
- ⑥ Matériel pneu du métro de Marseille (RATP - Réseau ferré)
- ⑦ Matériel fer du métro de Caracas (RATP - Réseau ferré)
- ⑧ Matériel fer (MF 77) du métro de Paris (RATP - Thibaut)



ques, industrielles (autobus sur châssis de camions au Brésil) ou artisanales (Jeepneys de Manille, Fula-Fula de Kins-hasa, etc).

Pour les véhicules sur rails, métro, métro léger, tramway, peut-on observer des différences entre ceux utilisés par les pays industrialisés et ceux des pays en voie de développement?

A titre d'exemple, le tableau page ci-contre présente d'une part les caractéristiques de quelques métros construits ou en construction dans les pays en voie de développement, d'autre part en comparaison, celles de métros construits récemment en Europe.

On a choisi Mexico, Santiago, Rio de Janeiro, Caracas pour les métros des pays en voie de développement, Le Caire comme exemple de matériel roulant régional, Paris (matériel MF 77), Marseille, Lyon et Amsterdam pour les métros neufs européens. Malgré le petit nombre d'exemples, on a veillé à vérifier que les caractéristiques retenues pour d'autres réalisations (São Paulo, Hong-Kong...) n'infirmaient pas les tendances dégagées sur ce petit échantillon.

Les caisses font toujours l'objet d'une étude de design soignée de façon à affirmer le caractère particulier du réseau. Elles sont soit en acier peint ou inoxydable, soit en alliage d'aluminium sans qu'on puisse voir se dégager une tendance marquée.

Les performances dynamiques recherchées sont directement liées aux caractéristiques de la ligne et à son exploitation.

Les équipements de commande des moteurs utilisent de plus en plus souvent des hacheurs de courant comme dans les pays industrialisés pour économiser l'énergie (au prix d'un système électronique plus délicat).

De même la recherche d'un confort maximum conduit souvent à retenir une suspension pneumatique malgré les contraintes d'entretien qu'elle engendre.

D'une façon générale, l'examen des principales options récentes pour les matériels roulants métro montre une grande similitude entre les caractéristiques techniques retenues dans les pays industrialisés et les pays en voie

de développement. Il n'est pas possible de dégager un matériel roulant type, ni même un ensemble de solutions faisant l'objet d'un consensus chez les responsables de villes des pays en voie de développement.

Une analyse semblable sur les matériels de tramway ou de métro léger est plus difficile à effectuer car les réalisations de lignes nouvelles utilisant ces matériels sont encore plus nombreuses. Mais les différents projets actuellement à l'étude semblent conduire à la même conclusion.

Les raisons suivantes peuvent être avancées:

Contrairement au domaine de l'industrie automobile où des usines de montage sont implantées dans les pays en voie de développement, la production de véhicules ferroviaires métros ou tramways est fortement concentrée dans quelques pays industrialisés.

Certains pays en voie de développement comme le Mexique et le Brésil ont profité de la réalisation d'un métro pour assurer un transfert de technologie leur permettant d'assurer le montage et une partie des fabrications sous licence des séries complémentaires de véhicules. Mais l'ensemble des normes et des techniques de fabrication est encore entièrement déterminé par les pays industrialisés car la production industrielle de la plupart des sous-ensembles nécessite des investissements initiaux très lourds, qui doivent être amortis sur de nombreuses fabrications, et la maîtrise de techniques de pointe (métallurgie des alliages spéciaux, équipements électroniques ...).

Enfin, plus simplement, à partir du moment où le problème de transport est posé dans les mêmes termes de capacité, de confort, de niveau de service dans les villes des pays en voie de développement et dans les villes des pays développés aux mêmes interlocuteurs industriels, rien d'étonnant à ce que la réponse technologique soit semblable.

Les systèmes d'exploitation

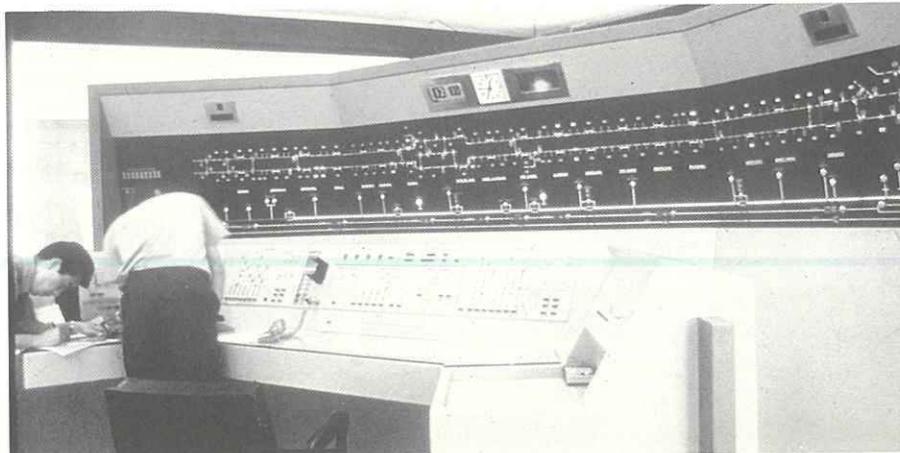
Essayons une analyse comparable des systèmes d'aide à l'exploitation.

Les conceptions des systèmes métro peuvent se classer a priori en trois catégories:

- conceptions issues de métros existants;
- conceptions pour un métro neuf d'un pays industrialisé;
- conceptions issues de métros neufs de pays en voie de développement.

Dans les conceptions issues de métros existants, on peut utiliser une main-d'œuvre compétente mais les contraintes économiques poussent en général à la diminuer progressivement. La centralisation de l'exploitation répond à un besoin d'amélioration du service mais cette centralisation est en général partielle et non irréversible. L'automatisation est mise en œuvre par étapes à cause des bouleversements des habitudes de travail et des efforts d'adaptation qu'elle nécessite. Elle peut par contre conduire à une réelle amélioration du niveau de service.

Dans les conceptions pour un métro



Le PCC du métro de Mexico

Ville	SANTIAGO	MEXICO	RIO DE JANEIRO	LE CAIRE REGIONAL	CARACAS	PARIS MF 77	MARSEILLE	LYON	AMSTERDAM
Date de 1 ^{ère} mise en service	1975	1969	1979	1901	1983	1978	1977	1978	1977
Population de l'agglomération en millions d'habitants	4	12	8,5	10	3,5	10	2,2	2	1
Matériel roulant Type de roulement: P: pneu, F: fer	P	P	F	F	F	F	P	P	F
Dimensions longueur/largeur en m	16,8/2,60	16,7/2,50	21/3,17	19,6/2,9	21/3,05	15,1/2,46	16,2/2,6	17,9/2,9	18,3/3
Matériau	acier	acier	acier	acier	alu	alu peint	alu peint	alu peint	acier inox
Portes: nombre/ouverture en m	4/1,3	4/1,3	3/1,8	4/1,3	4/1,4	3/1,5	3/1,3	3/1,3	3/1,3
Type de diagramme: T: transversal, L: latéral, M: mixte	M	M	M	T	M	M	T	T	T
Accélération en m/s ²	1,23	1,33	1,2	0,9	1,35	1	1,3	1,2	-
Décélération en m/s ²	1,6	1,8	1,2	1,2	1,1	1	1,8	1	-
Type de freinage: P: pneumatique, Rh: rhéostatique, R: récupération	Rh/R	Rh/R	R, Rh et P	Rh et P	R ou P + Rh	R et P	R et P	R et P	R et P
Équipement: H: hacheur, R: récupération	-R	-H	H	-	H	H	R	H	-
Tension d'alimentation en V	750	750	750	1 500	750	750	750	750	750
Type de suspension: C: classique, P: pneumatique	C	C	P	C	P	P	P	P	P
Exploitation									
Intervalle minimum	3'	3'	1,30'	2,30'	3'	1,30'	3'	3'	3'
Traffic maximum possible en milliers de voyageurs/heure/sens	50	60	80	60	58	-	20	20	-
Nombre d'agents à bord	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Conduite automatique	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui	non
Suivi des trains: C: console, TCO: tableau de contrôle optique	TCO	TCO	TCO	TCO	TCO	TCO	TCO	C	TCO
Régulation	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui

neuf de pays industrialisés, la justification économique du projet a été en général obtenue grâce à une réduction des charges d'exploitation reposant sur une main-d'œuvre limitée au maximum. Le recrutement d'agents qualifiés ne pose pas de difficultés particulières. La centralisation et l'automatisation sont donc très marquées dès l'origine.

Dans les conceptions issues des métros neufs de pays en voie de développement, la main-d'œuvre est nombreuse mais peu compétente; une bonne qualification est possible mais onéreuse. En fait deux conceptions sont possibles a priori: une conception décentralisée utili-

sant beaucoup d'agents ayant des fonctions redondantes pour compenser leur faible qualification ou une conception ignorant cette main-d'œuvre peu qualifiée et privilégiant donc un petit nombre de personnel dont la formation sera soignée mais coûteuse. Cette deuxième conception est, dans ses applications, comparable à celle des métros neufs des pays industrialisés.

L'analyse des systèmes d'aide à l'exploitation des métros des villes en pays en voie de développement, montre que la totalité de ces systèmes relève de la deuxième conception. Il y a peu de différence tant dans le degré de

centralisation que dans celui d'automatisation entre métro de pays industrialisés et métro en voie de développement.

Les conceptions des systèmes d'aide à l'exploitation des lignes de tramway et de métro léger sont essentiellement dépendantes du degré de mise en site propre des lignes et de la capacité de transport à assurer.

Le tramway tel qu'il a été conçu historiquement s'accommodait en fait d'une exploitation très simplifiée avec conduite en marche à vue, manœuvre manuelle des aiguilles, etc. Mais le renouveau du

tramway s'est fait avec des méthodes d'exploitation radicalement différentes. Une ligne de tramway moderne est le plus souvent en site propre sauf aux carrefours; les trafics à acheminer obligent à des intervalles faibles de l'ordre de 3 minutes par sens. A ce stade, les systèmes d'aide à l'exploitation deviennent des outils nécessaires. De plus, les nombreux projets à l'étude prouvent que des systèmes d'exploitation relativement sophistiqués permettent souvent une amélioration de la vitesse commerciale, donc des économies sur le parc de matériel roulant d'un autre ordre que leur coût propre.

Ainsi, comme pour les métros, les lignes modernes en site propre au niveau du sol font appel aux techniques de pointe pour leur exploitation.

L'environnement des projets fournit des explications possibles:

Le choix d'un métro, métro léger ou tramway moderne représente une charge importante pour la collectivité ou l'Etat qui en prend la responsabilité. Il faut donc faire jouer au nouveau projet un rôle à la mesure de sa capacité de transport grâce à une restructuration du système de transport public préexistant.

Des mesures tarifaires sont souvent prises en accompagnement. Ainsi, le réseau ferré en site propre devient dès ses premières années de service le système fondamental sur lequel s'articulent et se rabattent les lignes d'autobus ou d'autres modes. La capacité de transport à assurer est donc rapidement importante et le degré de fiabilité de l'exploitation doit être élevé. Les systèmes d'aide à l'exploitation sont à ce titre fortement utiles.

De plus, du fait même de l'effort financier qu'il représente pour le pays ou pour l'Etat auquel appartient la ville, le système en site propre est souvent investi d'une valeur symbolique et sert à prouver à la population que le pays est en passe d'accéder à un niveau de développement industriel déterminant. Les techniques de pointe utilisant l'électronique et les télétransmissions sont pour cette raison fortement souhaitées. Ce phénomène paraît particulièrement clair pour le métro.

Enfin, les trafics maximum possibles pris à des horizons plus ou moins loin-

tains sont évidemment sensiblement plus élevés que dans les pays industrialisés car l'utilisation des transports collectifs est beaucoup plus importante à taille égale dans les villes des pays en voie de développement.

Conclusions

Dans les villes des pays en voie de développement comme dans celles des pays industrialisés, la planification des transports urbains passe par la mise en œuvre de systèmes économes d'espaces, donc de systèmes en site propre partiel ou intégral.

Une palette de solutions techniques confirmées utilisant soit des autobus, articulés ou non, soit des tramways, métros légers ou métros classiques est à la disposition des planificateurs urbains.

Les systèmes en site propre sur rails ne donnent pas lieu aujourd'hui à une évolution comparable à celle des autobus. Les procédures d'exploitation et les matériels roulants restent en effet semblables dans les pays en voie de développement et les pays industrialisés.

Le métro est le moyen de transport public privilégié pour satisfaire les très fortes demandes de transport des villes multimillionnaires des pays en voie de développement. Son coût élevé de réalisation paraît plus lié au niveau de technologie nécessaire pour assurer le service souhaité qu'à une sophistication excessive des équipements.

Malgré l'abaissement de leur coût par rapport à celui d'un métro, le tramway et le métro léger sont encore lourds en investissement par rapport aux capacités de financement des villes. Ainsi quelques aspects caractéristiques dans la réalisation d'un système en site propre sur rails doivent être soulignés:

1. Coûteux mais durable, le système retenu doit faire l'objet d'études techniques préliminaires soignées de façon à tenir le plus grand compte des contraintes locales propres à chaque ville: conditions climatiques particulières, niveau d'alphabétisation des usagers, habitudes de déplacements, etc.

De plus l'utilisation de certaines opportunités d'insertion dans le tissu urbain peut souvent conduire à des économies substantielles du coût de réalisation même à technologie identique.

2. A partir du moment où la construction d'une ou plusieurs lignes s'impose, il est nécessaire de leur faire tenir une place à la mesure de leurs potentialités dans le système de transport public.

Il faut en effet que le gain pour la collectivité soit le plus important possible. Deux grandes familles d'action peuvent être préconisées:

- actions sur la structure des autres réseaux: restructuration des autres modes de transport, rabattement des lignes d'autobus sur la ligne de tramway ou de métro, aménagement des ruptures de charge, suppression des parcours avec concurrence entre modes, études de tarification incluant tous les modes de transport collectif, etc.;
- actions sur l'urbanisme: plus le système mis en place est puissant et plus ses effets structurants sur le développement urbain sont grands; il est très important de pouvoir utiliser cette interaction et de faire ainsi des lignes ferroviaires en site propre un instrument pour orienter l'évolution de la ville.

L'ensemble de ces mesures d'accompagnement sera susceptible de donner au projet son efficacité maximale dans le système de transport de l'agglomération et dans son développement.

3. Le tramway, le métro léger ou le métro peuvent être des instruments essentiels de transfert de technologie entre pays industrialisés et pays en voie de développement car ils mettent en œuvre des techniques complémentaires dont certaines sont des techniques de pointe. Leur réalisation doit toujours s'accompagner d'un programme de formation poussé pour garantir une exploitation satisfaisante et un bon entretien des équipements. L'expérience montre que leur construction est de plus en plus ressentie à juste titre comme une opportunité de développement des industries ou des techniques locales par les responsables des pays en voie de développement.

EXPLOITATION DU RÉSEAU D'AUTOBUS

Modification d'itinéraire et prolongement de la ligne 137: "Porte de Clignancourt-Villeneuve-la-Garenne (Place Paul Herbé) ou Ile Saint-Denis (CES Alfred Sisley)"

Le 5 août 1981, par suite de l'aménagement en site propre de l'avenue de Verdun à Villeneuve-la-Garenne (voir ci-après), l'itinéraire de la ligne 137 a été modifié.

Les voitures empruntent désormais, en direction de la Place Paul Herbé, l'avenue de Verdun, la rue Brandin, la rue Henri Barbusse puis le boulevard Charles de Gaulle et, en direction de la Porte de Clignancourt sur le parcours de la desserte du CES Alfred Sisley, l'avenue de Verdun, la rue Brandin, la rue Henri Barbusse, le boulevard Charles de Gaulle, la rue Dupont du Chambon puis l'avenue de Verdun à nouveau.

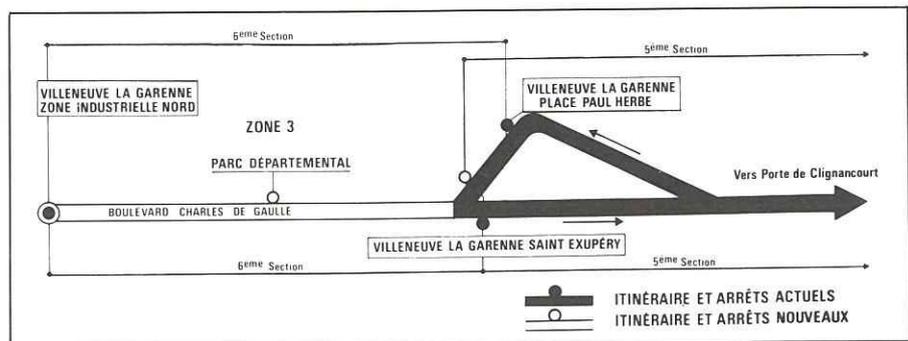
Parallèlement à cette opération, à dater du 15 septembre, pour assurer la desserte de la zone industrielle de Villeneuve-la-Garenne, la ligne est prolongée à titre d'essai, du lundi au vendredi, aux heures d'entrée et de sortie du personnel, depuis la Place Paul Herbé jusqu'à la zone industrielle nord.

Les voitures empruntent, dans les deux sens, le boulevard Charles de Gaulle.

Ce prolongement constitue une sixième section.

Prolongement partiel de la ligne 444: "Cergy (Préfecture) - Osny (Résidence du Vauvarrois)"

Le 1er septembre 1981, la disposition prise à titre d'essai depuis le 31 mars 1979 - prolongement partiel de la ligne 444 en période scolaire, du lundi au vendredi, depuis la Résidence du Vauvarrois



Ligne 137: prolongement

jusqu'au CES de la Bruyère à Osny - a été adoptée. Ce prolongement partiel, qui a pour itinéraire dans les deux sens la rue de Cergy, la rue de Puiseux et la Chaussée Jules César, constitue une troisième section.

Modifications apportées au réseau de desserte de la ville nouvelle de Saint-Quentin- en-Yvelines

Au cours du mois de septembre 1981, le réseau d'autobus de la ville nouvelle

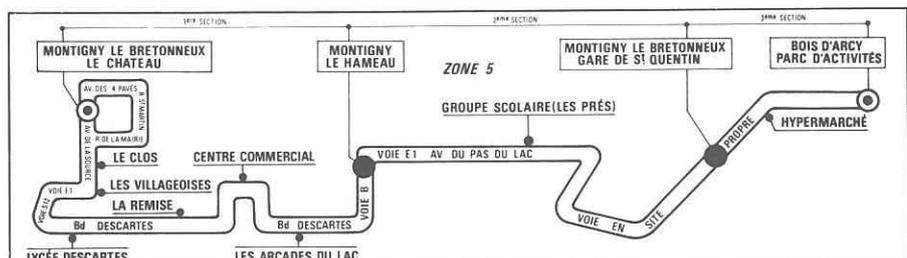
de Saint-Quentin-en-Yvelines a subi les modifications suivantes:

15 septembre:

- création de la ligne 414: "Montigny-le-Bretonneux (Le Château) - Bois d'Arcy (Parc d'Activités)";
- modification d'itinéraire de la ligne 419: "Voisins-le-Bretonneux (Parc de Port-Royal) - Montigny-le-Bretonneux (Hyper-marché)" dans Montigny-le-Bretonneux, consécutive à la création de la ligne 414, et prolongement de cette ligne de Montigny-le-Bretonneux (Hypermarché) à Bois d'Arcy (Parc d'Activités);

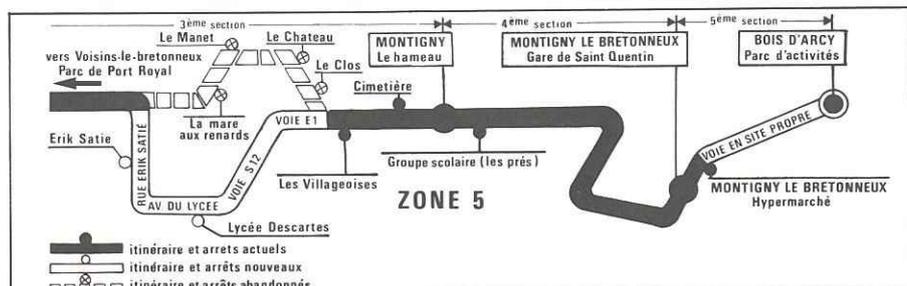
21 septembre:

- prolongement de la ligne 418 "Guyancourt (Allée de Versailles) - Montigny-le-Bretonneux (Gare de Saint-Quentin-Hypermarché)" depuis Montigny-le-Bretonneux (Hypermarché) jusqu'à Bois d'Arcy (Parc d'Activités).



Ligne 414: desserte créée

Ligne 419: modification d'itinéraire



Les détails de ces modifications sont précisés sur les schémas ci-joints.

Fusion des lignes 124: "Vincennes (Château) - Fontenay-sous-Bois (Ancienne Mairie)" et 124 N: "Fontenay-sous-Bois (RER) - Fontenay-sous-Bois (Val de Fontenay RER-SNCF)"

Le 1er octobre 1981, afin d'améliorer la desserte par autobus entre les communes de Vincennes et de Fontenay-sous-Bois, les lignes 124 et 124 N ont été fusionnées.

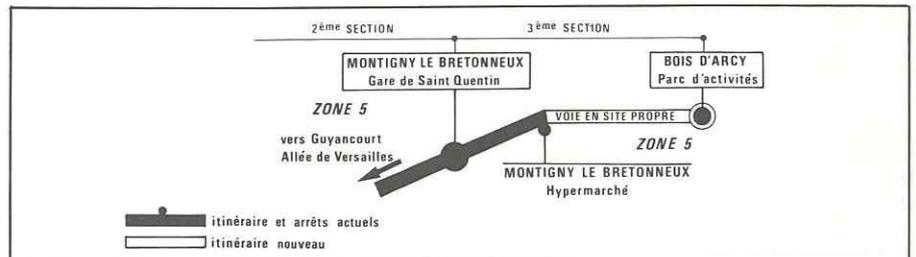
La nouvelle ligne ainsi créée, qui porte l'indice 124 et dont l'itinéraire est représenté sur le schéma ci-contre est exploitée en totalité du lundi au samedi, sauf en soirée, et limitée au tronçon "Vincennes (Château) - Fontenay-sous-Bois (Ancienne Mairie)", en soirée tous les jours, et le dimanche.

La ligne comporte quatre sections et son itinéraire est compris dans les zones 2 et 3 de la carte orange.

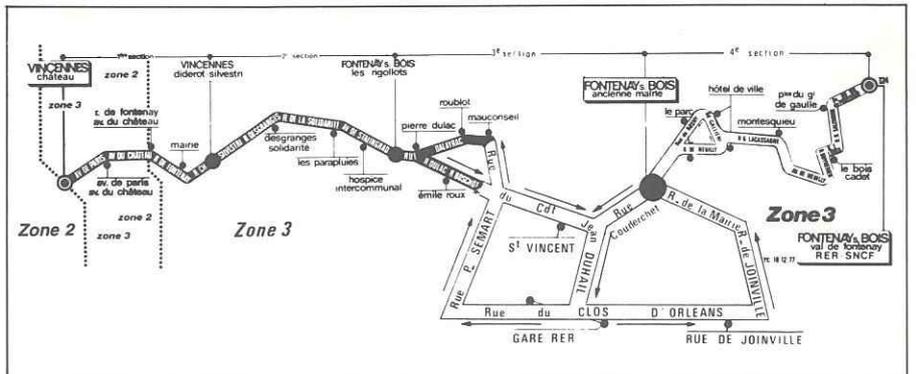
Prolongement de la ligne 163: "Porte de Champerret- Bezons (Grand-Cerf)"

A dater du 1er octobre 1981, la ligne 163 est prolongée à titre d'essai, du lundi au vendredi aux heures de pointe, de Bezons (Grand-Cerf) à Carrières-sur-Seine (Alouettes).

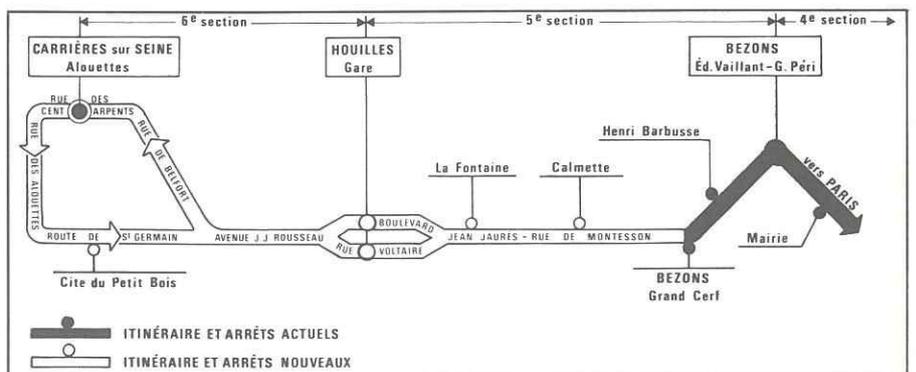
L'itinéraire du prolongement est constitué, depuis la Place du Grand-Cerf, par la



Ligne 418: prolongement



Ligne 124: nouvel itinéraire



Ligne 163: prolongement

rue de Montesson, le boulevard Jean Jaurès, l'avenue Jean-Jacques Rousseau, la rue de Belfort, puis la rue des Cent Arpents à l'aller, la rue des Alouettes, la route de Saint-Germain, l'avenue Jean-Jacques Rousseau, la rue Voltaire, le boulevard Jean Jaurès et la rue de Montesson au retour.

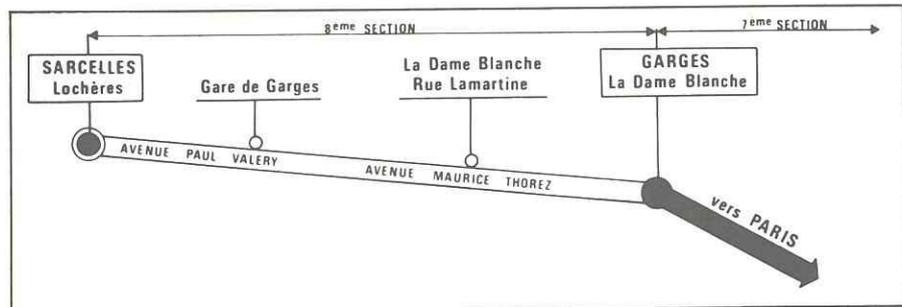
Ce prolongement porte de cinq à six le nombre de sections sur la ligne.

**Prolongement
de la ligne 250 B:
"Porte de la Chapelle-
Garges
(La Dame Blanche)"**

Le 1er octobre 1981, la ligne 250 B a été prolongée, du lundi au samedi, depuis Garges (La Dame Blanche) jusqu'à Sarcelles (Les Lochères), afin de desservir la gare SNCF de Garges-Sarcelles.

Les voitures empruntent, dans les deux sens, l'avenue Maurice Thorez et l'avenue Paul Valéry.

Cette desserte constitue une huitième section.

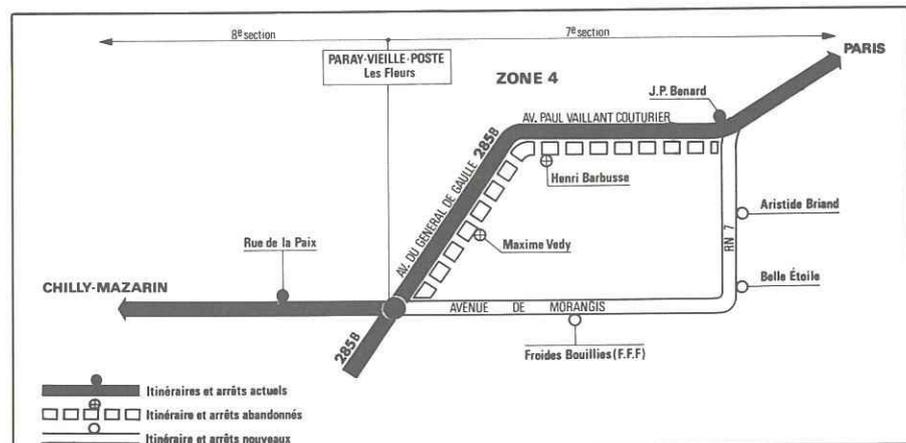


Ligne 250 B: prolongement

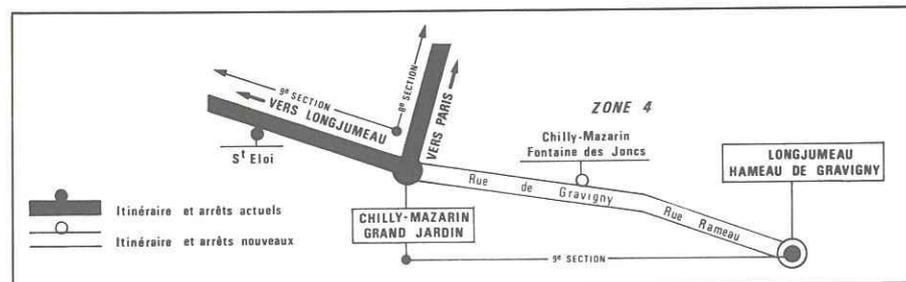
**Modification d'itinéraire
de la ligne 285 C
"Porte d'Italie -
Chilly-Mazarin (Place
de la Libération)"**

A dater du 1er octobre 1981, l'itinéraire de la ligne 285 C est modifié à titre d'essai, dans la traversée des communes de Paray-Vieille Poste et d'Atthis-Mons: le trajet par l'avenue Paul Vaillant Couturier et l'avenue du Général de Gaulle est abandonné et les voitures empruntent désormais la RN 7 et l'avenue de Morangis.

Le sectionnement reste inchangé.



Ligne 285 C: modification d'itinéraire



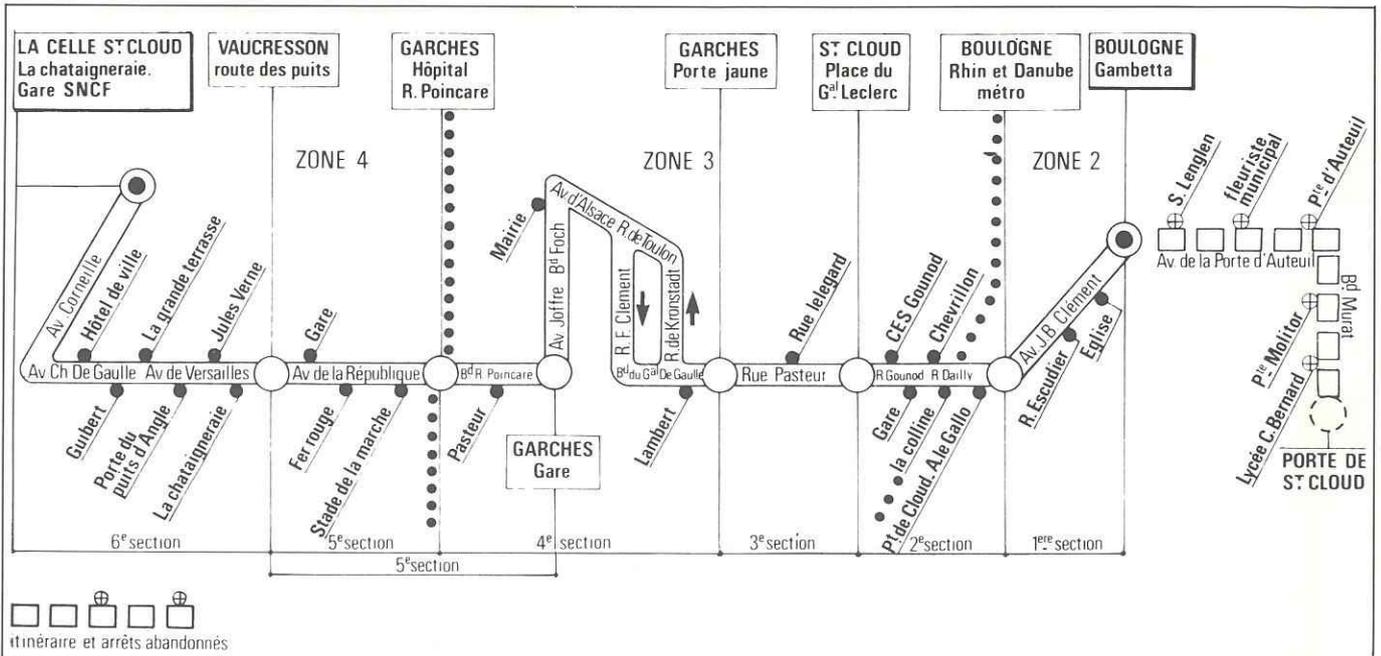
Ligne 297: antenne créée

**Création d'une antenne
sur la ligne 297:
"Porte d'Orléans -
Longjumeau
(Place Charles Steber)"**

Le 1er octobre 1981, une antenne a été créée sur la ligne 297 pour desservir le quartier de Gravigny à Longjumeau.

Le parcours de cette antenne, représentant une neuvième section, est constitué, à partir de l'arrêt "Chilly-Mazarin (Grand Jardin)" jusqu'au terminus "Longjumeau (Hameau de Gravigny)", par la rue de Gravigny et la rue Rameau.

Le service est assuré du lundi au vendredi aux heures de pointe.



Ligne 482: report de terminus et déviation d'itinéraire

Modifications consécutives à la mise en service du prolongement de la ligne 10 du métro à Boulogne-Pont de Saint-Cloud

Le 3 octobre 1981, par suite du prolongement de la ligne 10 du métro à Boulogne-Pont de Saint-Cloud, le terminus "Porte de Saint-Cloud" de la ligne 482 - "Porte de Saint-Cloud - La Celle Saint-Cloud (La Châtaigneraie - Gare SNCF)" - a été reporté à "Boulogne (Gambetta)", et son itinéraire a été dévié par la mairie de Garches.

Ainsi, la plupart des voyageurs en provenance de l'ouest qui descendaient auparavant à la Porte d'Auteuil peuvent emprunter dorénavant le métro à Pont de Saint-Cloud. La déviation par la mairie de Garches assure la liaison entre le centre de cette localité et la ligne 10.

Parallèlement à cette opération, le circuit du service à la demande de minibus de la ville a été prolongé jusqu'à la nouvelle station.



Service de minibus à la demande dans Boulogne



RATP - Chabrol

Site propre axial bidirectionnel
à Villeneuve-la-Garenne: carrefour
au niveau de la rue Gallieni

Mise en service de nouveaux couloirs réservés à la circulation des autobus

Dans Paris, le 17 août 1981, un couloir réservé aux autobus de la ligne PC extérieure a été mis en service dans le sens normal de la circulation, sur 840 m, boulevard Mac Donald, entre le quai du Lot et l'avenue de la Porte d'Aubervilliers.

Cette opération porte à 235 à fin septembre 1981, le nombre des couloirs réservés à la circulation des autobus dans Paris (dont 24 à contresens), lesquels totalisent une longueur de 104,690 km et sont utilisés par les 55 lignes de Paris sur 268,080 km de leurs itinéraires et par 23 lignes de banlieue sur 8,570 km de leurs itinéraires.

En banlieue, le 17 août 1981 également, les dispositions suivantes ont été prises à Villeneuve-la-Garenne (Hauts-de-Seine), sur l'avenue de Verdun (RN 186):

- prolongement de 180 m, c'est-à-dire jusqu'à l'avenue Jean Jaurès, du tronçon de site propre axial à double sens existant: ce tronçon représente ainsi un aménagement de 430 m au total, emprunté par la ligne 178;

- mise en service d'un tronçon de 400 m de site propre axial à double sens, de la rue de l'Avenir au pont de l'Île Saint-Denis: ce nouveau tronçon concerne les lignes 137, 177 et 178.

Il existe ainsi en banlieue, à fin septembre 1981, 93 couloirs réservés à la circulation des autobus (dont 1 à contresens, 5 en site propre unidirectionnel et 2 en site propre bidirectionnel (*)) totalisant une longueur de 49,810 km. Ceux-ci sont empruntés par 78 lignes de banlieue sur 123,610 km de leurs itinéraires et par 9 lignes de Paris sur 4,750 km de leurs itinéraires.

(*) Un site propre bidirectionnel est compté deux fois



LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE

NOUVELLES DE FRANCE

Lyon



Le prolongement de la ligne B du métro en service

Un peu plus de trois ans après la mise en service de la première tranche, en avril 1978, le métro de Lyon franchit une nouvelle étape avec l'inauguration, le 9 septembre, puis la mise en service, le 14 septembre, du prolongement de la ligne B jusqu'à la Place Jean Macé (*).

Ce prolongement permet de transformer la courte antenne "Charpenne-Part-Dieu" de 1,5 km en une véritable ligne de 3,9 km complétant la desserte de la rive gauche du Rhône.

D'une superficie double de celle de la presqu'île, la rive gauche du Rhône est un secteur dont la densité résidentielle reste élevée (365 habitants à l'hectare). Sa vocation centrale est déjà ancienne car la Préfecture et l'Université y sont installées depuis longtemps et le quartier de la Guillotière est un centre important d'activités commerciales. Une forte concentration d'équipements publics a permis de créer dans ce secteur un nombre d'emplois qui va croissant (120 000 emplois). Par ailleurs, la création du centre de la Part-Dieu, important pôle d'activités de bureaux, administrations et commerces (30 000 emplois), a encore accentué la vocation centrale de ce secteur. Enfin, la gare des Brotteaux est, depuis septembre 1981, la gare d'arrivée du TGV avant que ne devienne opérationnelle, en 1983, la future gare de la Part-Dieu.

Le prolongement de la ligne B comporte trois nouvelles stations espacées d'environ 800 mètres et conçues suivant un principe architectural proche de celui de la première tranche: stations peu enterrées et accès directs aux quais à partir de la surface (pas de couloirs).

(* N.d.l.r.: Les trois lignes du métro de Lyon, d'une longueur totale de 11,8 km, avec 17 stations, ont transporté 47,7 millions de voyageurs en 1980.

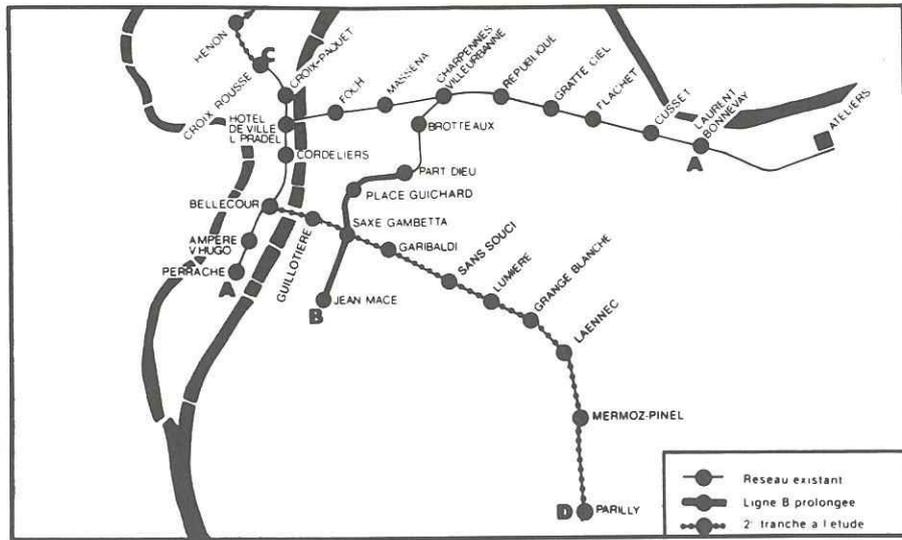


Schéma du métro de Lyon

La station "Guichard", aux accès semi-enterrés et éclairée par la lumière du jour, devrait accueillir dès son ouverture, 10 000 voyageurs par jour.

La station "Saxe-Gambetta", située au carrefour des deux plus importantes voies de desserte de la rive gauche du Rhône, sera la future station de correspondance avec la ligne D. Elle comporte donc deux niveaux et a été largement dimensionnée pour absorber l'important trafic prévu à l'ouverture de cette ligne (environ 45 000 voyageurs par jour).

La station "Jean Macé", terminus de la ligne B, est appelée à jouer un rôle important de point de correspondance avec les lignes d'autobus et de trolleybus desservant le sud-est de l'agglomération lyonnaise; le passage quotidien de 20 000 voyageurs y est prévu.

La construction de ce prolongement a été l'occasion de réaménager les voiries et places situées sur son tracé: création de deux rues piétonnes (rue Moncey et rue Elie Rochette) et aménagement des places Guichard et Jean Macé.

Tout comme la première tranche, la ligne B et son prolongement sont dotés de rames circulant à gauche. Onze nouvelles rames sur pneumatiques ont été commandées et sont en cours de livraison pour les besoins de l'exploitation de cette ligne et pour renforcer la ligne A. Les rames de trois voitures offrant 384 places sont identiques à celles de la ligne A, hormis quelques détails, comme

la couleur des sièges et un certain nombre de modifications techniques, non visibles.

La vitesse commerciale (arrêts compris) de 29,5 km/h permet de faire le trajet entre Charpenne et Jean Macé en sept minutes avec un intervalle de trois minutes aux heures de pointe et six minutes aux heures creuses.

La mise en service de la ligne B prolongée s'accompagne d'une restructuration des lignes de surface dans le secteur concerné, ayant pour but de faciliter une utilisation combinée autobus-métro (une trentaine de lignes d'autobus en correspondance avec la ligne B du métro).

Après le prolongement de la ligne B, les travaux d'extension du métro vont intéresser deux nouveaux chantiers:

- l'extension de la ligne à crémaillère C (Hôtel-de-Ville - Croix-Rousse) vers le nord sur une longueur de 800 m, avec la création d'une nouvelle station "Hénon"; la mise en service de cette extension est prévue pour 1984;
- la création de la ligne D (Bellecour-Parilly) dont les premiers travaux devraient pouvoir être lancés en 1982; cette ligne de 8 km comportant six stations desservira, dans le sens est-ouest, toute l'agglomération dense, recoupant les lignes A et B à Bellecour et Saxe-Gambetta et passant l'important quartier des hôpitaux à Grange-Blanche; sa mise en service devrait avoir lieu en 1988.

Nancy

Le projet de réseau de trolleybus articulés bimodes

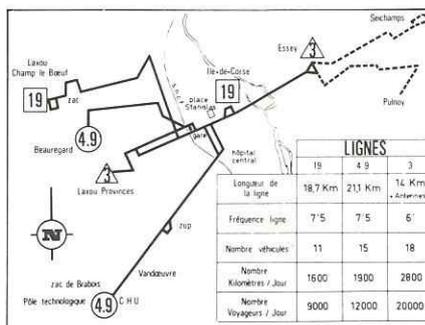
En mai 1979, le groupe de travail "Déplacements des personnes", constitué deux ans auparavant par le District urbain de Nancy, déposait ses conclusions selon lesquelles seul le développement des transports en commun pourrait infléchir les tendances de congestion de la voirie et d'accroissement des coûts du transport pour la collectivité. Deux familles de solutions étaient envisagées: la première était basée sur le développement du réseau d'autobus existant et la seconde, sur la création d'une ou de plusieurs lignes de tramway. Le projet de tramway étudié fut abandonné au vu des investissements et des délais de réalisation qu'il réclamait, en contrepartie d'avantages peu probants dans les hypothèses de trafic les plus réalistes.

Le trolleybus articulé bimode est alors apparu comme un progrès décisif par rapport à la famille de solutions "tout autobus". En effet, l'effort d'investissement qu'il demande reste à l'échelle de l'agglomération nancéenne; la traction électrique apporte une nouvelle image de marque du transport tout en réduisant de manière sensible les nuisances par rapport au moteur diesel; la formule bimode présente une souplesse d'utilisation remarquable pour une urbanisation en cours d'évolution, sur un site au relief accusé; enfin le véhicule articulé possède une réserve de capacité importante.

C'est pourquoi le District urbain de Nancy a adopté en mars 1980 un vaste projet de réalisation de trois lignes de trolleybus articulés bimodes d'ici à l'automne 1982.

En fait, il ne s'agit pas uniquement d'un projet de réalisation de lignes de trolleybus, mais de la mise en place d'une politique des déplacements sur l'ensemble de l'agglomération, basée sur un plan de circulation et un plan de développement du réseau de transports collectifs.

Le plan de circulation prévoit un profond remaniement de la circulation dans



Le futur réseau de trolleybus bimodes de Nancy

le centre-ville. Le grand axe est-ouest actuel, c'est-à-dire la rue Saint-Jean, sera aménagé en rue mixte piétons-transports en commun, emprunté dans un premier temps par les trolleybus mais aussi par quelques autobus et, à terme, par des véhicules électriques. Le trafic automobile sera alors détourné sur un itinéraire de contournement constitué notamment d'une voie nouvelle le long du chemin de fer (liaison Joffre-Leclerc) et du souterrain à gabarit réduit prévu dans l'axe de la rue Charles III.

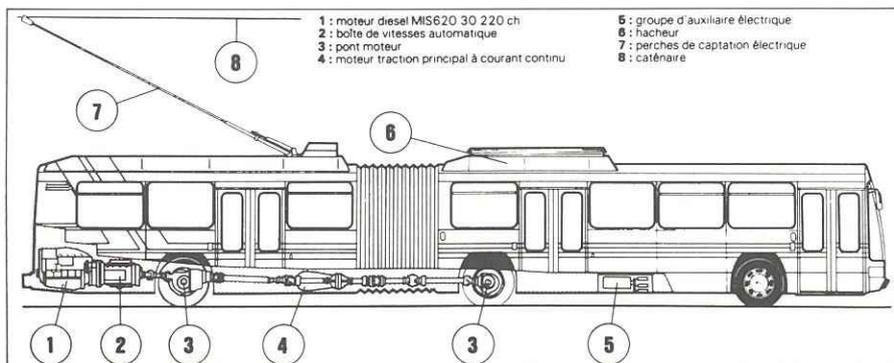
Les transports collectifs pourront ainsi bénéficier de nombreux couloirs réservés et de priorités importantes aux carrefours. Au total, 10 km d'emprises seront réservés aux autobus et trolleybus et 73 carrefours leur accorderont la priorité. La puissance de l'ordinateur de contrôle de la circulation générale sera augmentée afin de raccorder de nouveaux carrefours et de favoriser les transports en commun par la création d'ondes vertes, de phases spéciales et de priorités aux feux. De même, un système automatique d'aide à la régulation des lignes sera mis en place au PC de la circulation et sera couplé à l'ordinateur de gestion du trafic en vue de lui fournir les données nécessaires aux actions énumérées ci-dessus.

Les terminus et de nombreux arrêts seront aménagés de façon à améliorer leurs caractéristiques géométriques, leur accessibilité pour les piétons et les automobilistes (parkings de rabattement) et le confort des usagers et du personnel (abris, bancs, toilettes...).

Le plan de développement du réseau de transports collectifs prévoit pour les trois années 1981, 1982 et 1983, un accroissement du service offert (+ 24,1% de kilomètres-voitures) et du trafic (+ 22,1% de voyageurs).

Les futures lignes de trolleybus correspondent aux trois lignes principales du réseau d'autobus existant. Ces lignes représentent 40% des voyageurs actuels et se développent sur une longueur de 70 km aller et retour, dont 60 seront électrifiés. Elles desservent 80 000 personnes et 51 000 emplois, c'est-à-dire 30% de la population du district et 42% des emplois. Ces trois lignes relient les grands centres d'intérêt des communes périphériques ouest et est au centre-ville. La traction électrique sera particulièrement appréciée pour grimper les fortes pentes d'accès aux collines de l'ouest, Barbois, Laxou, Beauregard et Haut-du-Lièvre, tandis que le moteur diesel assurera au moindre coût d'investissement la desserte des quartiers de l'est peu denses, Seichamps et Pulnoy. Le tracé des trois lignes sera adapté au nouveau plan de circulation et aux nouveaux besoins de desserte, la traction électrique permettant, en outre, des trajets plus directs dans les zones pentues. Les autres lignes du réseau seront restructurées et deux lignes de minibus seront créées pour desservir finement le centre-ville d'une part, et Laxou d'autre part.

La technologie choisie pour les supports des lignes de contact des trolleybus est résolument moderne. Elle fait



Le trolleybus articulé bimode PER 180

NOUVELLES DE L'ÉTRANGER

Newcastle

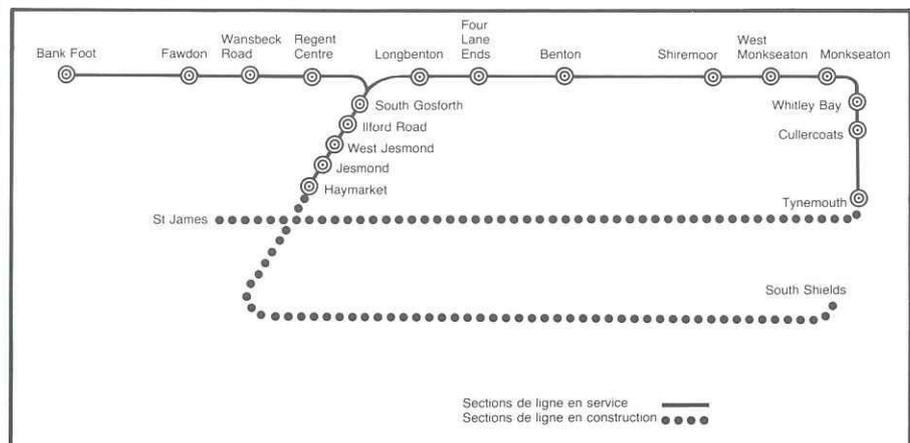


Mise en service de la branche de Bank Foot du métro (*)

Un nouveau tronçon du métro a été ouvert à l'exploitation le 10 mai 1981. Il s'agit d'une branche en surface de 4,8 km de longueur, reliant South Gosforth à Bank Foot, avec quatre stations. Les trains, qui y circulent avec un intervalle de 10 minutes, rejoignent au-delà de South Gosforth le tronc commun, en partie souterrain, aboutissant au terminus actuel "Haymarket", dans le centre-ville. Compte-tenu de la fréquence identique assurée par les trains de la ligne "Haymarket - Tynemouth", ouverte en août 1980, les cinq stations du tronc commun sont desservies par un train toutes les cinq minutes, ce qui permet de réduire la surcharge qui se produisait jusque là aux heures d'affluence.

(*) N.d.l.r.: Bien que parfois qualifié de "métro léger" (light rail transit) ou de "super-tramway" (super-tram), le réseau de Newcastle, entièrement en site propre et sur lequel s'appliquent les règles de sécurité propres aux chemins de fer, s'apparente plutôt à un métro de type régional.

Schéma du métro de Newcastle



Métro de Newcastle: passage à niveau près de la station "Fawdon"



Métro de Newcastle: un train au terminus "Bank Foot"

Photos RNH, Jones/Modern Tramway

Près des stations "Fawdon" et "Brunton Lane" de la nouvelle branche, des passages à niveau sans barrières à signalisation automatique sont utilisés pour la

appel, sauf en cas de fortes contraintes, à des câbles synthétiques pour les haubans et les transversaux qui soutiennent les fils de contact, autorisant ainsi un allègement physique et visuel très sensible par rapport aux solutions traditionnelles en câbles d'acier.

Pour le matériel roulant, développé par Renault-Véhicules Industriels, il s'agit du PER 180, trolleybus articulé dérivé de l'autobus PR 180, lui-même construit à partir du PR 100, autobus standard bien connu désormais dans les villes de province. Ce véhicule dispose d'un moteur électrique de 178 kW commandé électriquement par un hacheur de courant, qui vient s'ajouter à la chaîne de traction diesel existant sur le PR 180, d'une puissance de 228 ch. Les premiers des 48 trolleybus articulés bimodes de série seront livrés à partir d'août 1982; un prototype doit circuler sur un tronçon d'essais dès octobre 1981.

Moins d'un an après la décision des élus, la plupart des marchés de travaux et de fournitures sont déjà signés ou sur le point de l'être, sauf en ce qui concerne certains aménagements de voirie, tels que celui de la rue Saint-Jean, qui ne pourront être mis en chantier que lorsqu'une première phase du plan de circulation sera devenue opérationnelle, comme, par exemple, l'itinéraire de contournement.

Selon le planning prévu, la mise en service partielle des trois lignes de trolleybus devrait commencer en septembre 1982.

Le dossier "Trolleybus de Nancy" constitue donc un vaste projet d'ensemble qui apporte une solution originale aux problèmes des déplacements dans une agglomération peuplée de près de 300 000 habitants. La cohérence des différentes mesures adoptées à cette fin est à souligner.

Le point le plus délicat de l'opération semble résider dans son planning très tendu mais qui a été respecté jusqu'à présent, lors de la phase d'étude. A l'automne 1982, Nancy devrait ainsi faire la preuve qu'un projet de cette envergure est réalisable en trois ans à partir du démarrage des études préalables.

(La Note mensuelle d'information de la Direction des transports terrestres, juillet 1981)

première fois dans une zone urbaine en Grande-Bretagne.

Les travaux d'extension du réseau se poursuivent en vue de leur achèvement en 1983: la longueur totale des lignes atteindra alors 54 km.

Une enquête réalisée après les quatre premiers mois d'exploitation de la ligne "Haymarket - Tynemouth", longue de 19,3 km, a montré que le trafic s'élevait à environ 150 000 voyageurs par semaine, dont près de 10% utilisaient auparavant leurs voitures.

(*International Railway Journal*, juin 1981)

Milan

ATM

Le métro prolongé dans la banlieue nord-est

Le 7 juin 1981, a eu lieu la mise en service du prolongement en banlieue de la ligne 2 du métro, de Cascina Gobba à Cologno Nord. Ce nouveau tronçon, d'une longueur de 3,4 km, avec trois nouvelles stations, constitue une branche desservant Cologno Monzese, zone urbanisée très dense au nord-est de Milan. Sur la première partie de son tracé, la nouvelle branche est implantée sur un viaduc, y compris les stations "Cologno Sud" et "Cologno Centro", avant de continuer en remblai jusqu'au terminus "Cologno Nord", situé au niveau du sol.

Le viaduc a été construit avec des poutres en béton armé précontraint à section trapézoïdale reposant sur des piliers en forme de V, également en béton armé précontraint. Pour faciliter le développement futur de liaisons routières, les piliers sont séparés par une distance de 29 mètres.

Les stations "Cologno Sud" et "Cologno Centro" ont des quais latéraux, sur viaduc, recouverts de marquises; le hall

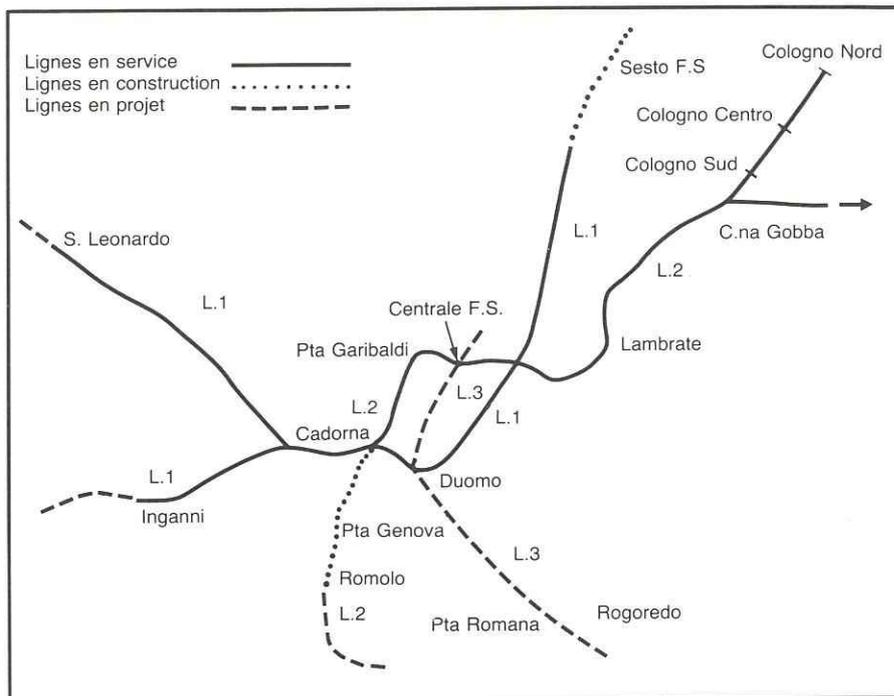
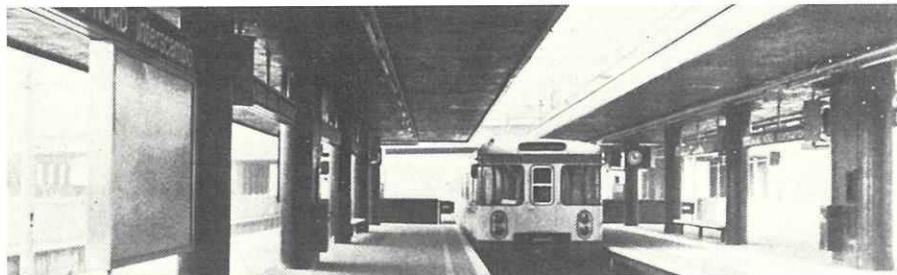


Schéma du métro de Milan



Métro de Milan: terminus "Cologno Nord"

d'accès, au niveau du sol, est relié à chaque quai par des escaliers fixes et des escaliers mécaniques.

Le terminus "Cologno Nord" dispose de deux quais centraux, au niveau du sol, séparant les trois voies. Les quais sont également équipés de marquises. Le terminus est relié au dépôt-atelier construit à proximité; ce dépôt peut contenir 36 voitures sur six voies, dont trois sont équipées de fosses de visite pour l'entretien du matériel et une autre, d'une installation de lavage.

Cologno Nord sera un important centre de correspondance avec le réseau d'autobus et le réseau routier et autoroutier de la banlieue nord-est; une gare d'autobus d'échanges, avec une aire de remisage, et un parc de stationnement d'une capa-

Métro de Milan: vue extérieure de la station "Cologno Centro"



Photos News Milan Underground

cité de 800 voitures particulières, ont été construits à proximité. Des parcs de stationnement, d'une capacité totale de 300 voitures, ont également été implantés près des deux autres stations.

(*News Milan Underground*, juillet 1981)

San Diego

Inauguration de la ligne de métro léger

Construit dans les délais prévus, selon le budget prévu et sans aide financière du Gouvernement fédéral (contrairement au cas courant), la ligne de métro léger de San Diego a été ouverte à l'exploitation le 26 juillet 1981. Dès les premiers jours, le trafic a été de 15 à 18 000 voyageurs par jour, au lieu des 13 000 escomptés.

San Diego, importante métropole du sud de la Californie située à proximité de la frontière mexicaine et dont la population de l'agglomération est passée de 1,2 million d'habitants en 1970 à 1,7 million en 1980, avait décidé en 1978 de racheter une ligne de chemin de fer de marchandises à voie unique, longue de 23 km, pour la transformer en ligne de métro léger. Dès le début de 1980, les travaux commencèrent pour moderniser cette ligne qui relie San Diego à San Ysidro, à la frontière mexicaine: électrification en courant continu 600 V, avec la création de huit sous-stations, doublement de la voie sur une longueur de 10,5 km pour l'installation de voies d'évitement en trois endroits, construction de onze stations à quais bas protégés par des marquises. La ligne de métro léger

pénètre ensuite dans le centre de San Diego en empruntant une section à double voie, de 2,5 km de longueur. Cette section de ligne, entièrement nouvelle, a été construite sur la voirie le long de la 12ème Avenue, desservie par trois points d'arrêt, puis, en changeant de direction, le long de la C Street, avec quatre autres points d'arrêt, y compris le terminus.

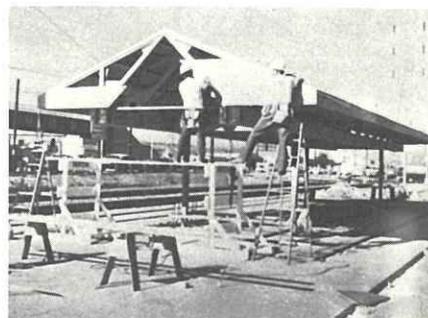
Sur la section suburbaine, la signalisation est du type classique, alors que dans le centre-ville, la conduite des rames se fait à vue, avec utilisation d'un dispositif de priorité aux feux de signalisation basé, avec certains aménagements, sur celui qui était déjà en service pour les véhicules des pompiers.

De même que pour les métros légers canadiens d'Edmonton et de Calgary, le matériel roulant est constitué d'éléments articulés de fabrication allemande du même type que ceux de Francfort, avec adjonction d'un dispositif élévateur pour les fauteuils roulants des personnes handicapées.

Alimentées par caténaires, ces rames - actuellement au nombre de quatorze, mais dix autres sont en cours de fabrication - circulent à la vitesse de 80 km/h sur la section suburbaine en site propre et à 15 km/h dans le centre-ville. Le trajet complet de San Diego à la frontière dure 33 minutes, soit deux fois moins de temps qu'avec l'autobus. Dans la période initiale, des rames de deux voitures sont exploitées avec un intervalle de 15 minutes, de 5h30 à 20h00.

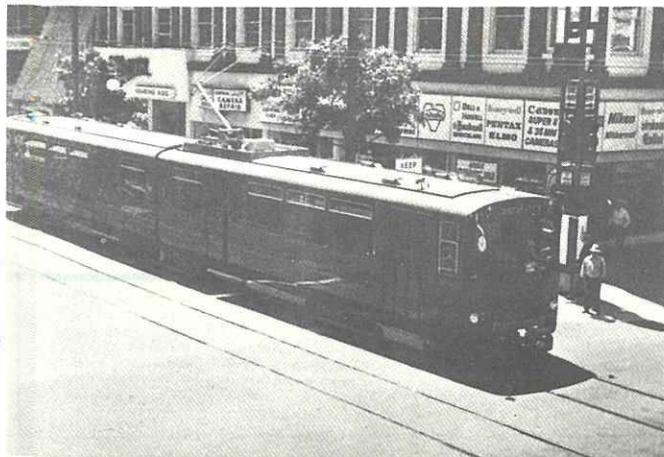


Plan du métro léger de San Diego



Métro léger de San Diego: travaux d'aménagement d'une station suburbaine

Métro léger de San Diego: une rame en circulation dans le centre-ville



Le matériel roulant du métro léger de San Diego



Le coût des investissements s'est élevé à 86 millions de \$ (*), dont 18 millions pour le rachat de l'emprise ferroviaire et 11,4 millions pour le matériel roulant.

Des travaux sont actuellement en cours de réalisation pour transformer en ligne à deux voies la totalité de la section suburbaine. Par ailleurs, la construction d'une seconde ligne, orientée d'est en ouest, de 25 km de longueur, est à l'étude.

(*Passenger Transport*, 31 juillet 1981;
Railway Age, 13 juillet 1981;
Railway Gazette International,
 mai 1981)

(*) 1 \$ ≈ 5,60 francs



Photo I.N. LYNAS/Modern Tramway

Métro de Séoul: un train sur la ligne 2

Séoul

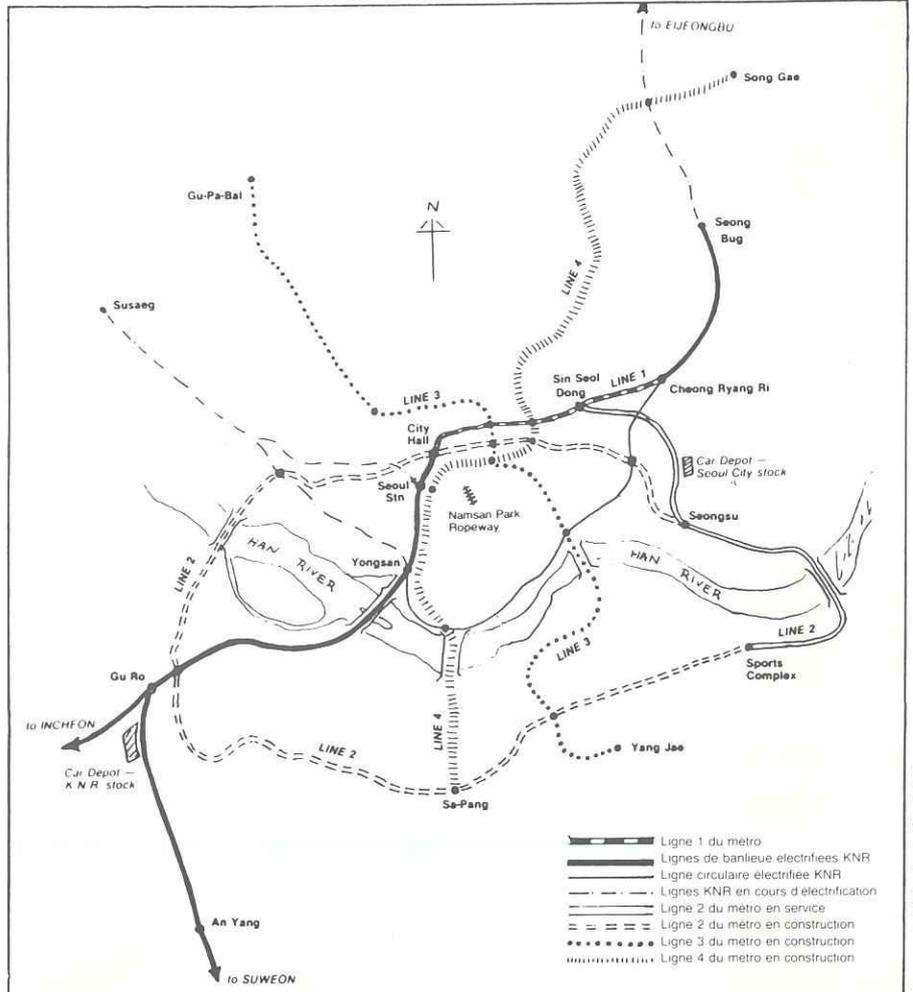


Une deuxième ligne de métro en exploitation

Le métro de Séoul, dont la première ligne - longue de 9,5 km, avec 9 stations souterraines - avait été mise en service en 1974, comprend une deuxième ligne depuis le 31 octobre 1980.

Cette nouvelle ligne, d'une longueur totale de 15,3 km, relie la station "Sin Seol Dong", en correspondance avec la ligne 1, à la station "Sports Complex", en desservant la banlieue sud-est en plein développement.

Contrairement à la ligne 1, qui est exploitée en interconnexion avec des lignes de banlieue électrifiées des Chemins de fer coréens (KNR), la ligne 2, dont la construction avait commencé en mars 1978, est entièrement autonome et, après des prolongements successifs, formera une ligne circulaire de 43,4 km de longueur, avec 43 stations dont deux seront respectivement en correspon-



La desserte ferroviaire de l'agglomération de Séoul

Document Modern Tramway

dance avec une ligne électrifiée de banlieue des KNR, près de Gu Ro, et avec la ligne 1 du métro, à la station "City Hall".

La section de la ligne 2 actuellement en service comprend d'une part, un tronçon de 5,4 km entre Sin Seol Dong et Seongsu, qui servira de ligne d'accès au dépôt-atelier lorsque la ligne circulaire sera entièrement en service, et d'autre part, un tronçon de 9,9 km entre Seongsu et Sports Complex, avec neuf stations. Sur ce dernier tronçon, les stations ont des quais qui permettront ultérieurement la circulation de trains de 10 voitures, alors que sur l'autre tronçon, les quais ne peuvent accueillir que des trains de cinq voitures.

Neuf éléments de quatre voitures - composés chacun de deux motrices avec cabine de conduite encadrant deux motrices sans cabine - sont en exploitation sur la ligne 2. Les trains - comprenant également des voitures empruntées à la ligne 1 - circulent actuellement avec un intervalle de 12 minutes. Comme pour la ligne 1, l'alimentation électrique s'effectue par caténaire en courant 1 500 V.

Par ailleurs, deux autres lignes de métro, orientées nord-sud, sont en construction depuis mars 1980: la ligne 3 (30 km, avec 22 stations) et la ligne 4 (27 km, avec 23 stations); leur mise en service devrait commencer à partir de 1984.

(Modern Tramway, août 1981)

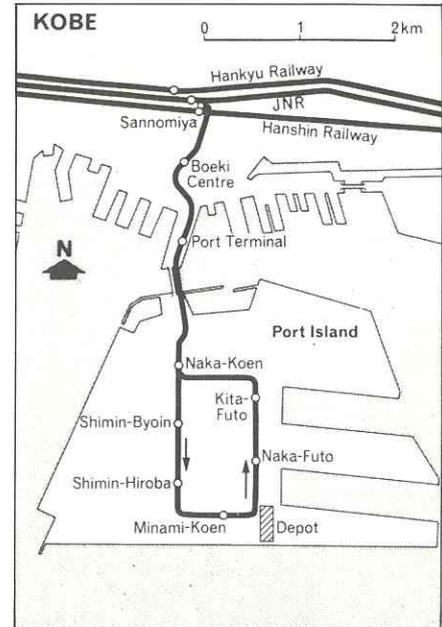
Kobe Osaka



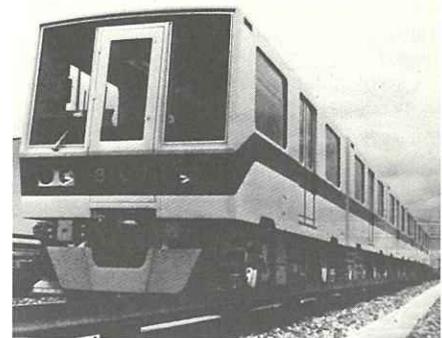
Deux nouveaux systèmes de transport automatiques japonais en exploitation

Kobe, qui exploite déjà une ligne de métro, a mis en service, le 5 février 1981, une ligne de système de transport automatique ("Kobe New Transit") parcourue par des véhicules comparables au VAL en bien des points. Cette ligne relie la gare de Sannomiya au port de Kobe. Les rames, entièrement automatiques et montées sur pneus, circulent sur une ligne à boucle de 6,4 km de longueur, traversant les installations portuaires d'une île artificielle. La ligne est entièrement surélevée, ce qui est relativement rare au Japon en zone urbaine.

Les trains se composent de six véhicules, quatre motrices encadrées de deux remorques pilotes. Une rame peut transporter 450 personnes. La ligne, qui comprend neuf stations, est parcourue



La nouvelle ligne "Kobe New Transit"



Une rame du "Kobe New Transit"



Kobe: la station "Naka Koen" à quais superposés, à l'entrée de la boucle

Document Railway Gazette International

Photos Kobe New Transit Co

en 26 minutes. La fermeture et l'ouverture des portes sont entièrement automatiques, étant commandées par un ordinateur central.

Les rampes atteignent 5%. Les rames sont alimentées en courant 600 V triphasé. Chaque voiture a une longueur de 8 m et une largeur de 2,4 m. Les caisses sont entièrement en aluminium.

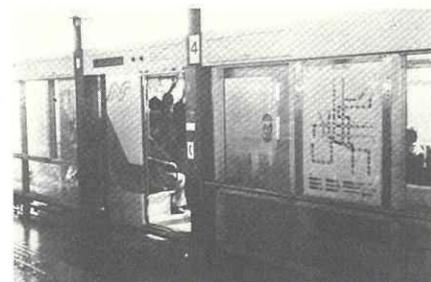
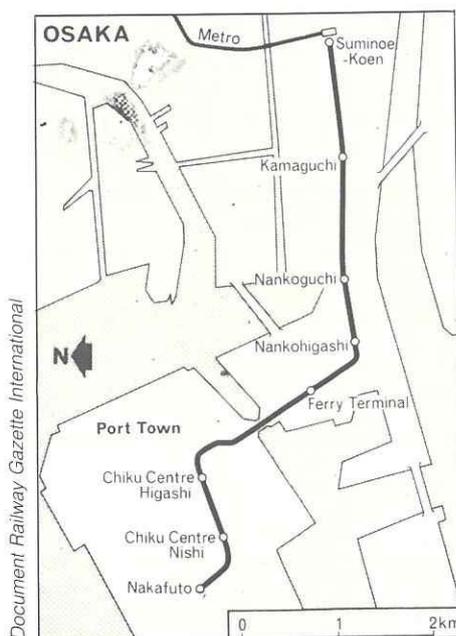
Quelques semaines plus tard, le 16 mars, l'entreprise des transports en commun d'Osaka a inauguré à son tour une ligne de système de transport automatique ("New Tram") à peu près de même longueur (6,9 km) avec huit stations. Cette ligne dessert également une île artificielle située dans la zone portuaire et son terminus nord est en correspondance avec le métro à la station "Suminoe-Koen". Les rames, sur pneumatiques, du même type que celles qui sont utilisées pour la desserte interne de l'aéroport de Dallas (système "Airtrans"), sont composées de quatre motrices, mais elles pourront être allongées, le quai central des stations étant conçu pour des trains de six voitures.

L'exploitation de la ligne - aérienne sur toute sa longueur - est entièrement automatique. De même qu'à Kobe, les quais des stations sont équipés de portes palières automatiques s'ouvrant en coïncidence avec les portes des voitures.

(La Vie du Rail, 23 juillet 1981; der Stadtverkehr, juillet 1981)



"New Tram" d'Osaka: vue intérieure d'une rame



"New Tram" d'Osaka: portes palières de quai ouvertes en coïncidence avec les portes d'une rame

La nouvelle ligne "New Tram" d'Osaka

Photos R. Zimmermann/der Stadtverkehr

RAPPORT D'ACTIVITÉ DES TRANSPORTS PUBLICS DE HAMBOURG

**(Hamburger Verkehrsverbund)
Exercice 1980**



Au cours de l'exercice 1980, l'évolution positive du trafic des entreprises regroupées au sein du Syndicat des transports de Hambourg (HVV), qui s'était manifestée depuis la fin de 1977, s'est poursuivie: 602,4 millions de voyages effectués, soit une augmentation de 0,4% par rapport à 1979.

Sur les réseaux ferrés (métro, réseau express régional, lignes de banlieue), dont les 285,4 km de lignes sont exploitées avec 1 410 voitures, le trafic a progressé de 1,6% (325,9 millions de voyageurs), et le service offert de 3% (17,5 milliards de places-kilomètres). Les travaux de construction de la dernière section de la City-S-Bahn (jonction urbaine du réseau express régional) entre Altona et Diebsteich étaient achevés à la fin de l'exercice et sa mise en service devait avoir lieu au cours de l'été 1981. La

construction de la ligne du réseau express régional en direction de Harburg a progressé de même que les travaux d'exécution du prolongement vers Niendorf de la ligne U2 du métro. Avec l'ouverture de deux nouveaux parcs de stationnement, le nombre de parcs de dissuasion est passé à 48, et celui des places de stationnement à 7 250.

Sur les réseaux d'autobus (2 565,7 km de lignes, avec un parc de 1 392 voitures), le trafic a régressé de 1% (269 millions de voyageurs transportés) alors que le service offert a augmenté de 1,3% (6,5 milliards de places-kilomètres).

Les recettes du trafic se sont élevées à 413 millions de DM (*), soit un accroissement de 3% par rapport à l'exercice 1979 résultant essentiellement des nouveaux tarifs mis en vigueur en mars 1980.

(*) 1 DM \approx 2,50 francs

