M. Baudot

80

octobre-novembre-décembre

DOCUMENTATION INFORMATION

RATP

REGIE
AUTONOME
DES
TRANSPORTS
PARISIENS

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

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

Abonnement annuel
FRANCE et ETRANGER : 72 F

SOMMAIRE

L'ACTUALITÉ DANS LES TRANSPORTS PARISIENS
Inauguration du prolongement de la ligne 10 à Boulogne - Jean Jaurès ... 5
Le tronçon "Porte d'Auteuil - Boulogne - Jean Jaurès" de la ligne 10 6
Bilan des extensions du RER 9
Vues des travaux en cours 16

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT
Pratique des modèles d'analyse et de prévision de trafic à la RATP 19
Le "Livre blanc" sur la recherche 26
Information sur la "Banque des connaissances et des techniques" 33

NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP
Conseil d'administration 37
Exploitation du réseau d'autobus 40
Trafic et service de l'année 1980 41

LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE
Réouverture du métro de Glasgow 43
Nouvelles de l'étranger 50
Rapport d'activité des transports en commun de Berlin-Ouest 57
Rapport d'activité des transports publics de Hambourg 58

BOULOGNE-BILLANCOURT
VOIE EXPRESS R. D.
PONT DE BILLANCOURT

INAUGURATION DU PROLONGEMENT DE LA LIGNE 10 A BOULOGNE - JEAN JAURES

Cinq mois après l'arrivée de la ligne 13 à Asnières-Gennevilliers et deux mois avant celle de la ligne A du RER à Torcy dont nous rendrons compte dans le prochain numéro de notre revue, la première étape du prolongement de la ligne 10 à Boulogne a été mise en service au début du mois d'octobre entre Porte d'Auteuil et Boulogne - Jean Jaurès, cette nouvelle station constituant le terminus provisoire de la ligne en attendant son extension, à la fin de 1981, jusqu'au Pont de Saint-Cloud.

C'est le 3 octobre que M. Lucien Lanier, Préfet de la région d'Ile-de-France, représentant le Ministre des transports, a inauguré les nouvelles infrastructures qui constituent la seizième pénétration du métro en banlieue. De nombreuses personnalités étaient également présentes, notamment M. Michel Giraud, Président du Conseil régional d'Ile-de-France et M. Georges Gorse, Député-Maire de Boulogne. La RATP était représentée par son Président, M. Roger Belin, et son Directeur général, M. Jacques Deschamps.

M. Lanier a souligné que le prolongement de la ligne 10 traduisait, dans la continuité des extensions réalisées les dernières années, la priorité que l'Etat et la Région attachent au développement des transports en commun.

Rappelant que depuis 1970, 25 milliards de francs ont été consacrés aux réseaux de la RATP et de la SNCF banlieue, le Préfet de région a précisé que cette action serait poursuivie en 1981 en faveur des extensions des réseaux ferroviaires mais également en faveur de la création de sites propres pour faciliter la circulation des autobus.

M. Belin a fait ressortir l'effort important entrepris par la RATP depuis plus de 10 ans pour étendre son réseau ferré en banlieue, mais il a rappelé également que les conditions actuelles de financement des lignes nouvelles pesaient lourdement sur le compte d'exploitation de l'entreprise qui supporte les frais financiers des emprunts représentant 40% des dépenses d'infrastructures.

Quant à M. Giraud, il a évoqué le projet de réforme confiant à la Région la responsabilité des transports parisiens, en insistant sur la nécessité qu'il y aurait, au préalable, de fixer clairement les engagements de chacun des intervenants : Etat, Région, entreprises de transports publics.

RATP - Carrier

MM. Belin et Deschamps faisant visiter aux personnalités les nouvelles installations de Boulogne - Jean-Jaurès

LE TRONÇON "PORTE D'AUTEUIL - BOULOGNE - JEAN JAURES" DE LA LIGNE 10

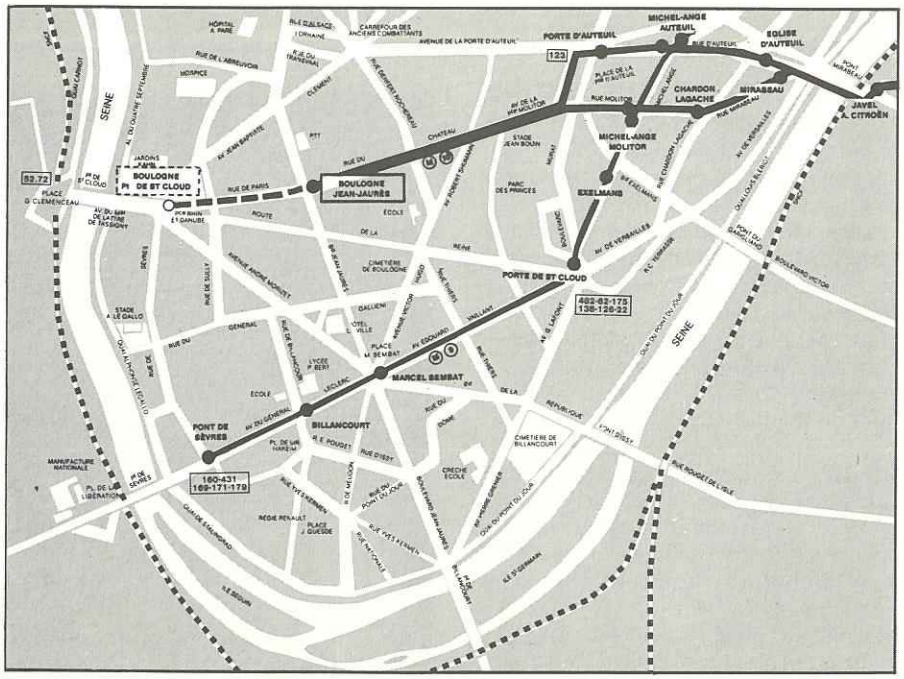
Le tronçon "Porte d'Auteuil - Boulogne-Jean Jaurès" de la ligne 10 du métro, première étape longue de 1,4 km du prolongement prévu jusqu'au Pont de Saint-Cloud, dessert le centre de Boulogne-Billancourt qui est, avec une population de 105 000 habitants et une densité de 175 habitants à l'hectare, la plus importante commune de la banlieue parisienne.

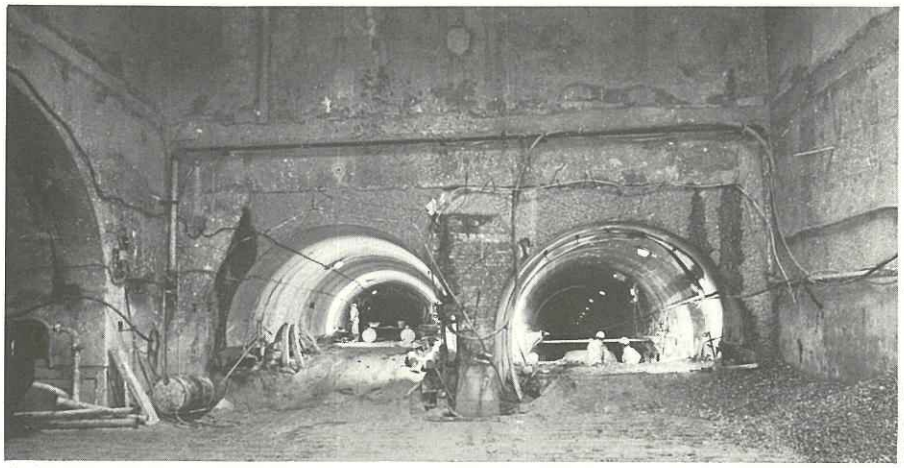
La ligne suit la rue du Château jusqu'à la station "Boulogne-Jean Jaurès", puis la rue de Paris sur la seconde interstation en cours de construction. Ce tracé, entièrement souterrain, a été retenu afin de desservir la partie nord de la commune qui n'était jusqu'alors desservie que par des autobus alors que le sud de Boulogne-Billancourt bénéficiait déjà d'une desserte métro par la ligne 9.

La première partie du nouveau tronçon comporte, à l'origine, deux tunnels à voie unique longs de 170 m et 350 m se raccordant, l'un à la station "Porte d'Auteuil", l'autre à la station "Michel-Ange-Molitor", à la boucle terminale de la ligne 10. Après le franchissement du boulevard périphérique, ces deux tunnels se rejoignent à hauteur de la piscine Molitor pour former un tunnel rectiligne à deux voies d'un peu plus de 1 000 m.

Entre la boucle d'Auteuil et le tunnel à deux voies, les travaux de gros œuvre, exécutés en souterrain, ont démarré en février 1977 après des campagnes de reconnaissance très poussées. Dans Boulogne-Billancourt, le tunnel a été construit en souterrain, dans des formations de craie de bonne tenue, en appliquant une méthode de soutènement des terres par une prévoûte prédécoupée dans le terrain. Cette méthode, déjà mise en œuvre lors des travaux d'extension du RER et dont une présentation détaillée a été faite dans notre revue (*), consiste, à l'aide d'une haveuse, à prédécouper, au front de taille, une saignée de 2,50 m de profondeur qui épouse l'extrados de la voûte à construire ; ensuite, cette saignée est remplie par projection de béton qui, après sa prise, constitue une prévoûte à l'abri de laquelle l'abattage du front se fait par des moyens traditionnels. Grâce à cette technique de creusement à l'avancement sous blindage par prévoûte, les travaux ont pu se dérouler dans de bonnes conditions de délais et d'économie, en s'affranchissant notamment d'éventuels risques de décompression des terrains et de tassement des immeubles, et en limitant également les nuisances apportées aux riverains pendant la construction.

Si l'étroitesse de la rue du Château n'a pas posé de problème lors de la réalisation du tunnel qui se situe très en-dessous des points bas des immeubles riverains, il n'en a pas été de même pour l'implantation et la définition de la station "Boulogne-Jean Jaurès".





Puits "Jean Bouin" : débouché des deux tunnels à voie unique, de raccordement à la boucle d'Auteuil.

RATP - Travaux neufs

(*) *numéro de juin-juillet-août 1979*

RATP - Travaux neufs

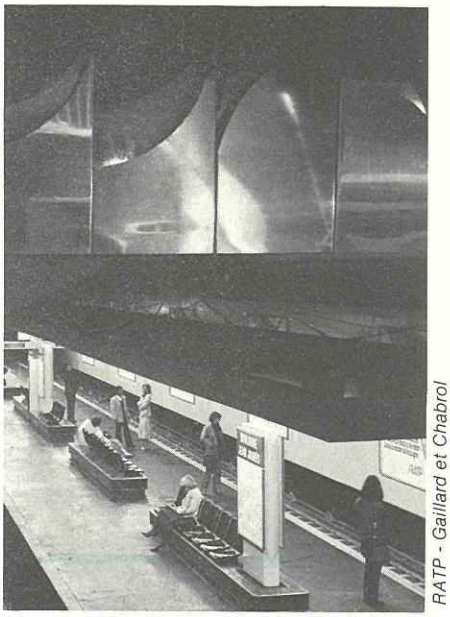
Vue générale du chantier de la station "Boulogne - Jean Jaurès" montrant l'étroitesse des emprises (état des travaux en janvier 1978)

RATP - Chabrol

La nouvelle station : débouché extérieur ...

RATP - Chabrol

la salle des billets ...



RATP - Gaillard et Chabrol

le quai central vue du niveau mezzanine.

Du fait qu'il n'était pas possible de procéder à des expropriations d'immeubles, il a fallu insérer la station, longue de 78 m, sous la rue du Château dont la largeur n'est que de 12 m. Pour cela, la largeur du quai central a été limitée à 5 m et les parements extérieurs de l'ouvrage ont été calés exactement à l'aplomb des façades d'immeubles. Réalisée en tranchée couverte, entre la rue Fessart et le boulevard Jean Jaurès, la station a une structure du type cadre en béton armé. Elle comporte un quai central relié par un escalier fixe à la salle des billets située en mezzanine à l'extrémité ouest de la station. La salle des billets est elle-même reliée à la voirie de surface par deux escaliers fixes débouchant de part et d'autre de la rue du Château. A noter qu'une gaine a été réservée pour l'installation ultérieure d'un escalier mécanique compact entre le quai et la salle des billets.

Le prix de revient de la section" Porte d'Auteuil - Boulogne-Jean Jaurès" s'établit, hors taxes et frais généraux compris, à 210 millions de francs.

Ainsi qu'il a été signalé précédemment, le prolongement de la ligne 10 dans Boulogne facilitera l'accès au métro aux personnes résidant ou travaillant dans la partie nord de la commune.

Ce secteur disposera ainsi de bonnes conditions de desserte par les transports en commun, à l'instar de la zone sud de Boulogne qui est déjà desservie par trois stations — "Pont de Sèvres", "Billancourt" et "Marcel Sembat" — de la ligne 9 et plusieurs lignes d'autobus.

La nouvelle station "Boulogne - Jean Jaurès", située au cœur d'un quartier très commerçant, dessert directement un nombre important d'habitants et d'emplois :
— près d'un Boulonnais sur quatre (23 500 sur 105 000) habite à moins de 600 m de distance réelle de la station et plus d'un sur trois (38 000 sur 105 000) à moins de 1 000 m (en considérant les 4 stations qui desservent désormais la commune de Boulogne, ce sont 9 habitants sur 10 qui se trouvent à moins de 600 m du métro) ;
— 10 500 emplois se trouvent à moins de 600 m de Boulogne - Jean Jaurès et 17 000 à moins de 1 000 m.

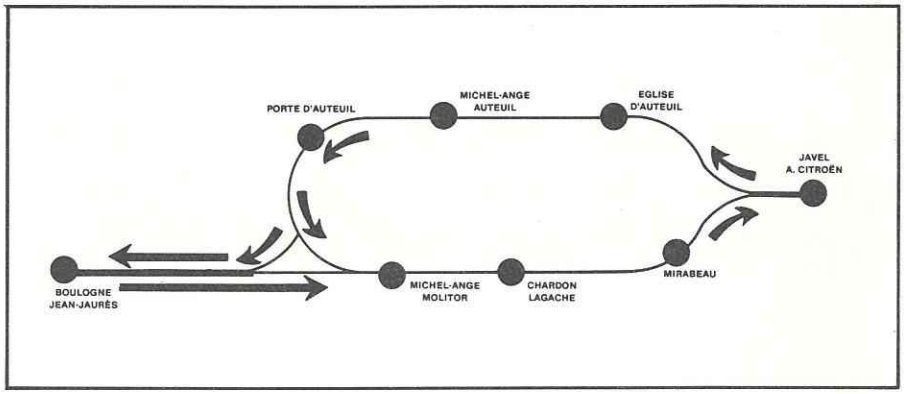
A partir de Boulogne - Jean Jaurès, il est maintenant possible d'atteindre Javel en 5 minutes, La Motte-Picquet-Grenelle en 10 minutes, Duroc en 13 minutes, Sèvres-Babylone en 15 minutes, Odéon en 18 minutes et le terminus de Gare d'Austerlitz en 25 minutes.

Ainsi, les habitants résidant dans la zone d'attraction de la station gagnent en moyenne 8 minutes sur leur temps de trajet, tandis que les voyageurs qui utilisaient auparavant l'autobus jusqu'à Paris gagnent en moyenne 5 minutes à l'heure de pointe.

Par ailleurs, les automobilistes qui ont abandonné leur voiture particulière au profit de la ligne 10 ont gagné en régularité, à l'heure de pointe.

En ce qui concerne l'exploitation, la configuration particulière de la ligne, en boucle à voie unique entre Eglise d'Auteuil et Mirabeau, a imposé la recherche d'un mode de desserte adapté. Il importait en effet d'offrir un service intéressant pour les voyageurs allant dans Boulogne sans toutefois pénaliser, par un allongement inutile de la durée de leur parcours, ceux empruntant la boucle d'Auteuil pour se rendre directement soit à Michel-Ange - Molitor, Chardon-Lagache ou Mirabeau, soit vers le centre de Paris. Le trafic de la station "Boulogne Jean Jaurès" ne justifiant pas le passage de tous les trains à ce nouveau terminus, la meilleure solution a consisté à retenir le schéma suivant :
— du début de service, le matin, jusqu'à 18 h 40 les jours ouvrables (18 h 10 les samedis, dimanches et jours fériés), un train sur deux est envoyé vers Boulogne - Jean Jaurès, l'autre continuant à emprunter la boucle existante pour retourner vers Paris ; aux heures de pointe, la desserte du nouveau terminus s'effectue ainsi avec un intervalle de 5 à 6 minutes ;
— passé les heures précitées, la station "Boulogne - Jean Jaurès" est desservie par tous les trains, sauf par les tout derniers venant de Gare d'Austerlitz et devant garer à Porte d'Auteuil.

Enfin, il faut signaler que la nouvelle station est située dans la zone de tarification urbaine (zone 2 de la carte orange).



BILAN DES EXTENSIONS DU RER

Dans le précédent numéro de notre revue, nous avons présenté le bilan de la jonction des lignes 13 et 14 et de leurs prolongements en banlieue, principale opération ayant concerné le métro au cours des dernières années. Ainsi que nous l'avions annoncé, nous consacrons, dans le présent numéro, un article au bilan des extensions du RER mises en service en décembre 1977 qui ont marqué une étape fondamentale dans la constitution de ce réseau.

Après un rapide historique du projet et un rappel de sa réalisation, l'article qui suit analyse ses incidences sur les déplacements dans l'agglomération parisienne et en examine les aspects économiques.

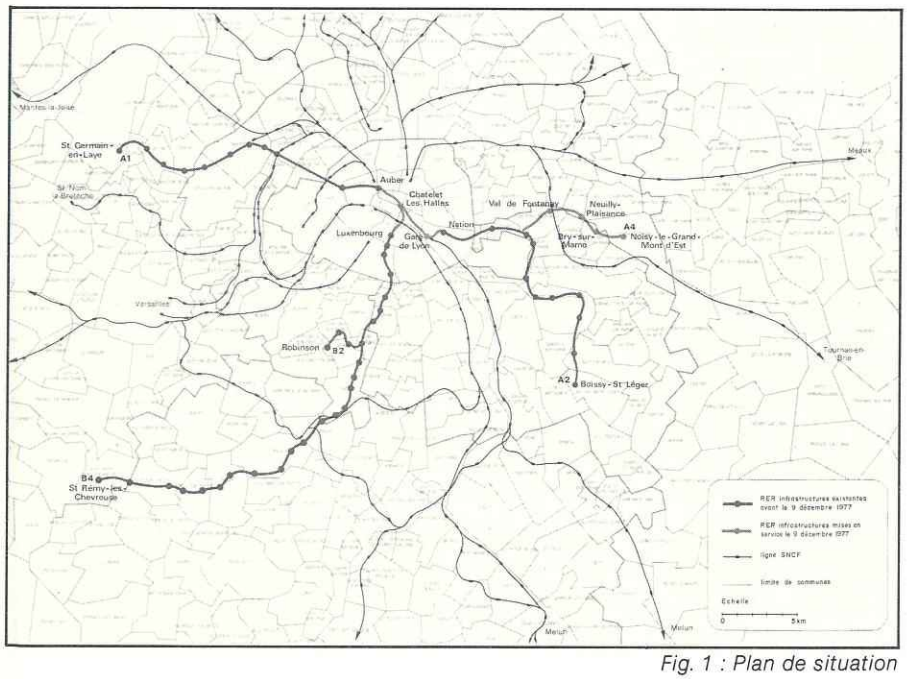


Fig. 1 : Plan de situation

Introduction

Le 9 décembre 1977, trois nouveaux tronçons ont été mis en service simultanément sur le RER (voir figure 1 : "Plan de situation") :
— la jonction Auber-Nation (6,8 km) reliant entre elles les deux branches de Saint-Germain-en-Laye à l'ouest et de Boissy-Saint-Léger à l'est pour constituer la ligne A ;
— le prolongement de la ligne de Sceaux, maintenant ligne B, entre Luxembourg et Châtelet (2,0 km), cette nouvelle gare assurant la correspondance avec la ligne A ;
— la branche "Val-de-Fontenay - Noisy-le-Grand-Mont d'Est" (7,9 km) de la ligne A desservant le cœur de la ville nouvelle de Marne-la-Vallée.

La réalisation de ces 16,7 km supplémentaires a abouti à la véritable naissance du RER jusqu'alors constitué de trois branches indépendantes et désormais composé de deux lignes en correspondance au centre de la capitale.

L'idée d'un "métro régional" est très ancienne puisqu'en 1880, un conflit — qui dura dix ans avant d'aboutir à la création du métro — opposa la Ville de Paris, tenante d'un réseau à petit gabarit ne desservant que Paris, et l'Etat, partisan d'un réseau à grand gabarit permettant de faire entrer les trains au cœur de la ville sans rupture de charge.

L'idée réapparut à plusieurs reprises sans succès jusqu'à ce qu'elle soit intégrée au plan d'aménagement et d'organisation générale de la région parisienne (PADOG) dont l'élaboration débuta en 1956 et qui fut approuvé par le gouvernement en 1960.

Les premiers tronçons d'une transversale est-ouest furent alors successivement décidés à partir de 1961 et le premier chantier fut ouvert cette même année.

La première mise en service intervint en 1969 entre Nation et Boissy-Saint-Léger à l'est, suivie de la branche ouest ouverte au public en trois étapes, Etoile-La Défense en 1970, Etoile-Auber en 1971 et La Défense - Saint-Germain-en-Laye en 1972.

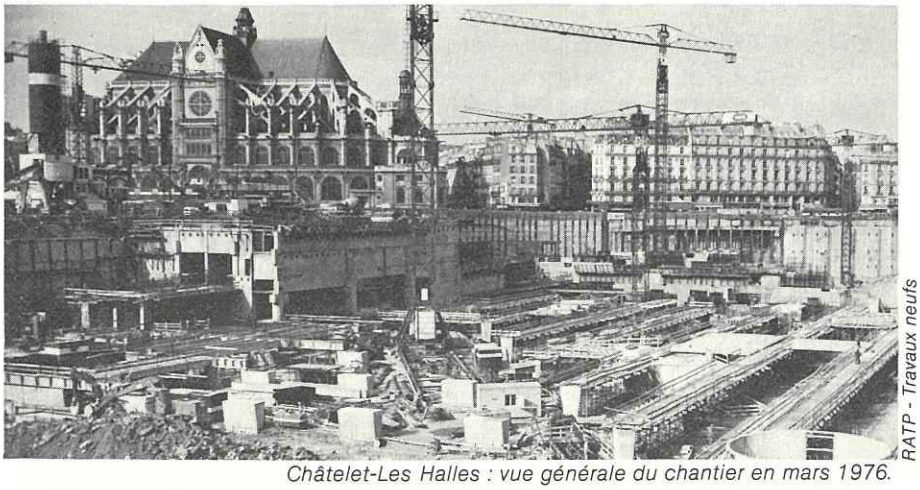
Pendant ce temps, les réflexions engagées sur l'évolution de la région parisienne avaient abouti à la publication, en 1965, d'un schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (SDAU) comportant notamment la création de cinq villes nouvelles destinées à canaliser la croissance de la population et à attirer les nouveaux emplois. Pour assurer la liaison avec Paris de ces cinq villes nouvelles et des deux aéroports internationaux d'Orly et de Roissy, le SDAU prévoyait la réalisation d'un réseau régional constitué d'une transversale est-ouest comportant quatre branches et de deux transversales nord-sud.

Cependant, ce projet apparut très rapidement trop onéreux en raison surtout du coût de réalisation des tunnels à grand gabarit dans Paris, et on s'orienta progressivement vers une solution plus économique utilisant au maximum en les valorisant les infrastructures existantes. Ces orientations aboutirent progressivement à la conception d'un schéma de réseau différent et à l'élaboration du projet d'interconnexion.

Dans cette nouvelle optique, la des-

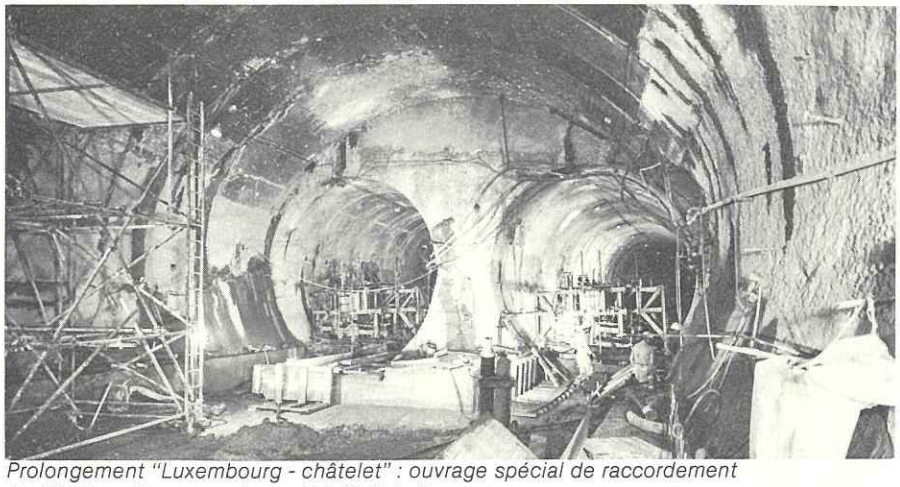
serte des villes nouvelles d'Evry, Saint-Quentin-en-Yvelines, Cergy-Pontoise et celle de l'aéroport de Roissy, seraient assurées par des antennes SNCF et la jonction Invalides-Orsay permettrait de constituer une transversale rive gauche. De son côté, la RATP réaliserait une transversale est-ouest en reliant, entre Auber et Nation, les deux branches de Saint-Germain et de Boissy, et une antenne serait construite à l'est sur cette ligne pour desservir Marne-la-Vallée, tandis qu'à l'ouest, elle serait interconnectée avec la ligne SNCF de Cergy-Pontoise. La RATP prolongerait également la ligne de Sceaux, d'abord jusqu'à Châtelet, puis jusqu'à Gare du Nord permettant alors l'interconnexion avec des lignes SNCF du nord-est en première phase, puis dans une phase ultérieure, avec des lignes SNCF du nord et du sud-est.

Les mises en service de décembre 1977, qui font l'objet du présent bilan, ont ainsi constitué l'achèvement d'une étape importante dans la réalisation du schéma de desserte esquissé ci-dessus, étape démarrée au cours des années 1972 et 1973 aussitôt après l'approbation des projets par les pouvoirs publics.



RATP - Travaux neufs

Châtelet-Les Halles : vue générale du chantier en mars 1976.



RATP - Travaux neufs

Prolongement "Luxembourg - châtelet" : ouvrage spécial de raccordement de 12,50 m d'ouverture (vue côté Châtelet).

Réalisation

Déroulement des travaux

Le tronçon Auber-Nation est sur sa majeure partie constitué de deux tunnels à voie unique de 5,7 m d'ouverture. Sur les deux sections extrêmes, la construction s'est faite de manière traditionnelle, mécanisée par endroits ;les terrains ont nécessité un traitement préalable par injections et même, dans le secteur de Nation, il a fallu utiliser une méthode de protection spéciale dans des terrains très délicats (sables de Beauchamp sous le niveau de la nappe phréatique). La section centrale située dans un banc calcaire résistant et sensiblement horizontal a pu être exécutée à l'aide d'une machine à forer. Les deux gares du tronçon Auber-Nation ont été construites à ciel ouvert, à presque 25 m de profondeur. Celle de Châtelet-Les Halles, longue de 310 m et large de 79 m, regroupe sur le même niveau 4 voies RATP et 3 voies réservées au trafic SNCF dans le cadre de l'interconnexion. Celle de Gare de Lyon, longue de 315 m et large de 41 m, comporte 5 niveaux dont les deux plus profonds abritent l'un les 2 voies du RER et l'autre les 4 voies de la SNCF.

En ce qui concerne le prolongement de la ligne B, la première partie du tunnel est à deux voies et a été réalisée au moyen de techniques traditionnelles mécanisées ; elle s'enfonce rapidement sous l'ancien souterrain de garage de Luxembourg et fait place, en passant sous le niveau de la nappe aquifère, à deux tunnels à voie unique exécutés dans des terrains étanchés par injections. Après le passage sous la Seine, les deux tunnels s'écartent largement pour éviter la Tour Saint-Jacques puis se raccordent à la gare de Châtelet-Les Halles . Ce tronçon de ligne se développe dans des terrains calcaires sauf à proximité de la Seine où la présence de sables a nécessité un traitement soigné du terrain. Au nord de la gare de Châtelet-Les Halles, l'ouvrage de retournement des trains est totalement immergé dans la nappe aquifère. Quant à la branche de Marne-la-Vallée, elle comporte des ouvrages de constructions diverses : ainsi, au départ de Fontenay, on trouve successivement une plate-forme à deux voies, un passage en parois moulées sous la branche de Boissy puis un souterrain réalisé à ciel ouvert à l'abri d'une paroi berlinoise ; ensuite, la traversée souterraine de la butte de Fontenay-sous-Bois s'effectue par un tunnel réalisé à l'abri d'une coque de béton coulé dans le terrain préalablement découpé ; le tunnel se prolonge par un ouvrage cadre réalisé à ciel ouvert dans une fouille talutée, par une plate-forme en remblai, par un via-

duc en béton précontraint et par un pont de franchissement de la Marne ; la dernière partie de la ligne comporte une plate-forme en remblai puis en déblai et enfin un souterrain réalisé à ciel ouvert jusqu'à la gare de Noisy ; cette dernière gare est enterrée au cœur du centre urbain de Noisy-le-Grand - Mont d'Est, en liaison directe avec les parkings et la gare routière desservie par cinq lignes d'autobus ; les autres gares sont soit semi-enterrées comme Val-de-Fontenay, en correspondance avec la ligne SNCF de Paris-Est à Gretz, soit aériennes comme Neuilly-Plaisance et Bry-sur-Marne.

Coûts et délais

Le tableau ci-après récapitule les coûts des trois tronçons et montre bien la différence de coût existant entre les tronçons construits en souterrain dans Paris et le tronçon réalisé en grande banlieue, en aérien pour sa majeure partie.

Les coûts figurant dans ce tableau correspondent, par rapport aux prévisions initiales, à une économie pour les trois tronçons et notamment pour les deux tronçons construits dans Paris. En effet, les ouvrages très complexes que constituent les gares de Châtelet-Les Halles et de Gare de Lyon n'avaient à l'origine pas pu être étudiés de manière approfondie puisque les décisions concernant l'interconnexion sont survenues au moment où étaient présentés les avant-projets d'Auber-Nation et de Luxembourg-Châtelet. Les études précises qui ont ensuite été entreprises ont permis de simplifier la conception de ces ouvrages et même d'en réduire l'importance.

En dehors des deux gares de Châtelet-Les Halles et de Gare de Lyon, diverses simplifications ont aussi été apportées aux différents ouvrages, ce qui a permis d'en abaisser les coûts. Par ailleurs, les progrès réalisés dans les techniques de travaux et les bonnes conditions dans lesquelles se sont déroulés les chantiers, sans aléa notable, ont également conduit à des économies de construction et ont eu pour autre conséquence le respect des délais prévus pour le tronçon Auber-Nation et la branche de Marne-la-Vallée, et même un gain d'un an sur le délai de réalisation du tronçon Luxembourg-Châtelet.

RATP - Travaux neufs

Travaux de réalisation de la branche de Marne-la-Vallée : pose de voussoirs au-dessus de la RN 34.

Sections	Longueur (km)		Coûts totaux en MF		Coûts au km (en MF du 1.1.79)	
	Entre axes stations	Ligne construite	Francs courants	Francs du 1.1.79	Entre axes stations	Ligne construite
Auber-Nation	6,8	5,6	1 345	1 907	280	341
Luxembourg - Châtelet-Les Halles	2,0	2,6	615	802	401	308
Fontenay-sous-Bois - Noisy-le-Grand - Mont d'Est	7,9	8,5	610	777	98	90
Ensemble	**16,7**	**16,7**	**2 570**	**3 486**	**208**	**208**

Incidences sur les trafics et les déplacements

Desserte, gains d'accessibilité et attractivité

Les nouvelles infrastructures ont permis la réalisation d'un réseau composé des lignes A et B en correspondance à Châtelet-Les Halles et desservant, à moins de 800 m à vol d'oiseau des gares, une population de près de 900 000 habitants, dont 500 000 en banlieue et presque 400 000 dans Paris.

En ce qui concerne les emplois, les gares de Paris du RER permettent désormais d'accéder directement à 650 000 emplois, soit le tiers des emplois de Paris, tous les autres emplois de la capitale pouvant par ailleurs être atteints avec une seule rupture de charge grâce aux correspondances entre le RER et 9 des 13 lignes du métro. D'autre part, il faut souligner le rôle primordial de

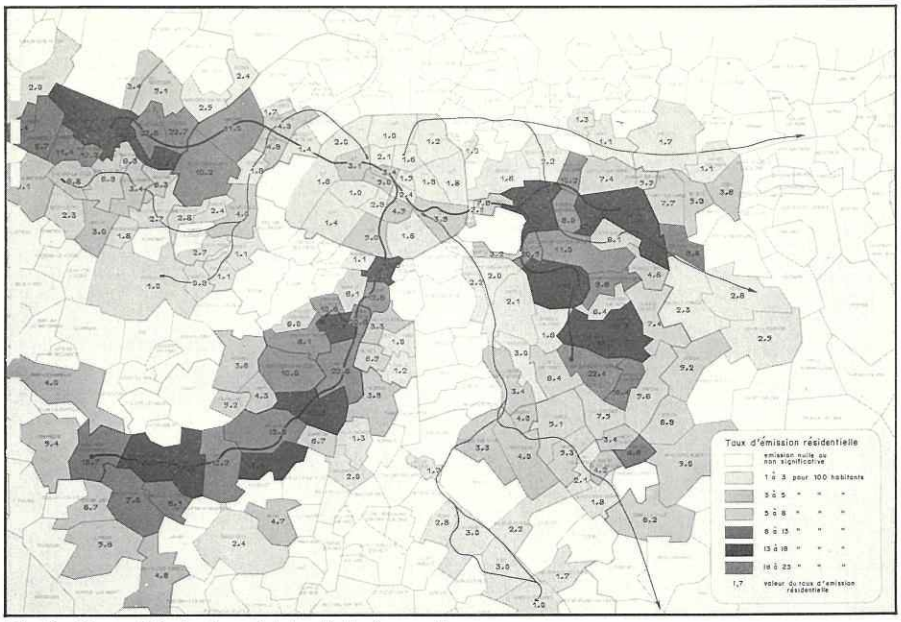


Fig. 2 : Taux d'émission résidentielle journalier par commune

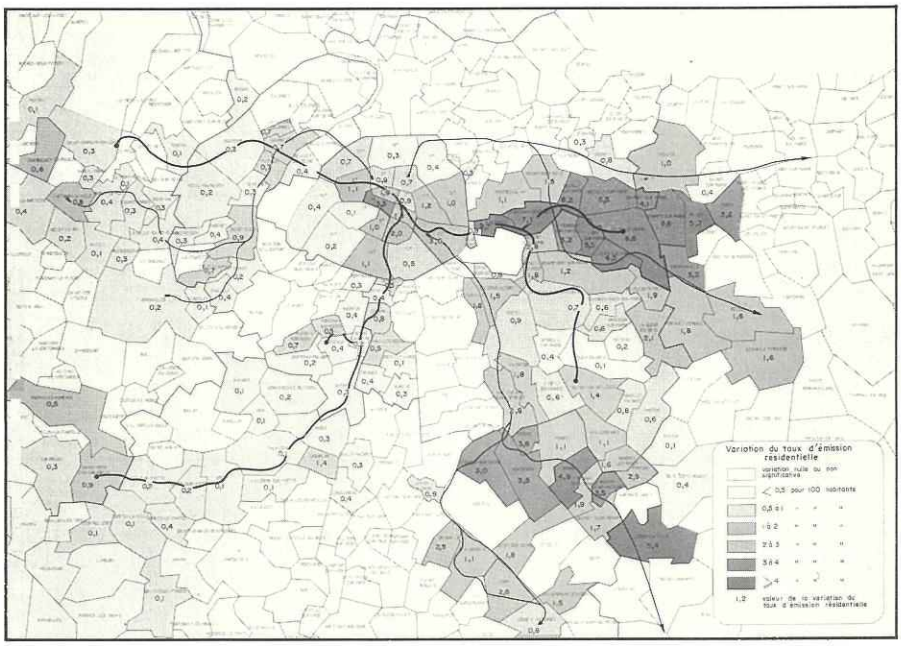


Fig. 3 : Variation du taux d'émission résidentielle journalier (entre novembre 1977 et mars 1978)

la branche de Marne-la-Vallée pour le développement de cette ville nouvelle.

En ce qui concerne le dessertes par autobus, elles ont été restructurées dans le secteur de Marne-la-Vallée afin de reporter sur les nouvelles gares de Neuilly-Plaisance et de Noisy-le-Grand, les rabattements qui s'effectuaient jusqu'alors aux gares de Nogent-sur-Marne et de Joinville-le-Pont ; dans Paris, la seule modification a concerné la ligne 81 dont le terminus a été reporté du Luxembourg au Châtelet.

Les gains d'accessibilité procurés par les nouvelles infrastructures sont variables selon les origines des déplacements effectués ; ils sont très importants dans certains cas et à titre d'exemple, le gain entre Marne-la-Vallée et le centre de Paris est en moyenne de 20 mn sur un trajet de l'ordre de 60 mn à l'origine. Au total, les gains de temps ont atteint 20 millions d'heures en 1978 pour les utilisateurs des nouvelles infrastructures, les deux tiers de ces gains concernant des liaisons entre la banlieue et Paris.

En analysant la répartition de ces gains de temps par commune et par arrondissement d'origine des déplacements, on fait ressortir, d'une part le poids des arrondissements de Paris, d'autre part, en banlieue, l'importance des communes centrées sur le RER et l'influence des lignes SNCF en correspondance avec le RER.

Les mêmes constatations peuvent être faites de manière encore plus nette en examinant la répartition des utilisateurs journaliers du RER par commune ou par arrondissement de départ et ce, que l'on utilise les nombres absolus de déplacements ou les densités d'émission (nombre de déplacements utilisant le RER par hectare) ou encore les taux d'émission résidentielle (nombre de déplacements effectués en moyenne au cours d'un jour ouvrable par 100 habitants, à partir de leur domicile en utilisant le RER). Ce dernier indicateur, illustré, par la carte figure 2 ("Taux d'émission résidentielle journalier par commune"), fait d'autre part apparaître, pour les communes desservies par le RER, des taux analogues le long de chaque ligne et ceci, quelle que soit la distance à Paris. Par ailleurs, il faut noter les valeurs très élevées prises, dans certains cas, par les taux d'émission résidentielle (par exemple, à Boissy-Saint-Léger, à Antony, à Chatou et au Vésinet, près d'un habitant sur quatre emprunte quotidiennement le RER). Si l'on examine la variation de ces taux d'émission résidentielle entre novembre 1977 et mars 1978, soit un mois avant et trois mois après la mise en service des nouvelles infrastructures, on constate (voir carte figure 3 : "Variation du taux d'émission résidentielle journalier") des écarts nettement différenciés . Ainsi dans les banlieues ouest et sud, les nouvelles infrastructures n'ont entraîné que de faibles variations des taux d'émission. En revanche, des variations très importantes ont été enregistrées dans les banlieues sud-est desservies par la SNCF et les communes de Marne-la-Vallée dont les habitants ne pouvaient jusqu'alors que très difficilement utiliser

le RER. Enfin, des écarts moins importants mais néanmoins sensibles ont été mesurés dans les communes desservies par la branche de Boissy-Saint-Léger et dans Paris.

Si l'on examine enfin les origines et les destinations des déplacements assurés par le RER, on constate que 9% d'entre eux correspondent à des échanges Paris-Paris, environ 64% à des relations Paris-banlieue et environ 27% à des liaisons banlieue-banlieue. La part prépondérante des déplacements entre Paris et la banlieue met ainsi nettement en évidence la fonction radiale assurée par le RER.

Effets sur les trafics et les déplacements

Le nombre d'utilisateurs du RER a augmenté brusquement avec l'ouverture des nouvelles infrastructures : le total des entrants journaliers dans les gares du RER qui se situait à 500 000 en novembre 1977 s'est élevé au bout de quatre mois (mars 1978) à 645 000 (+ 29%), au bout d'un an (novembre 1978) à 715 000 (+ 43%) et après deux ans (novembre 1979) à plus de 760 000 (plus de + 50%).

Le trafic des interstations du RER situées dans Paris a été profondément modifié ainsi que le montre le schéma figure 4 ("Variation de charge des interstations du RER") et les trois branches du RER apparaissent bien équilibrées si l'on compare les nombres de voyageurs entrants dans Paris par l'ouest, l'est et le sud.

Corrélativement, les nombres d'entrants dans les gares ont été modifiés, assez sensiblement dans certains cas : ainsi les gares de Nation, Denfert-Rochereau et Nogent-sur-Marne ont enregistré des baisses appréciables de trafic, tandis qu'au contraire celles d'Auber, Charles de Gaulle - Etoile, La Défense et Vincennes connaissaient des augmentations notables.

Quant aux nouvelles gares, il faut noter les trafics élevés de Gare de Lyon et surtout de Châtelet-Les Halles qui, avec plus de 60 000 entrants par jour, est devenue la plus importante du RER.

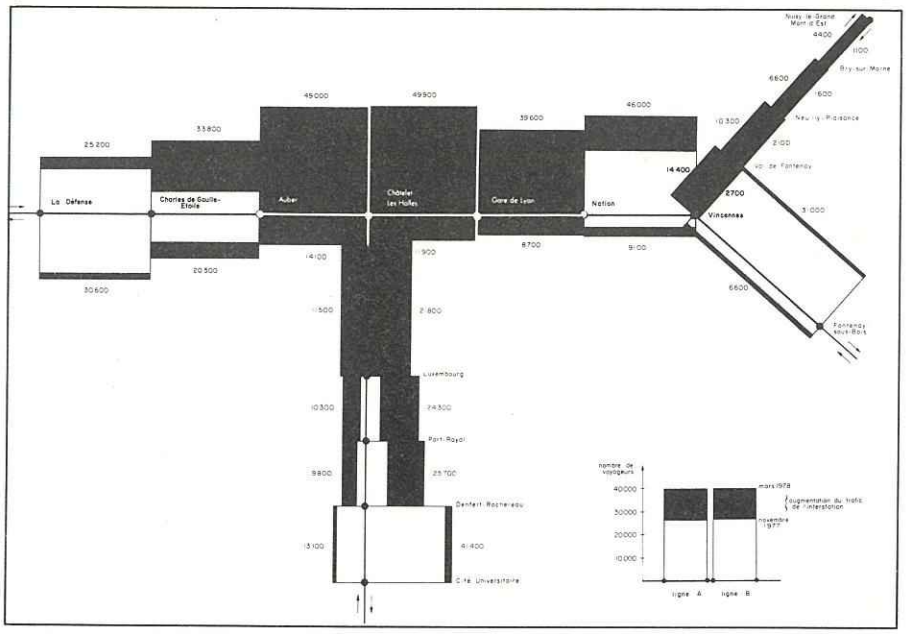


Fig. 4 : Variation de charge des interstations du RER entre novembre 1977 et mars 1978 (période 16 h 30 - 19 h 30)

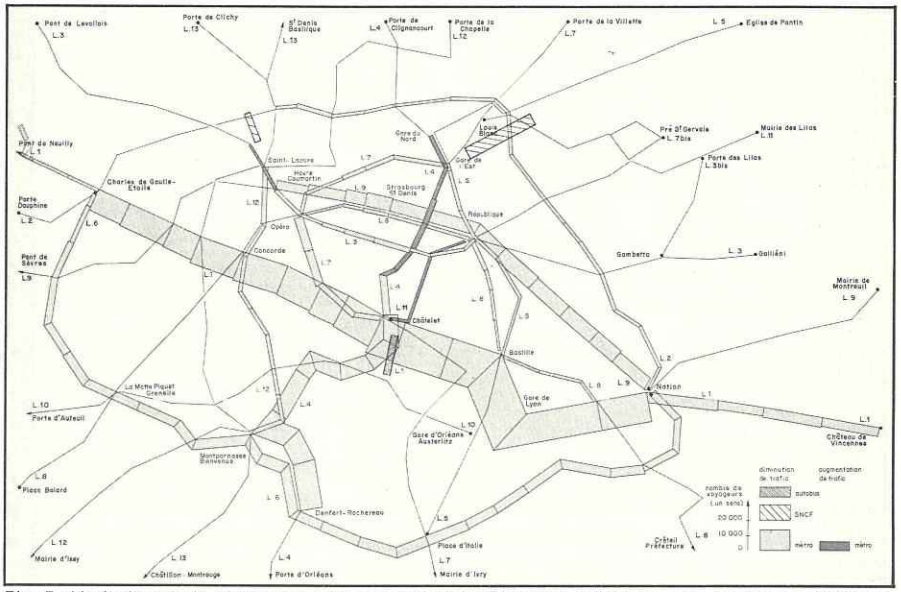


Fig. 5 : Variation de la charge des lignes du métro,SNCF et autobus entre novembre 1977 et mars 1978 (période 6 h - 21 h, un sens)

L'impact des nouveaux tronçons du RER a été également très marqué sur les autres modes de déplacement, qu'il s'agisse des autres réseaux de transport en commun — métro, autobus, SNCF — ou des modes individuels.

Sur le métro tout d'abord, la charge de plusieurs lignes a été sensiblement allégée et leur confort accru en conséquence, comme le montre le schéma figure 5 ("Variation de la charge des lignes du métro, de la SNCF et d'autobus") ; c'est bien entendu sur la ligne 1, en concurrence directe avec le RER sur la majeure partie de son tracé, qu'a été enregistrée la plus forte baisse de trafic (35% à la période de pointe du soir entre Châtelet et Gare de Lyon) ; des diminutions importantes ont également été me-

surées sur la ligne 4 (27% à la période de pointe du soir entre Raspail et Denfert-Rochereau), sur la ligne 9 (17% entre Bonne nouvelle et Strasbourg-Saint-Denis) et sur la ligne 6 (de 10% à 15% sur tout le parcours).

En ce qui concerne les autobus, les baisses essentielles constatées dans les trafics se situent, pour Paris sur le tronçon Luxembourg - Saint-Michel, en banlieue aux points d'échange avec le métro (Pont de Neuilly, Château de Vincennes, Porte d'Orléans et Croix de Chavaux) et dans les gares de Nogent-sur-Marne et Joinville-le-Pont dont le rôle de gares de rabattement a été largement amputé au profit des nouvelles gares de Marne-la-Vallée.

Des réductions ont également été enregistrées sur le réseau SNCF, la plus importante concernant la gare de Paris-Est dont le trafic journalier a diminué de 9% par suite de la création de la branche de Marne-la-Vallée. Parallèlement aux reports entre réseaux de transport en commun, il faut souligner que les nouvelles facilités de déplacement offertes aux habitants de l'agglomération parisienne — pour les liaisons Paris-banlieue et banlieue-banlieue surtout — ont entraîné des transferts des modes individuels — véhicules particuliers essentiellement — vers le RER, qui représentent environ 8% du total des voyageurs utilisant les jonctions centrales et environ 14% de ceux qui utilisent la branche de Marne-la-Vallée. Enfin, 3% des déplacements des jonctions centrales et 2% des déplacements de Marne-la-Vallée ont été induits par les nouvelles infrastructures.

Ces différents transferts entre modes sont illustrés par le schéma figure 6 ("Modes de transport empruntés "avant" par les utilisateurs des nouvelles infrastructures").

Si, maintenant, l'on compare les mesures effectuées sur les trafics aux prévisions initiales, on constate que, d'une manière générale, les prévisions de 1971 et 1972 étaient surestimées. En revanche, les trafics constatés sur les lignes du RER sont conformes aux nouvelles prévisions faites avant les mises en service de 1977 pour tenir compte notamment de la révision en baisse des hypothèses de croissance démographique et des objectifs de développement des villes nouvelles. Ces dernières estimations ont été réalisées à l'aide d'un modèle mathématique, dit "modèle global de trafic", qui a également permis de bien analyser les transferts attendus entre modes de transport (1).

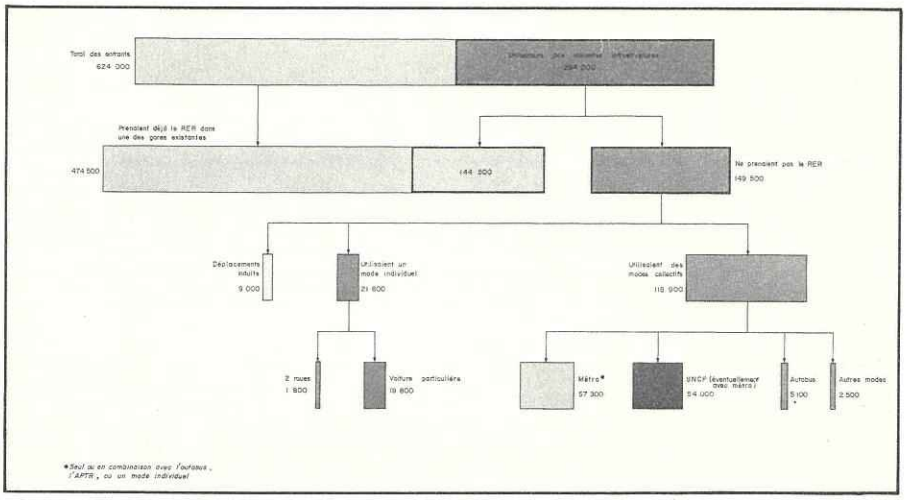


Fig. 6 : Modes de transport empruntés "avant" par les utilisateurs des nouvelles infrastructures.

Aspects économiques

Bilan financier

Un premier bilan financier, prenant en compte les dépenses supplémentaires et les économies d'exploitation ainsi que les recettes nouvelles, a été établi pour l'année 1978.

Il apparaît que les opérations se sont soldées en 1978 par une augmentation de 92 millions de francs de l'excédent des dépenses sur les recettes du compte d'exploitation, dont environ les deux tiers pour les extensions de la ligne A et un tiers pour celle de la ligne B. Au total, cette variation s'est traduite par une augmentation de 3,5 centimes du module d'équilibre qui s'est établi à 2,13 francs en 1978.

Il faut cependant noter que si les remaniements apportés aux lignes d'autobus ont entraîné, dès 1978, des économies d'exploitation, il n'en a pas été de même des adaptations de service de certaines lignes de métro qui n'ont été pleinement effectives qu'en 1979 ; si ces modifications avaient pu intervenir dès le début de 1978, elles auraient procuré une économie supplémentaire de plus de 10 millions de francs. Par ailleurs, le trafic ayant continué à croître après 1978, les recettes de 1978 se trouvent minorées par rapport à celles du régime de croisière.

Enfin, il est important de signaler que les charges d'investissement ont pesé pour environ 66 millions de francs sur le compte d'exploitation de 1978, soit les deux tiers de l'incidence totale, et que cet impact ira en décroissant au fil des années.

Bilan socio-économique

Complétant le bilan financier présenté ci-dessus, le bilan socio-économique de l'opération intègre tous les éléments intéressant la collectivité et notamment les gains de temps de déplacement. Ces derniers ont été évalués à 19,9 millions

(1) Ce modèle fait l'objet, dans le présent numéro de notre revue, d'un article consacré à ses récents développements et à ses diverses possibilités d'utilisation. Le lecteur trouvera, dans cet article, des éléments détaillés relatifs aux prévisions et aux résultats de trafic sur le RER.

d'heures pour l'année 1978. Par ailleurs, près de 20 000 déplacements quotidiens ont été transférés totalement ou partiellement de la voiture particulière vers les transports en commun, ce qui a entraîné une réduction de 0,2% du total des véhicules-kilomètres effectués par les automobiles en région parisienne. Enfin, dans Paris, l'équivalent de 3 000 places de stationnement ont été libérées.

La valorisation, pour l'année 1978, des divers éléments, gains et dépenses, fait apparaître un taux de rentabilité immédiate (2) de 14,7% et un taux de rentabilité interne (3) de 14,5%.

L'analyse plus fine de ces bilans conduit à des taux de rentabilité légèrement plus élevés sur la ligne A (15,2% et 15,4%) que sur la ligne B (12,8% et 13,9%).

(2) Taux de rentabilité immédiate : rapport du gain annuel procuré par l'opération à son coût total d'investissement.

(3) Taux de rentabilité interne : valeur du taux d'actualisation pour lequel le bilan actualisé de l'opération est "blanc".

Conclusion

Après maintenant trois ans d'exploitation, il est indéniable que la mise en service, fin 1977, des trois nouvelles sections du RER, a constitué un événement majeur couronnant plus de 15 ans d'efforts, puisque c'est en 1961 qu'avait été ouvert le premier chantier du RER.

Les conditions de transport en région parisienne ont été considérablement améliorées et même dans certaines zones, comme Marne-la-Vallée, il n'est pas exagéré de parler de bouleversement des possibilités de déplacement.

En moins de trois mois, les utilisateurs avaient, pour la plupart d'entre eux, appris à utiliser les nouvelles possibilités du réseau dont le trafic avait déjà augmenté de 30%. Depuis, le trafic n'a pas cessé de croître et avec environ 200 millions de voyages par an, les lignes A et B du RER assurent pleinement les objectifs qui leur avaient été assignés. Le bilan socio-économique permet d'ailleurs de résumer en un chiffre, un taux de rentabilité de 15% environ, l'intérêt des nouvelles infrastructures et justifie pleinement les investissements importants qui y ont été consacrés. Ces investissements seront encore valorisés lorsque le RER connaîtra sa prochaine grande évolution, celle de l'interconnexion avec certaines lignes de banlieue SNCF permettant ainsi d'étendre à une population encore plus nombreuse les avantages du RER.

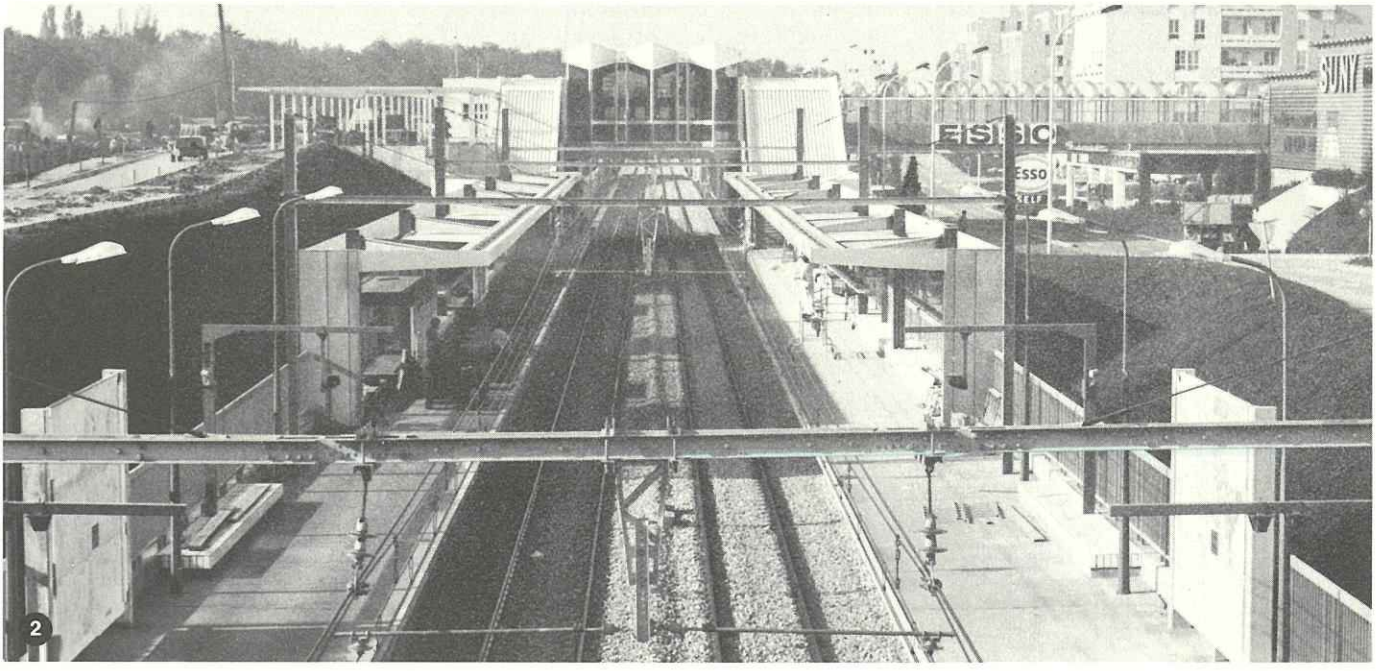
VUES DES TRAVAUX EN COURS

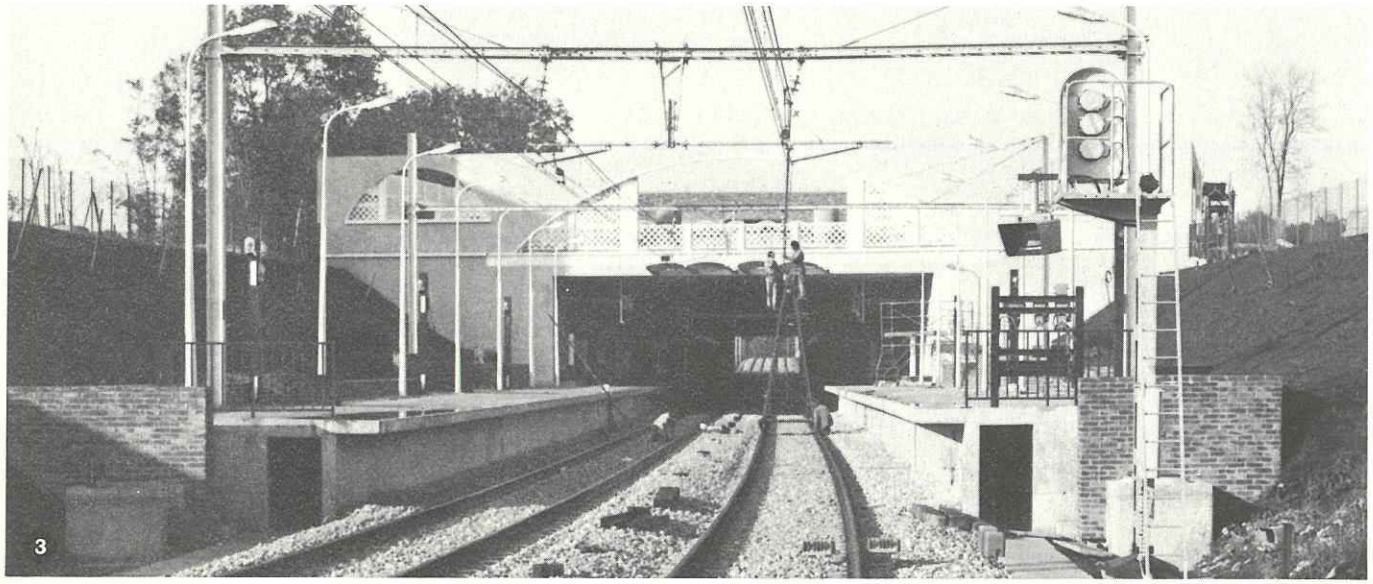
CONSTRUCTION DE L'IMMEUBLE ADMINISTRATIF DE NOISY-LE-GRAND — MONT D'EST

① *Vue générale du chantier*

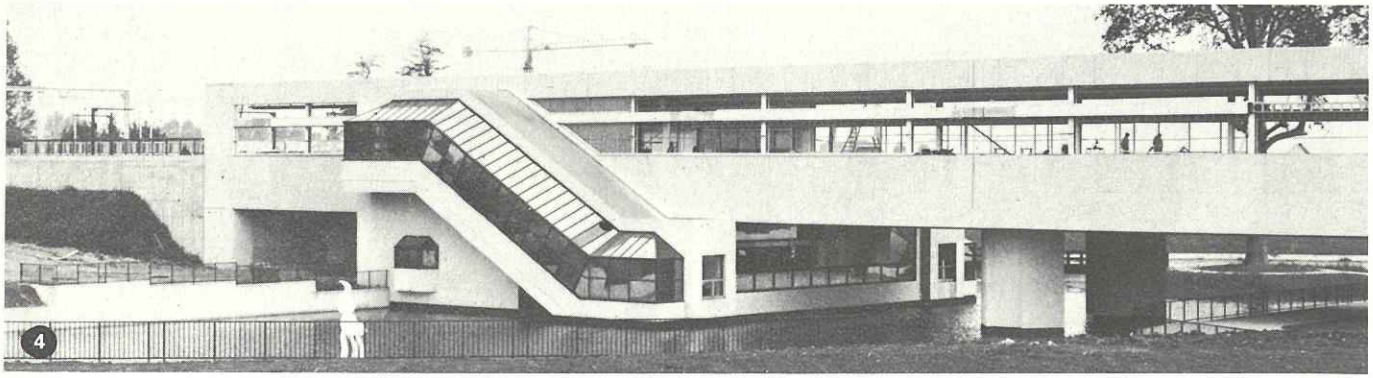
RER - LIGNE A : PROLONGEMENT DE LA BRANCHE DE MARNE-LA-VALLÉE

② *Gare de Noisy-Champs : vue d'ensemble*
③ *Gare de Noisiel : quais côté Torcy*
④ *Gare de Lognes : façade sud*
⑤ *Gare de Torcy : perspective sur les placettes devant le bâtiment voyageurs*

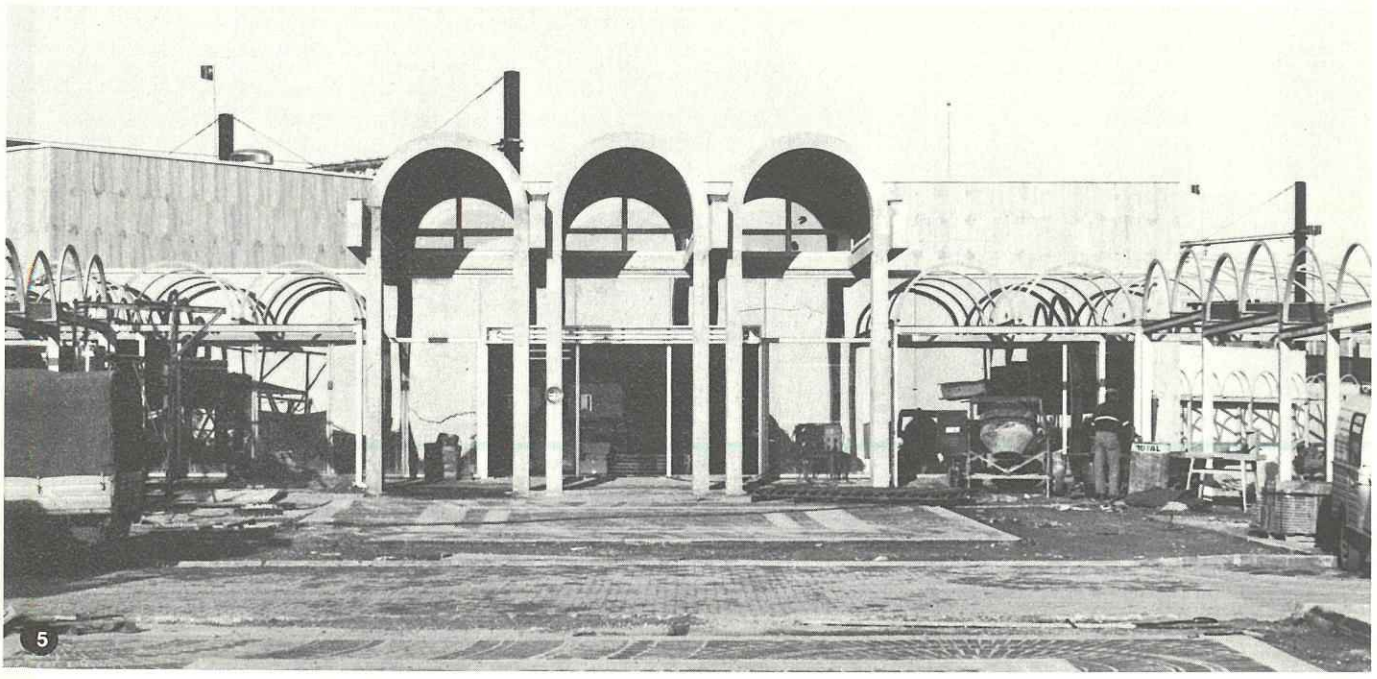




3

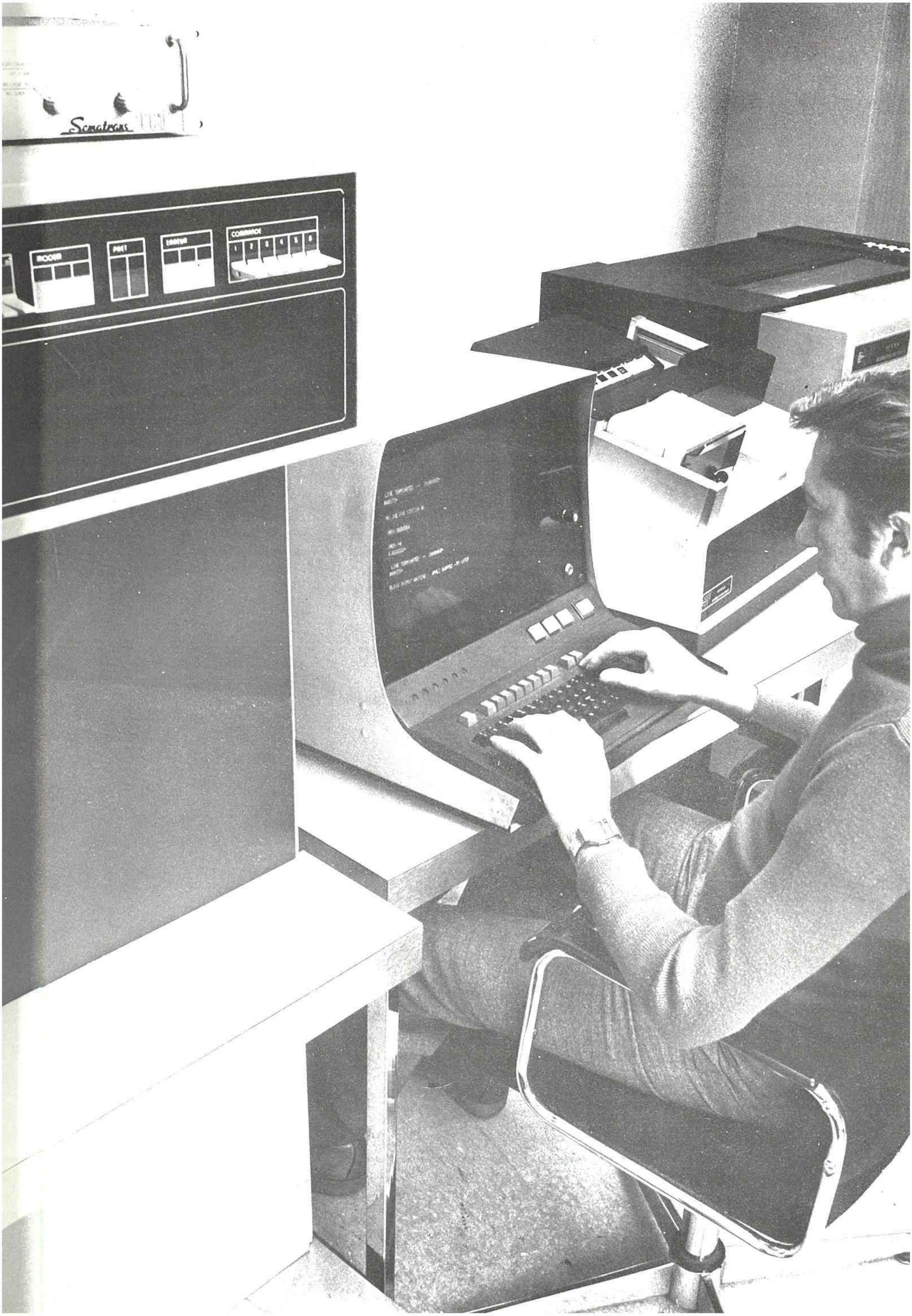


4



5

RATP - Travaux neufs


Sematrans

PRATIQUE DES MODELES D'ANALYSE ET DE PREVISION DE TRAFIC A LA RATP

par Pierre Arnaud,
Ingénieur chef de division
à la Direction des études générales.

La RATP a réalisé, au début des années 1970, un modèle appelé modèle global de prévision de trafic, auquel un article avait été consacré dans le numéro de janvier-février-mars 1975 de notre revue.

Ce modèle a considérablement évolué depuis sa création pour devenir progressivement une armature sur laquelle se sont greffés de nombreux modèles spécifiques. La chaîne de programmes qui composait ce modèle a été rendue modulaire de façon à pouvoir utiliser chacun de ses maillons en dehors de la chaîne standard. Ces maillons ont généralement servi à la construction de nouveaux modèles mieux adaptés aux problèmes de plus en plus variés qui se posent, le principal souci étant toujours de faire évoluer l'outil en fonction des questions posées.

Bien que non achevée, l'évolution de ces outils et de leurs utilisations nous a semblé suffisamment marquée pour faire l'objet du présent article.

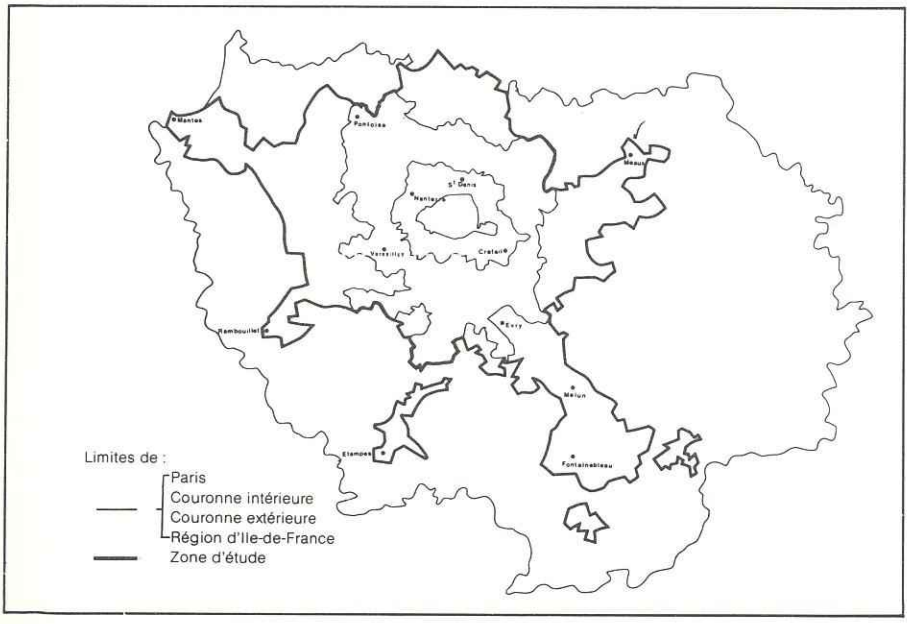


Fig. 1 : Zone d'étude

Introduction

Au début des années 1970, alors que la RATP venait d'entrer dans une période d'extension importante, le besoin s'est fait sentir pour elle de se doter d'outils de prévision permettant d'accroître la pertinence de ses études liées à l'élaboration des projets concernant les transports dans l'agglomération parisienne.

C'est ainsi qu'à cette époque, a été conçu au sein de la Direction des études générales, puis réalisé et mis au point, un modèle de trafic appelé "modèle global". Son rôle est d'aider à déterminer les conséquences de modifications introduites dans le système de transport, dans les buts suivants :

— prévoir le trafic sur les différents éléments constituant le système de transport ;

— évaluer les avantages ou les inconvénients apportés aux voyageurs, à la collectivité, ou aux entreprises de transport, afin de les incorporer dans les bilans économiques ;

— analyser les populations de voyageurs selon l'origine ou la destination de leurs déplacements, les modes de transport utilisés, voire dans les cas très précis selon les lignes à étudier, afin de comprendre les phénomènes et les mécanismes sous-jacents.

Le modèle est dit "global" car il prend en compte :

— l'ensemble de l'agglomération parisienne, soit schématiquement un cercle de 50 km de rayon centré sur Paris (voir plan figure 1) ;

— l'ensemble des modes de déplacement : marche à pied, véhicules individuels (deux roues et voitures particulières), transports en commun (trains SNCF banlieue, RER, métro, autobus, autocars de l'APTR) ;

— l'ensemble des différentes étapes intervenant dans le processus de prévision, depuis la génération des flux de déplacements jusqu'à l'affectation des déplacements à des itinéraires et à des modes de transport.

En ce qui concerne ce dernier aspect, c'est un modèle de type classique comportant quatre étapes : génération, distribution, choix modal et affectation.

L'évaluation de la demande (voir organigramme figure 2) consiste à déterminer les flux entre les zones élémentaires qui constituent la région étudiée. Cette évaluation fait intervenir un modèle de perspectives d'urbanisation, un modèle d'éclatement de la population et des emplois en catégories socio-professionnelles, un modèle de flux d'échanges avec l'extérieur de la région considérée, un modèle de flux d'échanges à l'intérieur des zones élémentaires, et enfin un modèle de distribution calculant les échanges entre zones élémentaires à partir de la notion de probabilité a priori de se déplacer d'une zone à l'autre. La demande est donc modélisée par huit matrices, une par catégorie socio-professionnelle, chacune de ces matrices comportant 600 lignes et 600 colonnes.

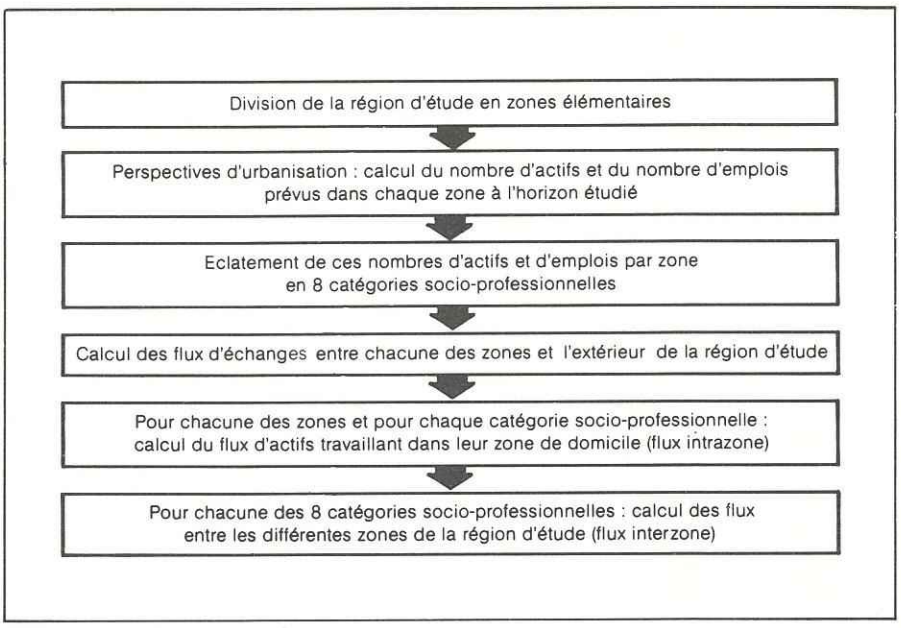


Fig. 2 : Différentes étapes de la modélisation de la demande de transport

En ce qui concerne l'offre, deux graphes principaux représentent les infrastructures routières et ferrées. Ils sont associés à deux graphes de raccordement qui permettent de relier les centroïdes de zone (centre de gravité de la population et des emplois de la zone) aux nœuds de maillage (stations de transport en commun ou carrefours routiers).

Le choix modal et l'affectation d'itinéraires sont fondés sur le critère de coût généralisé (temps + dépense monétaire + pénibilités) associé à des courbes de répartition modale ; ensuite, l'affectation s'effectue généralement sur le plus court chemin.

A côté de sa conception classique, ce modèle présente plusieurs particularités.

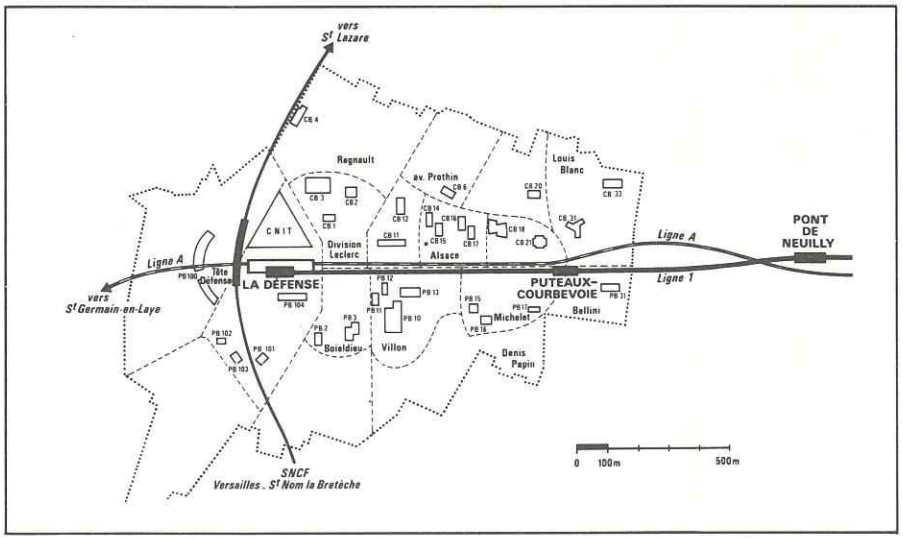


Fig. 3 : Zonage utilisé pour l'étude du prolongement de la ligne 1 du métro à La Défense

Il se caractérise tout d'abord par sa finesse de représentation des phénomènes, ceci afin de mieux traduire leur complexité :
— population et emplois divisés en huit catégories socio-professionnelles ;
— finesse de zonage à la demande (voir exemple du secteur de La Défense figure 3) ;
— représentation de l'offre très détaillée (missions, antennes, correspondances) ;
— grand nombre de paramètres entrant dans le calcul du coût généralisé ;
— segmentation de la population en classes de comportement vis-à-vis du rabattement (par exemple, personnes cherchant à limiter les déplacements à pied...).

Sa seconde particularité réside dans sa structure et son type d'utilisation. Dès l'origine, le modèle global a été conçu pour offrir le maximum de souplesse d'utilisation. En effet, un modèle est fait pour répondre à une question ; si plusieurs types de questions sont posées, il faut, en général, plusieurs modèles pour y répondre (ainsi, on ne va pas utiliser exactement les mêmes outils pour dimensionner un couloir de correspondance, étudier l'impact d'un prolongement de ligne de métro, déterminer les conséquences sur le trafic d'une politique tarifaire ou de la crise énergétique).

D'où la nécessité d'une **adaptation** continuelle des outils aux problèmes posés, souci qui a été pris en compte en concevant le modèle global comme une armature structurée de façon très modulaire, et composée d'un ensemble de sous-modèles dont le nombre et la variété pourraient être augmentés en fonction des besoins.

Par ailleurs, on a entrepris de rendre cette chaîne également maniable en automatisant au maximum les procédures d'utilisation et en développant des programmes périphériques de mise en forme des données, de traitement et d'analyse des résultats, de manière à mettre ces outils à la disposition d'un plus grand nombre d'utilisateurs et à faire en sorte que leurs délais d'utilisation soient les plus courts possibles.

Cette adaptabilité, associée à une politique d'information et de dialogue entre les utilisateurs et les concepteurs (refus de la "boîte noire") aboutit à une utilisation fréquente de ces modèles (près de 200 passages par an actuellement). Ils sont ainsi souvent confrontés à des problèmes variés et à des utilisateurs divers, ce qui permet de s'assurer qu'ils simulent correctement la réalité et de les améliorer en les adaptant aux évolutions de l'environnement, des comportements et des décisions à éclairer.

Développements récents réalisés

Afin de diversifier les types d'utilisation du modèle, de nombreux développements lui ont été apportés. Parmi les plus importants mis au point ces dernières années, on peut citer la prise en compte de données plus nombreuses, l'introduction des notions d'incertitude, l'enrichissement des résultats disponibles et l'augmentation des performances.

Prise en compte de données complémentaires

L'un des principaux éléments nouveaux intégrés au modèle est la prise en compte de la capacité, aussi bien celle de la voirie en affectant le trafic par tranches de flux sur les axes routiers (ceci afin de tenir compte des phénomènes de saturation), que celle des transports en commun par l'intermédiaire du taux de charge des trains au niveau de chaque mission (pour tenir compte du taux de charge dans le choix de l'itinéraire, à temps de trajet égal).

Par ailleurs, le modèle fait désormais intervenir la différence d'accessibilité locale aux quais des stations, compte tenu de la localisation géographique des accès et du cheminement dans les couloirs (cette précision intervient par les aspects temps et pénibilité dans le coût généralisé).

Prise en compte des éléments d'incertitude

La facilité croissante (voir ci-après) de mise en œuvre du modèle a permis de généraliser les tests de sensibilité qui consistent en passages répétés dans lesquels on modifie la valeur de l'écart en coût généralisé entre plusieurs itinéraires concurrents. Ces tests permettent d'évaluer l'incidence sur les prévisions, d'une part, des simplifications résultant de la modélisation, d'autre part, des incertitudes qui existent sur la perception que les usagers ont des différents modes, ou de manière plus générale, des incertitudes sur les données.

C'est principalement grâce à ces tests que les résultats de trafic sont analysés, en mettant notamment en évidence des situations d'équilibre instable en matière de trafic, et peuvent être assortis d'une évaluation de la marge d'incertitude des résultats. A titre d'exemple, le modèle avait mis en évidence la sensibilité des trafics de correspondance de Gare de Lyon à l'ouverture de la gare souterraine SNCF.

Augmenter la fiabilité et la richesse des résultats, et faciliter leur analyse

Concernant la fiabilité, les améliorations résultent de l'introduction de programmes de tests et de détection d'erreurs fondés sur la cohérence et la vraisemblance des diverses données de base.

Pour ce qui est de la richesse des résultats, il faut citer, parmi les développements, la création d'un nombre important de programmes de mise en forme de données et d'analyse de résultats, principalement dans le domaine de la mesure de l'accessibilité et du calcul d'indicateurs utilisés pour le calcul économique (voir les trois exemples illustrés par les figures 4,5 et 6). L'utilisation de tous ces programmes est grandement

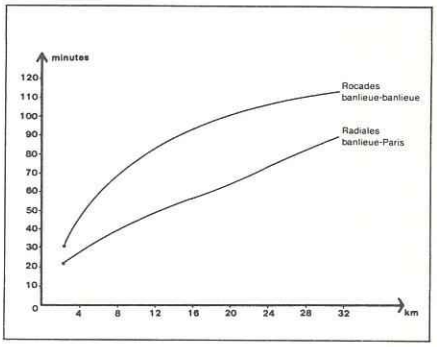


Fig. 4 : Exemple d'analyse de résultats : temps de parcours en transports en commun en fonction de la distance à vol d'oiseau, suivant le type de liaison

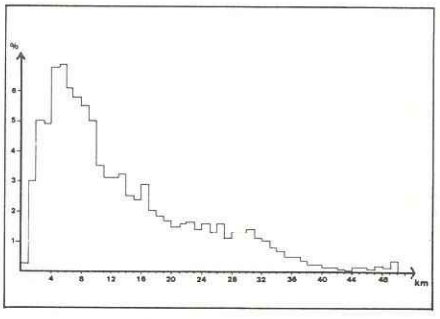


Fig. 5 : Exemple d'analyse de résultats : histogramme des longueurs de déplacement des utilisateurs de la ligne 1 du métro

favorisée par la présence d'un terminal lourd, situé au sein même de l'équipe chargée de gérer le modèle (Division "modèle d'analyse et de prévision" du Service du plan de transport et des lignes nouvelles) et directement relié au centre informatique de la RATP.

Par ailleurs, un effort important a été réalisé pour la visualisation des résultats sur traceur de courbes (représentation du flux, des infrastructures, courbes isochrones, histogrammes, etc).

Augmenter les performances et diminuer les coûts de traitement

D'importants travaux ont dû être menés, conjointement aux améliorations précédemment décrites coûteuses en place mémoire et temps machine, pour optimiser les programmes de la chaîne afin de diminuer leur taille et leur temps de passage. C'est ainsi que la taille maximale du programme est passée de 150 à 100 K mots tandis que ses possibilités étaient accrues, et que le temps informatique a été réduit et fractionné de manière à pouvoir passer certains modèles dans la journée, dans les créneaux laissés disponibles par les utilisations classiques de l'informatique, et non plus seulement la nuit comme c'était le cas auparavant.

Les applications

Les applications réalisées avec ces outils sont nombreuses et variées.

Le nombre de passages des modèles, dans leurs différentes versions, a progressivement crû (80 passages annuels environ en 1973) pour atteindre un régime de croisière de 150 à 200 passages par an à l'heure actuelle. Il faut noter que cela représente, en moyenne, presque une utilisation par jour ouvrable soit largement plus que les modèles comparables. Depuis l'origine, 900 passages environ ont été effectués dont les trois quarts dans le cadre d'études, le quart restant représentant les passages réalisés pour améliorer les méthodes.

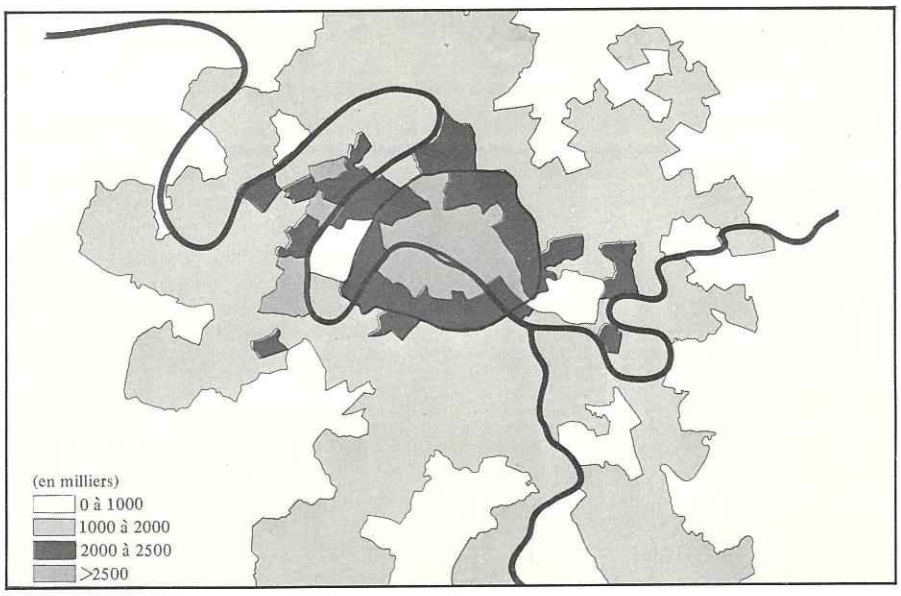


Fig. 6 : Exemple d'analyse de résultats : nombre d'emplois atteints en moins de 45 minutes par le réseau actuel de transports en commun

Ces différentes études peuvent être classées de plusieurs façons selon que l'on s'intéresse à leur volume, à la dimension du secteur géographique concerné, au type de problème posé ou aux divers utilisateurs.

Classement par la taille

Si l'on exprime en hommes-mois la durée des études effectuées depuis 1973, cette durée incluant les temps de conception ou d'adaptation des modules de traitement, les temps d'exploitation et les temps d'analyse des résultats, on obtient la répartition suivante :
— 40 études supérieures à 4 hommes-mois ;
— 30 études comprises entre 1 et 4 hommes-mois ;
— 150 études ponctuelles inférieures à 1 homme-mois.

Chacune de ces études a pu donner lieu à plusieurs passages (en moyenne, trois passages par étude). L'analyse année par année de cette répartition fait apparaître un pourcentage légèrement croissant des études de faible durée qui traduit en partie le fait que le modèle s'est de plus en plus enrichi et qu'il est devenu apte à répondre directement ou, au moins rapidement, à un nombre croissant de demandes, sans étude lourde d'adaptation.

Classement selon l'étendue géographique d'application

Selon ce critère, on peut distinguer quatre types d'études :
— études régionales (par exemple,élaboration du plan stratégique de la RATP, étude de l'interconnexion ou d'un site propre sur la petite ceinture) ;
— études sectorielles (par exemple, étude de la desserte du secteur nord-est de la Seine-Saint-Denis) ;
— études locales (par exemple, prévisions de trafic sur le prolongement de la ligne 1 à La Défense) ;
— études ponctuelles (par exemple, étude du volume d'échanges à Noisy-le-Grand - Mont d'Est afin de dimensionner la batterie de péages).

Classement d'après le type des études

On peut tout d'abord distinguer les études de trafic ; dans ces études, on s'intéresse au trafic dans l'un ou l'autre des deux buts suivants :

— dimensionner des équipements :
- dimensionnement d'ouvrages,
- recherche du mode le mieux adapté à une demande de transport,
- études d'exploitation (schémas de dessertes),
- préparation de la commande du matériel roulant (notamment pour tout le parc de l'interconnexion) ;

— analyser un phénomène :
- étude des modifications d'itinéraires (phénomènes de reports de trafic lors de la jonction des lignes 13 et 14 (*)),
- analyse de la provenance et de la destination des utilisateurs d'une infrastructure donnée.

Le second type correspond aux études économiques ; dans ce cas, le trafic n'est qu'un intermédiaire pour effectuer un bilan en temps, en énergie, en espace ..., ou pour mesurer les transferts entre modes individuels et transports en commun, et évaluer un taux de rentabilité. Parmi ces études, on peut notamment citer :

— les schémas de principe de prolongements de lignes de métro ;

— les études de scénarios concernant les transports en commun dans le cadre du 8è Plan.

Enfin, on regroupe sous le titre "études diverses", celles qui ne peuvent pas être rattachées directement aux deux groupes précédents, car elles ne sont pas liées au trafic. A titre d'exemple, on citera l'étude du câblage des plans indicateurs lumineux d'itinéraires (le principe de ces plans est d'indiquer au voyageur le trajet métro-RER minimisant le temps généralisé entre son point de départ et le point de destination choisi).

(*) *Voir l'article publié dans le précédent numéro de notre revue "Bilan de la jonction des lignes 13 et 14 et de leurs prolongements".*

Classement selon les utilisateurs

Une dernière façon de classer les applications consiste à passer en revue les organismes, directions ou services pour lesquels des études sont effectuées.

La majorité des études sont effectuées pour les besoins propres de la RATP. On peut noter que si le modèle a été conçu à l'origine pour répondre à des besoins de la Direction des études générales, son utilisation s'est rapidement diversifiée et étendue aux autres directions de la RATP au fur et à mesure que ses possibilités s'élargissaient. Ainsi, à côté des utilisations "classiques" du modèle (plan stratégique, études sectorielles, schémas de principe), se sont développées des utilisations plus originales tant au sein de la Direction des études générales que dans les autres directions : financement des transports, confection d'échantillons pour enquêtes, études spécifiques à la demande des Directions des réseaux (études de restructuration, études liées à la planification, études d'exploitation, commandes de matériel roulant ...), de la Direction des travaux neufs (dimensionnement d'ouvrages notamment), de la Direction des Services techniques (conséquences de fermetures provisoires de tronçons de lignes de métro pour travaux tels que renouvellement de la voie) et de la Direction du personnel (pour l'indemnité de transport, calcul de la dépense, sur le réseau SNCF, des agents de la RATP ; barème forfaitaire des temps de trajet entre terminus, centres d'instruction et salles de consultation médicale).

En même temps que se sont multipliées les demandes émanant de presque toutes les directions de la RATP, sont également apparues quelques demandes en provenance d'organismes extérieurs comme, par exemple, la SNCF (contributions à l'élaboration des schémas de principe Invalides - Orsay, Ermont - Invalides, Ermont - La Défense), la Direction régionale de l'équipement (étude d'un parking d'intérêt régional à Gennevilliers, étude du flux potentiel dans un corridor axé sur la grande ceinture SNCF), la Préfecture de Paris (fourniture d'une matrice de déplacements en voiture particulière pour l'étude du plan de circulation de la ville de Paris) et même diverses entreprises (étude des conséquences sur les temps de trajet du personnel, du transfert de leur siège social).

La validation

Les aménagements apportés successivement au modèle avaient notamment pour but d'améliorer la qualité des prévisions. Encore fallait-il, pour s'assurer que cet objectif était bien atteint, pouvoir comparer prévisions et réalisations.

La validité des méthodes de prévision a pu être vérifiée de manière approfondie à plusieurs reprises. Fin 1976 et fin 1977, d'importantes opérations d'extension des réseaux RATP ont été réalisées : le prolongement et la jonction des lignes 13 et 14 du métro, puis les jonctions centrales du RER à Châtelet ainsi que la création de la branche de Marne-la-Vallée.

A ces deux occasions, des enquêtes "avant-après" ont permis d'effectuer des observations nombreuses et détaillées. Comme des prévisions avaient été publiées avant les mises en service de ces opérations, on a pu comparer très finement prévisions de trafic et trafics mesurés.

La comparaison, dont on donne un aperçu dans les tableaux ci-après, a montré que les prévisions se sont révélées satisfaisantes pour la plus grande partie des cas, avec des écarts ne dépassant pas 10 à 15%. Ce fut ainsi le cas pour toutes les prévisions concernant la ligne A du RER. Pour le seul cas de la nouvelle interstation de la ligne B où l'écart est plus important, l'analyse a montré qu'on pouvait remédier aux écarts constatés dans les prévisions par une modélisation plus soignée de la concurrence entre axes lourds et autobus et par une meilleure prise en compte de la capacité.

Opérations d'extension et de jonction des lignes 13 et 14 du métro et des lignes du RER : comparaison entre trafics prévus et observés

Opérations	Taux de prédiction : trafic observé / trafic prévu
• Ligne 13 à Châtillon-Montrouge	0,89
• Jonction des lignes 13 et 14 :	
Invalides - Champs-Elysées	0,88
Champs-Elysées - Invalides	1,01
• Ligne A à Noisy-le-Grand - Mont d'Est	1,05
• Luxembourg - Châtelet	0,70
• Tronçon central du RER :	
Auber - Châtelet	1,12
Châtelet - Gare de Lyon	1,00
Gare de Lyon - Nation	0,86

Il est intéressant de constater que ces résultats sont aussi bons en ce qui concerne le trafic (charge des interstations ou correspondances) qu'en ce qui concerne l'analyse de ce trafic (provenance des utilisateurs ou chaîne de transports empruntée ou transferts de modes, par exemple), ce qui a tendance à montrer la validité de la structure des modèles utilisés.

Il faut noter également, ainsi que le montre le schéma de la figure 7 ci-contre, que ces prévisions sont vérifiées, non seulement pour les grandes masses, mais également dans les cas fins et détaillés. Ceci résulte du caractère adaptable et modulaire de la chaîne de modèles et sous-modèles employée.

Conclusion

Pour résumer l'évolution passée, on peut distinguer trois phases dans le développement des méthodes .

De 1970 à 1973, une phase de conception, réalisation et mise au point.

Ensemble des opérations RER de décembre 1977, (tronçon central + prolongement "Luxembourg-Châtelet" + branche de Marne-la-Vallée) : analyse des trafics prévus et observés

	Résultats des enquêtes	Prévisions
• Report de la voiture particulière sur les transports en commun	10%	10%
• Gain de temps annuel des utilisateurs des nouvelles infrastructures du RER	21 millions d'heures	20 millions d'heures
• Répartition des utilisateurs des nouvelles infrastructures par type de liaison :		
Paris - Paris		
Paris - banlieue	73%	67%
banlieue - banlieue	21%	28%
• Chaînes de transport des utilisateurs des nouvelles infrastructures :		
RER	22%	19%
RER + métro	35%	37%
RER + SNCF	8%	13%
RER + autobus	8%	6%
RER + métro + SNCF	8%	9%
RER + métro + autobus	11%	12%
RER + SNCF + autobus	2%	2%
autres	6%	2%

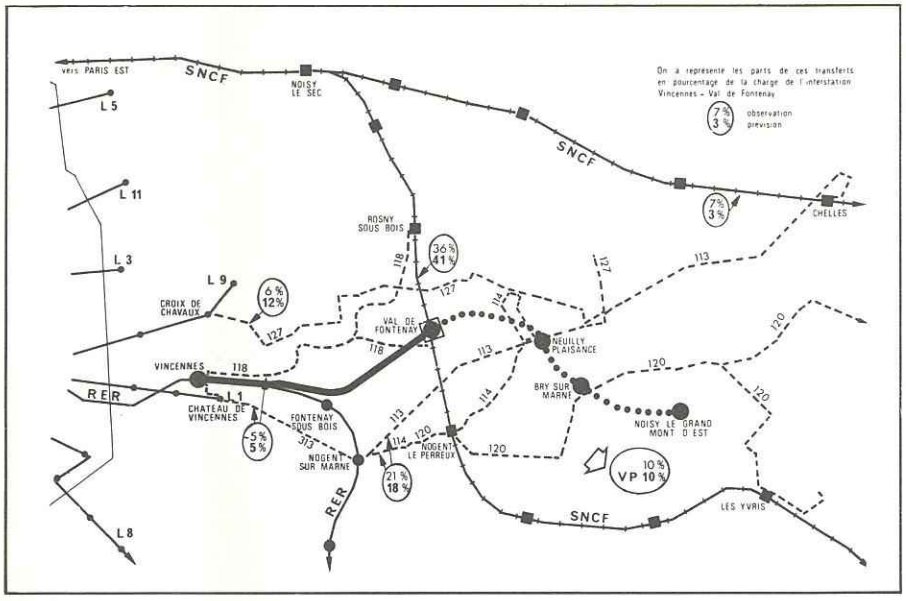


Fig. 7 : Origines des transferts de voyageurs vers les interstations de la branche de Marne-la-Vallée : comparaison entre prévisions et observations pour l'heure de pointe du soir

De 1973 à 1976, une phase au cours de laquelle les premières applications ont été effectuées à un rythme soutenu avec un modèle volontairement assez figé afin d'asseoir les méthodes et d'apprendre à les utiliser.

De 1976 à 1979, une phase de passage à des modèles plus évolutifs, plus maniables et surtout plus adaptables permettant de faire, avec des outils devenus rapides et opérationnels, des prévisions correctes dans le domaine principalement des transports en commun à l'heure de pointe en zone relativement dense.

La quatrième phase, amorcée en 1 980, consiste à accroître le domaine dans lequel la qualité des études est tout à fait satisfaisante. Il s'agit donc d'élargir le champ d'application des méthodes, ce qui est entrepris actuellement sous deux aspects :
— sous l'aspect "géographique", en particulier pour étudier plus finement la desserte des zones peu denses et pour entreprendre des études spécifiques concernant le réseau d'autobus de Paris ;
— sous l'aspect "type d'études", en améliorant les méthodes en vue d'analyser, d'évaluer et de comparer les conséquences de diverses politiques globales de transport.

Pour répondre à ces nouveaux objectifs, les moyens mis en œuvre consistent à créer de nouveaux modèles mais également à faire intervenir les interactions multiples qui existent entre les transports en commun et leur environnement.

En effet, jusqu'à ces dernières années, dans les applications de la chaîne de modèles, l'offre voiture particulière, l'urbanisme, l'économie et les modes de vie étaient des données constituant un jeu d'hypothèses cohérent et définissant un environnement dans lequel on étudiait les déplacements effectués en transports en commun.

L'objectif, maintenant, est de ne plus considérer cet environnement uniquement comme une donnée figée, mais de modéliser les interactions qui existent, entre les transports en commun et chacune des principales composantes d'une politique de transport.

Il s'agit donc de mieux représenter les liens étroits existant entre :
— l'urbanisme et le transport ;
— l'environnement économique et le transport, en particulier en étudiant plus finement l'incidence, sur la mobilité notamment, de l'évolution des indices économiques, du mode de financement des transports, de la tarification, du coût des carburants, etc. ;
— les modes de vie et le transport, en cernant mieux l'évolution prévisible de la mobilité et en prenant mieux en compte l'incidence sur les modes de déplacement de l'évolution des modes de vie et de l'aménagement du temps.

C'est ainsi, par exemple, que sont développés actuellement :
— un modèle destiné à tester des politiques différentes en matière de stationnement, en mesurant les conséquences de ces politiques sur les déplacements dans l'agglomération parisienne ;
— un modèle visant à analyser l'impact de mesures concernant la circulation des véhicules (péage, plan de circulation, régulation, etc.) ;
— une série de modèles de type "désagrégé" afin de prévoir et d'analyser l'impact d'actions visant à organiser différemment le système de transport dans l'agglomération parisienne (par exemple, en recherchant une utilisation plus rationnelle de la voirie par les transports en commun et les véhicules particuliers).

En conclusion, l'expérience acquise depuis bientôt dix ans dans la modélisation des transports urbains a mis clairement en évidence que la manière d'utiliser les outils compte autant que les outils eux-mêmes et qu'il est absolument fondamental d'adapter en permanence les méthodes aux problèmes posés.

LE "LIVRE BLANC" SUR LA RECHERCHE

A la demande du Président de la République, le Secrétariat d'Etat à la recherche a fait établir, par un Comité de rédaction composé de personnalités scientifiques éminentes, un "Livre blanc" sur la recherche, intitulé "Construire l'avenir", qui a été publié en septembre 1980.

L'importance et la richesse de ce document, qui recouvre toutes les sciences et leurs domaines d'application, font qu'il serait présomptueux de vouloir en présenter une synthèse significative. Nous limitons donc, ici, notre présentation au chapitre qui porte sur "le cadre de vie et la science", en conseillant aux lecteurs qui désireraient une plus ample information de se reporter à l'ouvrage (*).

Le chapitre que nous avons sélectionné et à la rédaction duquel a participé M. Louis Guieysse, Directeur général adjoint de la RATP, couvre les domaines de l'aménagement urbain et rural, de l'habitat, des transports aériens, maritimes, routiers et ferroviaires, et des télécommunications. Nous reproduisons ci-dessous de larges extraits de l'introduction, qui expose les problèmes généraux, ainsi que des paragraphes consacrés aux infrastructures de transport, aux transports guidés et aux véhicules automobiles. Enfin, nous reproduisons in-extenso la conclusion qui propose des orientations pour le développement de la recherche dans ce vaste domaine.

Le cadre de vie et la science

L'aménagement du "cadre de vie" représente le vaste champ des actions volontaires de l'espace où les hommes vivent, se déplacent, communiquent et exercent leurs activités. Ce secteur englobe tout ce qui concerne l'aménagement urbain et rural, l'habitat, les transports et les télécommunications, y compris les infrastructures et équipements collectifs. Ce champ d'action est affecté en permanence par les effets d'une recherche fondamentale et appliquée, qui relève de toute une gamme de disciplines scientifiques, et par le jeu des différents partenaires qui y sont impliqués, des producteurs aux exploitants, en passant par les usagers.

A. Les spécificités

Le domaine d'intervention des activités d'aménagement et d'amélioration du cadre de vie présente l'image d'une grande diversité : habitat et bâtiment, aménagement, routes, ports, transports aériens, maritimes et ferroviaires, construction navales, industries aéronautique et automobile, télécommunications.

La profonde unité de cet ensemble à l'égard de la recherche provient du fait qu'il recouvre toutes les activités qui ont trait à la vie quotidienne et que l'Etat joue un rôle majeur ; on peut donc ainsi considérer que toutes les recherches qui sont menées dans tous les domaines ont ou vont avoir une influence sur les transformations du cadre de vie, tout en soulignant que les problèmes de l'aménagement des transports et des télécommunications génèrent des recherches spécifiques, que des organismes spécialisés doivent continuer à exécuter ou à animer.

1. Un secteur moteur

C'est parce que son importance politique est évidente, que ce secteur est un objet privilégié de préoccupation et d'intervention de la puissance publique. Son importance économique n'est pas moindre : si on lui rattache les industries productrices en amont (bâtiment, génie civil et industrie des moyens de transport), il emploie plus de 20% de la population active, réalise les deux tiers de la formation brute de capital fixe, utilise le quart des dépenses de recherche de développement en France, et contribue pour 30% aux exportations de biens et de services, principalement grâce aux industries automobile et aéronautique qui font travailler (et sont utilisées par) la plus grande part de la population active : enfin, il intervient pour près de 60% dans la consommation d'énergie en France : 40% pour le chauffage et les usages domestiques, 20% pour les transports.

Par ailleurs, l'urbanisation accélérée, l'accroissement de la mobilité et, d'une manière générale, les changements de structure et de modes de vie, créent des dysfonctions qui posent à notre Société des problèmes sans cesse renouvelés. D'où l'importance croissante de la "demande sociale" relative à l'amélioration du cadre de vie.

La montée de ces demandes, souvent exprimées de façon irrationnelle ou vague, entraîne la double nécessité d'en expliciter le contenu, et de rechercher les actions économiquement et techniquement viables pour y répondre. La recherche dans l'ensemble du secteur comporte ainsi deux aspects complémentaires :

— une recherche psycho-sociologique ou socio-économique, qui doit permettre d'acquérir une connaissance en profondeur de l'évolution de la société française, des modes de vie et des attentes des diverses couches de la population ;

— des recherches techniques et économiques portant sur les voies et moyens

(*) *Construire l'avenir — La Documentation française — 29-31, quai Voltaire — 75340 PARIS CEDEX 5*

de satisfaire mieux la demande sociale ainsi cernée.

Pourtant, malgré le caractère moteur de ce secteur sur le triple plan de la politique, de l'économie et de la vie sociale, la recherche y est très inégalement développée. Sauf en ce qui concerne l'aéronautique et les télécommunications, les domaines en question sont rarement considérés comme des domaines de pointe pour la science et la technique. A côté des grands programmes technologiques menés par ailleurs, les industries du bâtiment et des transports font, pour la plupart, figure de "parents pauvres" : elles reposent sur des produits traditionnels en évolution lente. Dans le bâtiment, seuls les organismes publics ou collectifs mènent des recherches dignes de ce nom. Quant à la recherche dans l'automobile, elle n'a jamais bénéficié que d'un soutien marginal de l'Etat, et porte sur des crédits d'un montant très inférieur à ceux de nos concurrents étrangers.

Il est vrai que dans ce domaine, largement interdisciplinaire, qui ne peut que difficilement donner lieu à de brillantes publications faisant état de découvertes nettes et assurées, comme en sciences exactes, la recherche est parfois une activité ingrate. Encore que la plupart des domaines de la recherche fondamentale aient — mais cela est moins spectaculaire — des retombées sur l'évolution du cadre de vie.

2. Des partenaires et des intérêts

L'une des façons de présenter le secteur du cadre de vie repose sur la nature des partenaires impliqués à la fois dans son élaboration et dans son usage. Ils sont de trois types :
— les producteurs de matériel, qui connaissent les contraintes économiques (nécessité de gains de productivité, de développement de l'exportation notamment) ; les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique et de la construction navale sont très concentrés, celui de la construction ferroviaire un peu moins ; le bâtiment et les travaux publics comprennent des milliers d'entreprises, qui mènent des stratégies variées ;
— les exploitants, qui organisent le marché selon des règles fort complexes : SNCF, RATP, Air France, Air Inter, aéroports, ports autonomes, armateurs, administration des PTT, organismes HLM, collectivité locales ... ces acteurs publics et collectifs ont des comportements très divers, en particulier à l'égard de la recherche ;
— les usagers, qui voudraient des améliorations de leur vie quotidienne ne se traduisant pas obligatoirement en règles techniques.

La recherche a donc à la fois pour but de satisfaire les volontés de progrès de ces trois catégories, mais surtout, et c'est sa mission plus difficile, de les rendre compatibles. A cet égard, on constate des différences profondes quant à l'importance de la recherche et à l'attitude de ses commanditaires selon les secteurs d'activité.

Par exemple, l'industrie aéronautique utilise des techniques de pointe, soustendues par un très grand effort de recherche, mais l'objectif essentiel a été de présenter sur la scène internationale un produit compétitif, sous la forme d'Airbus. Pendant le même temps et paradoxalement, les recherches intéressant le plus l'exploitant (réduction des coûts d'exploitation, en particulier énergie) et celles qui sont demandées par les usagers (réduction du bruit, gestion des aéroports) n'ont pas connu un égal développement. Dans l'automobile, la priorité a également été de vendre le produit, les exportations concernant environ la moitié de la production ; les recherches portant sur une transformation profonde du produit automobile, en particulier par une réduction de la consommation d'énergie, n'ont pas été prioritaires ces dernières années. En matière de transport ferroviaire, par contre, la voix de l'exploitant a été prépondérante et les recherches qui répondent aux besoins des réseaux nationaux ont été privilégiées.

Le coût croissant de l'énergie, les exigences de compétivité de l'industrie, vont conduire à un changement d'équilibre dans l'ensemble du secteur de l'aménagement, des transports et des télécommunications. Seul un effort de recherche sans précédent peut faire que cette nouvelle donne ne soit pas relevée au détriment du consommateur : confort, qualité du service, réduction des nuisances, sécurité, sont des paramètres aussi essentiels . . . . .

3. Des disciplines et des problèmes

Pour traiter d'une multiplicité de problèmes, le secteur "aménagement - transports" fait appel à une multiplicité de disciplines. Les problèmes de recherche s'y présentent de ce fait sous une grande variété d'aspects ; l'organisation de la recherche y est complexe et souvent dispersée, et les liens avec l'Université et les grands organismes de recherche sont difficiles à établir. Pourtant, l'organisation de l'aller-retour entre l'amont et l'aval des recherches est une donnée primordiale du secteur. Il s'agit d'expliciter les finalités et les modalités de l'action : ingénieurs et exploitants ou gestionnaires, administrateurs et usagers doivent condenser dans des systèmes techniques à interactions complexes les apports des sciences fondamentales et les conditions sociales de leur fonctionnement.

Les sciences de la vie participent à la définition des conditions de maintien de la santé et des rythmes biologiques, importants en matière de travail, de transport, d'habitat, etc.

Les sciences exactes sont toutes concernées, qu'il s'agisse de mécanique, de physique des solides, d'acoustique, d'électronique et d'automatique dans les transports et les télécommunications, d'analyse des fluides et de bactériologie dans la gestion de l'eau, de biomécanique ou d'ergonométrie, ou encore de microclimatologie et de botanique dans la recherche sur les paysages. Les sciences humaines et sociales permettent une évaluation des coûts et des avantages économiques et sociaux de l'introduction d'un système technique et une appréciation des étapes et des modalités du développement social, face aux nouveaux modes scientifiques de penser et d'agir, qui peuvent être intégrés ou rejetés ; aménager le territoire humanisé, c'est d'abord penser les finalités et les moyens d'une société , voire de l'espèce. C'est une des principales caractéristiques de ce domaine

de l'action qui, de ce fait, engage lourdement par l'administration des hommes et des choses, l'ensemble des modes de vie.

Les principaux objectifs des recherches ont trait d'une part à l'amélioration du cadre de vie (confort, qualité des services offerts, réduction des nuisances, sécurité, qualité de l'architecture et conservation du patrimoine) et, d'autre part, à la prise en compte des contraintes économiques : économies d'énergie, compétitivité interne et externe. Ces derniers objectifs, qui ne résultent pas directement de la demande sociale, ont cependant un impact majeur sur les conditions de la vie collective : c'est en effet sur ce vaste secteur que peuvent porter les principales mesures visant à des économies d'énergie : la recherche de la compétitivité est indispensable pour permettre à la fois la satisfaction des besoins et des attentes de la population à des coûts acceptables et le maintien, voire l'amélioration, de nos positions à l'exportation . . . . .

4. Les directions de la recherche

Trente années d'urbanisation accélérée ont marqué une grande période d'investissement et d'équipement : croissance urbaine, logements nouveaux, équipements sociaux, culturels et de loisirs, mais aussi infrastructures routières et de transports guidés. Le cadre de vie des Français a été profondément modifié, et c'est notre patrimoine aujourd'hui. Les recherches en matière d'aménagement du territoire et de mobilité des personnes et des biens découlent de l'exigence de maintien et d'amélioration du patrimoine.

a. L'aménagement de l'espace

Jusqu'ici, malgré quelques tentatives intéressantes mais isolées, l'aménagement a été le résultat de politiques sectorielles : urbanisme, construction , politique des transports, politique industrielle. Seule une approche globale de ces systèmes complexes qui modèlent l'espace, la ville, le cadre de vie et, à travers eux, la qualité de vie de la population, pourrait être en mesure d'intégrer des dimensions aussi hétérogènes, mais également importantes, que les contraintes économiques, le développement des communications entre les personnes, l'évolution des aspirations individuelles et collectives.

b. L'aménagement du territoire

Destiné à combattre les effets d'un déséquilibre économique grandissant entre les régions, l'aménagement du territoire a dû mettre au point une série de moyens conceptuels. Comment passer de la planification sectorielle à la planification territoriale ? Comment évoluer de l'approche descriptive ou normative de l'économie vers des techniques d'implantation en fonction de l'analyse de leurs effets induits ? . . . Telles sont les principales questions posées. La recherche économique régionale a mis en valeur une nouvelle division de l'espace (bassins d'emploi, effets d'agglomération), mais si elle s'appuie aujourd'hui sur une économétrie qui s'est perfectionnée durant ces vingt années et sur une prospective qui renouvelle les concepts, elle ne sait toujours pas répondre à la question : comment organiser une nouvelle croissance ?

c. La mobilité

L'évolution de l'aménagement de l'espace et des modes de vie a été accompagnée de changements considérables, qualitatifs et quantitatifs, de la mobilité, qui en est un des paramètres principaux. C'est ainsi que les déplacements domicile-travail en milieu urbain et suburbain ont été amplifiés par la croissance des grands marchés du travail que sont les métropoles ; plus généralement, les déplacements de toutes sortes (travail, loisirs, autres motifs) sont l'image la plus visible des modes de vie urbains et ruraux. Les recherches sur ce vaste sujet, très insuffisantes il y a une dizaine d'années, ont commencé à se développer. Elles groupent, sous le nom de "socio-économie des transports", les efforts de sociologues, d'économistes, de géographes et d'historiens, en vue de mieux comprendre les comportements et les attentes des populations et les rapports complexes des systèmes urbains. C'est une science naissante, dont les connaissances sont encore mal établies.

Comment orienter la mobilité vers des modes moins énergétivores, voire diminuer son rythme de croissance ? Comment concilier ces nouveaux impératifs avec la montée de l'habitat individuel, l'accroissement des loisirs lié à la diminution du temps de travail, la multiplication des vacances et le désir de dépaysement ?. . . Autant de questions que le développement de ces recherches devrait aider à éclairer, et qui nécessitent de mettre l'accent sur les actions interdisciplinaires, souvent plus difficiles mais aussi plus fructueuses.

d. La prévision urbaine

. . . . . Les recherches techniques ont favorisé des implantations massives de logements collectifs ; elles ont aussi permis d'améliorer considérablement la qualité de la vie urbaine. Citons ici la signalisation, la transformation des déchets, les adductions d'eau généralisées ...

A contrario, les recherches ont fait cruellement défaut en matière d'architecture ou de paysages.

Un bilan des recherches "urbaines" conduites depuis dix ans montre en tout cas que l'analyse de ce phénomène de croissance, quantitative et qualitative, a permis de mesurer les décalages existant entre les sociétés locales et les échelons centraux qui tentaient d'imposer un langage scientifico-technique. La recherche a permis aussi d'éclairer les responsables sur les demandes différentielles formulées par les diverses catégories sociales : sentiment de sécurité, rapport à la propriété, perception de l'espace ou éléments visibles de qualité de la vie (rapport à l'économique, travail et consommation...), etc.

e. La situation de la recherche française

. . . . . Si les données de la crise énergétique et du commerce international devaient se confirmer, les effets sur la demande de recherche dans ce secteur prolongeraient sans doute l'évolution déjà visible.

Comment prévoir et réaliser des structures urbaines et rurales économes en énergie ? Que seront, de ce point de vue, les technologies de la mobilité individuelle ou collective des hommes, des

produits, des informations ? Comment imaginer un territoire "sobre", mais prêt à la dépense, respectueux du patrimoine sans être un musée ? Que seront demain ses consommations collectives et leur organisation, à quel niveau pratique et politique ? Le mode de vie, le rapport au temps du travail, à la famille, au groupe, à sa propre vie, seront de nouvelles voies de recherche . . . . .

D. Infrastructures de transport

Les moyens de transport utilisent des ouvrages de structure bien connus : les routes, les ports, les conduites, ont une origine fort ancienne ; les voies ferrées, les transports par câble, les aéroports ou héliports sont plus récents. Ces réalisations du passé et du présent doivent être rendues plus sûres, plus robustes, plus efficaces et moins polluantes. Y parviendrait-on, qu'il faudrait encore réduire le coût de l'exploitation et de l'entretien, ainsi que celui de la construction neuve.

1. Les domaines

Envisagée globalement, la recherche sur les ouvrages fixes vise donc aujourd'hui principalement la sécurité, la protection de l'environnement, l'économie et plus rarement la performance technique. Elle porte essentiellement sur l'insertion des ouvrages dans le milieu qui les entoure (qu'il soit naturel ou créé par l'homme), sur l'utilisation des matériaux et éléments naturels, sur leur aptitude propre à "recevoir" les engins de transport.

Dans le premier domaine de la sécurité et de la protection de l'environnement, des disciplines comme la géologie interne (minéralogie, pétrologie ...), la géologie sédimentaire (géomorphologie, hydrogéologie...) et l'écologie générale (art paysager, etc.) interviennent tout particulièrement. Son approfondissement a conduit à la conception de dispositions constructives nouvelles, améliorant simultanément les conditions d'insertion et de dimensionnement des grands ouvrages, soit en milieu urbain, soit sous les contraintes naturelles les plus dures : tunnels, travaux à la mer ...

De manière générale, on est parvenu à réduire notablement la marge d'incertitude considérable qui affectait, durant les précédentes décennies, la durée, la nature et le coût des grands travaux de terrassement.

Dans le second domaine, celui des matériaux, les recherches s'appuient spécialement sur la chimie des solides, la physicochimie des matériaux et la physicochimie des interactions et interfaces. Parmi les innovations d'importance, on peut citer la conception et le développement des résines, dont l'emploi rend de grands services pour la réparation des structures fissurées, celle des géotextiles qui, lorsqu'ils sont introduits dans les massifs reconstitués, accroissent leur résistance et leur stabilité. Sur un autre plan, la recherche a permis de maîtriser la transformation de divers types de déchets industriels en matériaux nobles de haute qualité, résultat dont l'importance pour l'environnement est considérable.

Le perfectionnement de l'aptitude mécanique des ouvrages relève plus spécialement des différentes disciplines liées à la mécanique des sols et à la rhéologie, à la mécanique des solides (roches, bétons, métaux, etc.) et à la mécanique des fluides (hydrodynamique, aérodynamique...). Les recherches ont notamment permis de parvenir enfin à l'optimisation des taux de travail des matériaux actuels, d'identifier et de décrire les phénomènes, jusqu'ici mal connus, de déformations différées, de redistribution des réactions d'appui dans les ouvrages hyper-statiques, d'incidence des gradients thermiques.

Enfin, un certain nombre de disciplines participent, à côté de la mécanique, de façon déterminante, à la reconnaissance des phénomènes de contrainte : l'optique et l'électronique, la spectroscopie atomique et moléculaire, la physique nucléaire, la chimie analytique et la chimie métallurgique. Elles concourent notamment aux progrès de la métrologie et de la technique instrumentale. Elles ont permis plusieurs transformations radicales de la mesure in situ des propriétés, soit des terrains, soit des ouvrages construits, et une meilleure appréciation des situations "critiques". Comme en médecine, la nouvelle qualité des méthodes de diagnostic a permis d'améliorer très sensiblement la qualité des thérapeutiques appliquées aux cas pathologiques. On se bornera à citer ici la télédétection aérienne et le repérage des fissures par micro-ondes. Sur un autre plan, plusieurs recherches mathématiques de haut niveau ont permis de faire progresser ou de faire aboutir la modélisation de phénomènes mécaniques extrêmement complexes. L'analyse numérique a provoqué un progrès décisif : le calcul de certains types d'ouvrages, jugé impossible jusqu'à une date assez récente . . . . .

2. Les lacunes

Si, de manière générale, la recherche française en génie civil possède, sur les infrastructures de transport en particulier, un excellent niveau dans le contexte international, elle se trouve néanmoins confrontée à de nombreux problèmes technologiques non encore résolus et pour lesquels une recherche fondamentale peut être indispensable, ou du moins souhaitable. Citons par exemple la recherche des mécanismes de fissuration du béton, la maîtrise de l'état mécanique des structures, le contrôle de l'évolution des fondations de piles de pont pendant les crues, la conception d'un système précis et de coût limité de détection et de signalement du verglas sur le réseau routier, le relevé non destructif de l'état des fondations anciennes pour lesquelles on ne dispose pas de plans, l'évaluation de la sécurité des grands câbles porteurs ou tracteurs, etc.

En outre, on discerne dès aujourd'hui l'apparition de grands axes de recherche susceptibles de se révéler fructueux, au premier rang desquels on peut placer la création de liants routiers non dérivés du pétrole, qui se substitueraient au moins en partie au bitume et à ses dérivés. L'introduction généralisée de l'analyse des systèmes, des méthodes et matériels de l'informatique, de l'automatique et de l'électronique, fait évidemment partie des lignes stratégiques de la recherche en génie civil. Mais, malgré la variété et l'étendue des demandes effectives ou potentielles du secteur aval, la réponse des disciplines fondamentales françaises reste encore très insuffisante et un effort important doit être fait pour développer leurs liaisons avec la recher-

che technique en matière de génie civil . . . . . .

G. Transports guidés, transports ferroviaires

Les systèmes de transports guidés sont essentiellement constitués, aujourd'hui, par les transports ferroviaires : transports interrégionaux de marchandises et de voyageurs et transports à courte distance, principalement urbains et suburbains (chemin de fer de banlieue, RER, métro ou tramway). A côté de ces systèmes classiques, on a proposé, depuis plusieurs années, des systèmes plus nouveaux : pour certains transports urbains, on ferait appel à de petits véhicules guidés à roues pneumatiques, associés à des automatiques complexes (Val, Poma 2000, Aramis...) ou à des transporteurs hectométriques, comme le trottoir roulant accéléré (Trax) ; pour les transports interurbains, on a envisagé l'utilisation de véhicules ne reposant plus sur des roues, mais soutenus par des coussins d'air (Aérotrain) ou par des aimants ou des électro-aimants.

1. Systèmes ferroviaires et systèmes nouveaux

Le chemin de fer s'est, de tout temps, appuyé sur les techniques de la mécanique et, plus récemment, de l'électricité, et a acquis un haut niveau de sécurité et de régularité. Des progrès décisifs sont en cours dans les équipements de traction, grâce à la commande des moteurs par semi-conducteurs de puissance avec récupération d'énergie au freinage, dans la conception mécanique des bogies et des voitures, avec des suspensions de grand confort, et dans les équipements de régulation, de commande centralisée et de pilotage automatique, qui permettent des augmentations remarquables de la capacité de transport et de la régularité. En même temps qu'interviennent massivement dans ce secteur l'électronique, l'automatique et l'informatique, la notion de systèmes ferroviaires s'impose, avec corrélativement un approfondissement des objectifs de qualité de service, de confort et de satisfaction du passager. Les promoteurs de "systèmes nouveaux", par des approches différentes, œuvrent vers les mêmes objectifs.

La prise de conscience de la place que tiennent les transports guidés dans l'économie et la vie sociale a été accélérée par les phénomènes de la concentration urbaine et de l'augmentation du coût de l'énergie : car, à la condition d'être bien organisé et utilisé, ce type de transport est économe en énergie et apporte une contribution notable à la qualité de la vie urbaine. Depuis une quinzaine d'années, la France a été parmi les premiers pays à procéder à la rénovation des chemins de fer et métro existants et au développement de nouvelles liaisons : RER parisien, métros de Lyon et Marseille, et bientôt trains à grande vitesse Paris-Lyon et métro automatique léger, type Val, à Lille. L'industrie ferroviaire française, sollicitée par ces besoins, a ainsi pu atteindre le meilleur niveau international et développer considérablement ses exportations.

2. Une avance menacée

Mais les autres grands pays industriels se sont éveillés à leur tour à ces problèmes et certains y consacrent d'ores et déjà des efforts beaucoup plus importants que les nôtres, grâce à des structures industrielles plus puissantes, disposant à la fois de marges et d'aides gouvernementales substantielles pour financer recherche et développement, aussi bien pour le perfectionnement des solutions ferroviaires classiques que pour le développement de systèmes nouveaux. Face à cette concurrence devenue très vive, notre avance est menacée, et pourtant il paraît indispensable de maintenir notre compétence pour répondre à d'importants besoins internes et externes.

Besoins internes : à court et moyen termes, il faut parfaire le fonctionnement des systèmes ferroviaires complexes mis en œuvre récemment ou dont la mise au point est très avancée, améliorer leur qualité de service, réduire leur coût et leur consommation d'énergie ; à plus long terme, grâce à des systèmes classiques ou "nouveaux", on pourra promouvoir des solutions originales aux multiples problèmes d'organisation des déplacements, notamment dans les grandes villes, pour qu'elles soient mieux aménagées et qu'on y vive mieux.

Besoins externes : les besoins mondiaux en transports guidés sont immenses, que ce soit les liaisons interrégionales ou pour les transports urbains et suburbains des énormes métropoles qui croissent dans les pays en voie de développement ou pour celles qui cherchent de meilleures solutions d'aménagement et de transport dans les pays développés, et notamment aux Etats-Unis. L'urgence de ces besoins est accrue du fait du coût croissant de l'énergie. Or, le créneau des transports guidés est un de ceux où nous avons la possibilité d'exporter nos technologies, pourvu que nous conservions notre avance.

Ceci ne se fera pas sans difficultés ; notre industrie ferroviaire dispose de moyens de conception et de recherche valables, mais trop faibles et dispersés : les transporteurs, principalement les deux entreprises nationales (SNCF et RATP), ont eu un rôle capital dans les progrès récents, mais leurs efforts, limités par leurs impératifs de gestion, sont orientés en priorité vers le court et le moyen termes. L'Etat enfin, dans son rôle de promoteur de recherches à plus long terme, a une action fort modeste si on la compare à celle des gouvernements américain, allemand et japonais ; enfin, les stratégies de recherche de ces divers partenaires sont insuffisamment concertées et l'interpénétration des secteurs amont et aval de la recherche laisse fort à désirer. Si les actions actuellement entreprises pour combattre ces faiblesses structurelles aboutissent à temps, de nouveaux et substantiels progrès peuvent être accomplis dans notre pays en matière de transports ferroviaires . . . . .

H. Véhicules automobiles

Sauf crise majeure de l'économie mondiale, l'automobile continuera à exister pendant des décennies et à tenir un rôle de premier plan dans la vie sociale, même si le renchérissement prévisible de l'énergie en modifie les conditions d'utilisation. Si elle peut apparaître aujourd'hui comme un engin "stabilisé", en raison de la durée de développement des prototypes, l'automobile continue d'être l'objet d'une évolution technologique profonde. Cette évolution est axée sur trois objectifs principaux : la réduction de la consommation, la réduction

des nuisances et l'augmentation de la sécurité ; elle est, de plus, marquée par l'introduction de l'électronique et par la perspective d'aides à l'information et au guidage des conducteurs.

1. Une évolution technologique continue

La réduction de la consommation se fera grâce à l'installation de systèmes ou la mise au point de moteurs permettant d'agir au niveau de la préparation du mélange air-carburant (carburation, charge stratifiée, suralimentation) ; l'amélioration du rendement des accessoires, comme la mise en place de contrôles et de régulateurs électroniques, et la modification des caractéristiques du véhicule (masse aérodynamique, régimes, couples ou puissance du moteur, transmission) doivent contribuer à la réalisation de cet objectif.

Ce gain de consommation s'accompagnera nécessairement d'**une réduction des nuisances ;** des actions spécifiques sont poursuivies pour dépolluer les émissions, connaître les sources de bruit et en réduire les niveaux sonores.

La fabrication des futurs véhicules automobiles ne saurait se concevoir sans la prise en considération des critères de sécurité.

Dans un proche avenir, la protection sera accrue, en s'appuyant à la fois sur le système de retenue et sur la conception de la structure de l'avant du véhicule. L'utilisation d'aciers alliés ou de matériaux composites devrait d'ailleurs permettre d'accroître la résistance des structures tout en diminuant leur masse. Jusqu'à présent, l'homologation des automobiles en matière de sécurité offerte en cas d'accident en choc frontal s'effectue uniquement selon des critères dimensionnels ou des critères de résistance. Dans un proche avenir, grâce au progrès de la biomécanique, on envisagera l'utilisation d'un essai de synthèse destiné à vérifier, de façon globale au cours d'un essai grandeur nature, la sécurité offerte et ce, en fonction des blessures relevées sur des mannequins.

La conception des organes et des structures subira une évolution importante, grâce aux apports de **la science et de la technologie des matériaux.** L'industrie des pneumatiques, très active dans notre pays, est tout particulièrement appelée à tirer profit des progrès de cette science. Mais c'est surtout l'**électronique** qui devrait révolutionner la conception de l'automobile au cours de la prochaine décennie.

Pour les prochaines générations de véhicules, son apport touchera surtout l'allumage, la carburation et l'injection, ainsi que la présentation des tableaux de bord. On assiste depuis deux ou trois ans, à la suite de l'apparition des microprocesseurs sur le marché, à une accélération de l'activité dans ce domaine. A terme, l'apparition du multiplexage des circuits électriques modifiera beaucoup la conception de ces circuits et conduira, sans doute, à repenser la disposition des différents organes du véhicule. La question se posera également de choisir entre des conceptions avec minicalculateur central, régissant plusieurs fonctions, et des conceptions plus décentralisées, où un microprocesseur est affecté à chacune des fonctions.

Dans le domaine de **l'information et du guidage des conducteurs,** des systèmes nouveaux ont été imaginés ces dernières années et ont fait — ou font — l'objet d'expérimentations dans différents pays. Les systèmes d'aide à la conduite — radar, système de guidage, aides au respect de la réglementation — qui modifieront notablement les tâches de conduite, pourraient faire leur apparition dans le domaine public dans une dizaine d'années.

L'industrie automobile fabrique non seulement des voitures particulières, mais également des **véhicules industriels** parmi lesquels **l'autobus** (ou sa variante électrique : le trolleybus) reste le principal support des transports collectifs urbains. Des progrès notables concernant l'autobus sont attendus en matière de motorisation et de consommation, de boîtes de vitesse et de souplesse de conduite, de conception générale et d'adaptation aux attentes du public.

2. Un grand avenir pour l'industrie

On ne peut pas parler de l'évolution de la technique automobile sans évoquer l'industrie qui la met en œuvre et qui se trouve depuis longtemps à l'avant-garde des **méthodes de fabrication** de grande série.

On peut aussi prévoir pour les années à venir, une automatisation plus poussée sur l'ensemble des éléments de la filière de production automobile, du fait de l'évolution de la conception des véhicules. Et l'industrie automobile est, au total, une de celles où les applications de **la robotique** risquent d'être les plus spectaculaires.

L'automobile, produit industriel très performant, le deviendra de plus en plus. Un grand nombre de disciplines scientifiques (mécanique et science des matériaux, thermo-dynamique appliquée aux moteurs, chimie des polluants, acoustique, biomécanique et ergonométrie, électronique, automatique et robotique) participent activement à cette évolution et ajoutent les apports de leurs recherches fondamentales aux perfectionnements mis au point par le secteur industriel . . . . .

K. Les perspectives de la recherche

La transformation progressive de l'habitat et des grands équipements et l'évolution spectaculaire du monde des transports, qui ont pu être observées durant les deux premiers tiers du XXè siècle, résultent largement des progrès des sciences et des techniques, de la même manière qu'en dépendent l'évolution actuelle des télécommunications et les transformations à venir d'ici à la fin du siècle.

Un panorama rapide montre bien, à travers la diversité des organisations et des branches industrielles, celle des recherches qui les concernent. Cela rend d'autant plus difficile tout diagnostic global des forces et des faiblesses de la recherche dans ce vaste secteur. Tout au plus, peut-on juger de ses réussites au travers des performances industrielles qui sont les siennes : les places acquises dans le concert mondial, aussi bien en ce qui concerne l'automobile, l'aéronautique, l'industrie ferroviaire que le bâtiment et les grands travaux et, plus récemment, les télécommunications,

sont la preuve de sa vitalité et de sa fécondité.

1. Technologies et sciences sociales

Les mutations qui se préparent, les défis liés notamment à la contrainte énergétique et au durcissement de la compétition économique, exigent un renforcement de l'effort de recherche à deux niveaux complémentaires :
— celui de la technologie, et les dix prochaines années devraient être marquées par des apports déterminants de la mécanique (consommation et puissance des groupes propulseurs), de la science des matériaux (résistance, alliages et polymères nouveaux, matériaux composites, etc), de l'électronique, de l'informatique et de la robotique (télécommunications, production et exploitation des moyens et systèmes de transport), etc. ;
— celui des sciences sociales, fondamental pour une meilleure compréhension de l'évolution des modes de vie et des attentes du public, déterminant aussi dans l'orientation des recherches technologiques et dans la réflexion sur les conditions de leurs applications.

L'harmonisation et l'équilibrage des efforts de recherche répondent à des impératifs différents selon les domaines. Dans celui de l'amélioration du cadre de vie, identifier les objectifs est œuvre politique autant que scientifique : on peut seulement souhaiter que l'orientation des chercheurs et l'intuition des responsables convergent pour une large part l'une vers l'autre, ainsi qu'avec les grands axes de la demande de la collectivité. D'autre part, si les liens qui unissent la recherche dans le domaine de l'aménagement et des transports aux disciplines "amont" existent, ils ont atteint des degrés de développement très différents selon les secteurs concernés, et dans beaucoup d'entre eux ils sont minces et fragiles.

2. Des échanges multiples

On ne saurait trop encourager, dans ce monde relativement cloisonné, les tentatives visant à accroître les échanges entre les secteurs "amont" et "aval" : on peut en attendre l'apparition, à terme, des synergies dans lesquelles plusieurs disciplines scientifiques entraîneront par leur combinaison de nouveaux progrès significatifs, soit des techniques, soit de leur adaptation au contexte social. La recherche technique ou socio-économique devrait elle-même faire l'effort d'inter-disciplinarité qu'exige la complexité du monde actuel. Et l'approche "systématique", déjà ébauchée en matière de télécommunications, ainsi que dans certains secteurs du transport, est à développer, notamment dans l'étude des problèmes d'énergie.

Comment, pratiquement, favoriser de tels échanges ? Soit par l'enrichissement des équipes de recherche existantes par un recrutement faisant appel à des disciplines non représentées, soit par le rapprochement géographique d'unités de recherche ayant des objectifs différents mais complémentaires, pour favoriser le travail multi-disciplinaire, soit enfin, et ces trois moyens devraient être cumulés, par le développement de colloques ou de séminaires, non pas réservés à une spécialité étroite, mais permettant la confrontation de plusieurs disciplines et des secteurs "amont" et "aval".

Les organismes publics et parapublics de recherche existants dans ce secteur, qui ont acquis des niveaux très divers d'importance et de notoriété, ont à cet égard un rôle primordial à jouer : la médiation entre différents partenaires et la redistribution des connaissances entre l'amont et l'aval, aussi bien qu'entre disciplines et techniques voisines, devrait être, plus encore que par le passé, leurs tâches prioritaires.

INFORMATION SUR : LA BANQUE DES CONNAISSANCES ET DES TECHNIQUES

par Claude Hennebert,
Ingénieur chef de division,
Secrétaire de la Commission de la recherche

Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) est le premier organisme de recherche fondamentale en France : par sa taille (1 100 laboratoires, 22 800 personnes dont 8 700 chercheurs), par son budget (3,8 milliards de francs en 1980), mais aussi par l'étendue de ses compétences qui recouvrent tous les domaines scientifiques.

Cependant, ce potentiel est souvent mal utilisé et l'on reproche fréquemment au CNRS d'être trop refermé sur le monde scientifique et d'ignorer le monde économique et industriel. Mais ne peut-on reprocher également à ce dernier, en sens inverse, d'ignorer, volontairement ou non, le monde scientifique et le CNRS en particulier ?

Conscients de ces problèmes, les responsables du CNRS ont suscité la création d'instances destinées à favoriser les liaisons avec l'industrie :
— Direction des relations extérieures ;
— Comité des relations industrielles (CRIN) ;
— Clubs de travail recherche-industrie.

Mais ceci ne résoud pas complètement le problème de l'utilisation des compétences et des résultats du CNRS par l'industrie.

Deux dispositions complémentaires ont donc été mises en œuvre :
— un accord entre le CNRS et l'ANVAR (Agence nationale pour la valorisation de la recherche) : cette dernière dépose et gère les brevets pour le CNRS et prend des dispositions pour qu'ils soient exploités par l'industrie ;
— la création de la "Banque des connaissances et des techniques", objet du présent article, qui a pour objectif principal de favoriser le recours de l'industrie aux compétences du CNRS.

La vocation de la Banque des connaissances et des techniques (BCT)

Créée conjointement par le CNRS et l'ANVAR, la BCT a pour vocation de servir de trait d'union entre l'industrie et le CNRS. Elle se présente sous la forme d'un "SVP scientifique" dont l'action principale est la mise en présence de l'ingénieur avec le chercheur compétent susceptible de répondre à son attente. De plus, la BCT joue, dans ce processus, le rôle de traducteur du problème, globalement posé en termes techniques par l'industriel, en termes de disciplines scientifiques.

Ceci répond aux deux handicaps auxquels est confronté un ingénieur face au CNRS : la méconnaissance de cet organisme complexe et diffus et la différence des langages techniques et scientifiques.

Fonctionnement de la BCT

La BCT est formée d'une petite équipe d'ingénieurs et de scientifiques (cinq personnes) connaissant bien le CNRS, ses structures, le savoir disponible et le potentiel des laboratoires.

Cette équipe reçoit les demandes formulées par écrit ou par téléphone. Dans le premier cas, un contact téléphonique avec le demandeur est recherché pour éviter toute mauvaise interprétation.

La BCT détermine alors quels sont les laboratoires ou les chercheurs compétents et se met en rapport avec eux pour leur soumettre la question posée.

Dans les dix à quinze jours suivant le dépôt de la question, la BCT fournit sa réponse au demandeur. Le plus souvent, cette réponse est la référence d'un laboratoire ou d'un chercheur du CNRS qui est intéressé et qui s'estime compétent pour répondre au problème posé.

A noter que les services de la BCT sont absolument gratuits.

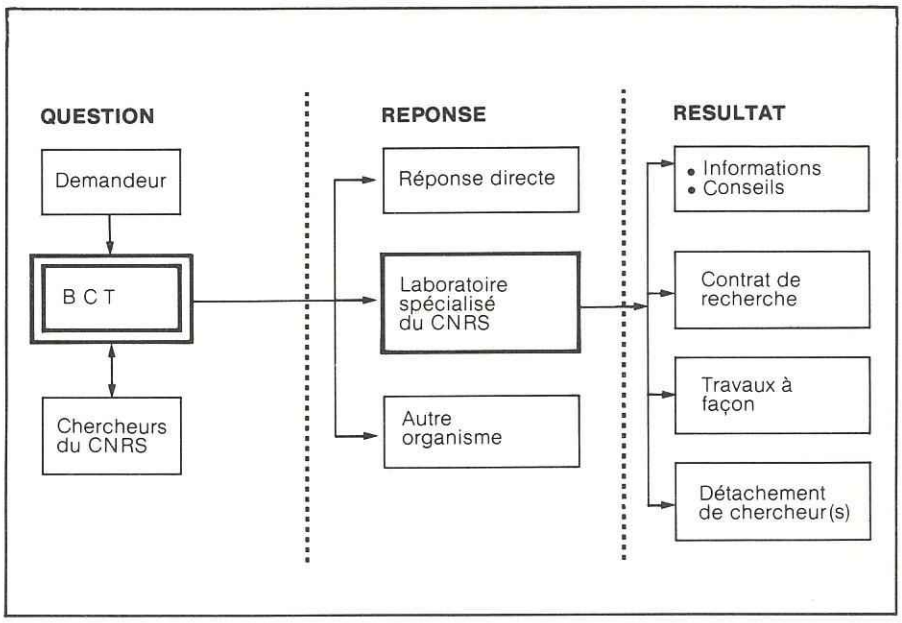
Les réponses et les résultats que l'on peut attendre d'une consultation de la BCT

La réponse fournie par la BCT peut se présenter sous trois formes :
— réponse directe à la question posée ;
— références d'un laboratoire ou d'un chercheur du CNRS ;
— références d'un autre organisme si le CNRS n'est pas compétent (cas d'une question relevant plus du développement technique que de la recherche).

Dans le cas le plus fréquent de fourniture des références d'un laboratoire du CNRS, le demandeur se met en rapport avec son responsable.

Cette consultation peut alors déboucher de plusieurs manières :
— obtention d'informations ou de conseils ;
— conclusion d'un contrat de recherche ;
— conclusion d'un contrat pour travaux à façon ;
— détachement de chercheur (s) chez le demandeur.

Cette dernière possibilité, peu connue car récente, ne doit pas être négligée : dans le cadre du nouveau statut (janvier 1980) des chercheurs du CNRS, ceux-ci ont la possibilité d'être mis à la disposition d'organismes industriels publics ou privés pour une durée d'un an (rémunération par le CNRS) à trois ans (rémunération par l'organisme d'accueil).



Qui, quoi, quand, comment ?

Qui ?

Toute personne peut contacter, sans engagement la BCT. Si la consultation aboutit à un projet de contrat ou de détachement, les procédures hiérarchiques et administratives habituelles doivent bien évidemment être respectées.

Quoi ?

Les questions posées à la BCT doivent être à caractère scientifique ou fondamental, c'est-à-dire correspondre au domaine d'action du CNRS.

Quand ?

Il ne faut pas hésiter à consulter la BCT mais sans précipitation : il est bon qu'une analyse préalable permette de poser une question claire et précise qui suscite une réponse également claire et précise.

Comment ?

La Banque des connaissances et des techniques est installée dans les locaux de l'ANVAR :

B C T
ANVAR - CNRS
43, rue Caumartin
75436 - PARIS CEDEX 09
Téléphone : 266.93.10

773AMJ75

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Séance du 1er septembre 1980

Activités de la Société Franco-Belge

Le Conseil d'administration s'est réuni en séance exceptionnelle en raison de la situation créée par la reprise des activités de la Société Franco-Belge de matériel de chemins de fer, à laquelle la RATP est liée par deux importants contrats, le premier concernant la fourniture de 187 trains MF 77 et le second, passé conjointement par la RATP et la SNCF, portant sur la fourniture de 152 éléments de matériel interconnexion MI 79.

A la suite du dépôt de bilan de la Société Franco-Belge le 7 juillet dernier, les différentes parties en présence — Etat, entreprises publiques, industriels, administrateurs judiciaires de la Société Franco-Belge — ont examiné les conditions de la reprise des activités de ce constructeur par une nouvelle société dénommée "Société ferroviaire du Valenciennois" ou en abrégé SOFERVAL, dont les actionnaires sont les principaux constructeurs de matériel ferroviaire.

S'agissant du matériel MF 77, dont 107 trains avaient été livrés à la fin du mois d'août 1980, le nouveau calendrier de livraison, résultant des dispositions envisagées, est établi sur la base de cinq trains par mois.

En ce qui concerne le matériel interconnexion MI 79, pour lequel sept éléments (dont deux prototypes) ont été livrés, le prix de base sera révisé et la livraison s'effectuera à une cadence de l'ordre de trois éléments par mois.

RATP - Carrier

Séance du 26 septembre 1980

Evolution du réseau d'autobus

Les administrateurs ont entendu une communication relative à l'évolution du réseau d'autobus au cours des cinq dernières années. En ce qui concerne la contexture du réseau, l'évolution a résulté essentiellement :
— des aménagements apportés lors des extensions du métro et du RER ; ils se sont traduits par une réduction de 2,5% des kilomètres-voitures ;
— des restructurations destinées à améliorer le service offert et qui ont conduit à une augmentation du nombre de kilomètres-voitures de l'ordre de 2%, soit environ le quart du programme prévu.

Quant aux conditions de circulation des autobus, elles n'ont guère subi d'amélioration depuis dix ans, ceci malgré l'accroissement, moins rapide que prévu cependant, du kilométrage des couloirs réservés. La raison en est que ces couloirs sont très mal respectés et la RATP insiste pour obtenir de la Police une action plus rigoureuse. Par ailleurs, la création de sites propres pour autobus devrait conduire à des améliorations sensibles pour les lignes concernées (voir ci-après le projet relatif à la ligne PC).

Entre 1975 et 1980, le service offert a été augmenté de 8% en banlieue et de 27% à Paris grâce, dans ce dernier cas, aux effets conjugués d'un accroissement du nombre des kilomètres-voitures et surtout du remplacement des autobus de petit gabarit (45 places) par des autobus standard (70 ou 78 places).

Le trafic a augmenté, dans le même temps, de 76% dans Paris et de 24% en banlieue. Depuis peu, on constate un tassement, voire une légère diminution, des trafics.

Projets

Le Conseil a adopté un avant-projet de travaux concernant la troisième étape "Villejuif II - Villejuif III" du prolongement vers le sud de la ligne 7 du métro ; la construction de cette interstation permettra, lorsque son financement aura été décidé par les pouvoirs publics,

d'achever le prolongement de la ligne 7 à Villejuif dont il faut rappeler que la première étape — entre Maison Blanche et Kremlin-Bicêtre — est en cours de réalisation et sera mise en service à la fin de 1982 tandis que la seconde étape — entre Kremlin-Bicêtre et Villejuif II — doit être engagée en 1981.

Marchés

Le Conseil a ensuite approuvé divers projets de marchés concernant :
— l'exécution de travaux de maçonnerie nécessités par la rénovation de certaines stations du métro ;
— la surveillance et l'entretien des escaliers mécaniques compacts situés dans l'enceinte du réseau ferré ; la meilleure fiabilité de ces escaliers compacts par rapport à celle des escaliers mécaniques classiques a permis de définir, pour ce type d'appareil, une politique d'entretien plus économique.

Budget d'exploitation

Acte a été pris des modifications apportées à la révision du budget d'exploitation de l'exercice 1980 à la suite de la décision prise par les ministères de tutelle de fixer, à compter du 1er juillet 1980, le module d'application à 1,75 franc pour les billets et 1,70 franc pour les cartes.

Exploitation

Enfin, en ce qui concerne l'exploitation du réseau d'autobus, le Conseil a recommandé l'adoption par les pouvoirs publics des propositions d'aménagements à court terme, pour l'amélioration du fonctionnement de la ligne PC, de 17 couloirs d'accès protégés à certains carrefours et d'un site protégé continu, d'une longueur de 1,8 km, entre la Porte Brancion et la Porte d'Orléans.

Il a également été décidé de procéder à certains aménagements limités concernant, d'une part, le maintien à titre définitif :
— de la fusion des lignes 286 et 186 sous l'indice 186, aux heures creuses du lundi au vendredi,
— de l'exploitation de la ligne 304 les dimanches et jours fériés ;
et, d'autre part, le prolongement à titre d'essai de la ligne 114 jusqu'au quartier des Coquetiers à Villemomble.

Séance du 31 octobre 1980

Activités de la SOFRETU

Le bilan des activités de la Société française d'études et de réalisations de transports urbains (SOFRETU) pour l'exercice 1979 a été présenté aux administrateurs. Filiale de la RATP, la SOFRETU a conquis au cours des dix sept dernières années une position de tout premier plan dans l'ingénierie des transport urbains en intervenant, sur quatre des cinq continents, dans une quarantaine de villes de plus de vingt pays. Le nombre des contrats en cours de réalisation ou de négociation s'élève à 26, dont 12 portent sur des opérations d'ensemble, telles que conception de réseaux de métro, et 14 sur des opérations ponctuelles, telles que restructuration de réseaux d'autobus, aménagement de dépôts et d'ateliers, organisation administrative et financière.

RATP - Ardaillon

Politique d'entretien des escaliers mécaniques

Les administrateurs ont également entendu une communication sur la nouvelle politique d'entretien des escaliers mécaniques qui consiste, d'une part à réduire les coûts de maintenance tout en conservant un niveau de service satisfaisant, d'autre part à uniformiser les coûts entre groupements assurant l'entretien d'équipements semblables tout en tenant compte de la diversité des matériels et de leur situation géographique.

Prolongement de la ligne 5

Le Conseil a ensuite approuvé un avant-projet modificatif du prolongement de la ligne 5 du métro à Bobigny, prévoyant un certain nombre de simplifications et d'aménagements susceptibles de réduire le coût initialement envisagé pour l'opération.

Par ailleurs, le Conseil a délégué à son Président tous pouvoirs à l'effet d'acquérir les parcelles nécessaires à la réalisation de ce prolongement.

Programme d'investissements pour 1981

A la suite des décisions prises par les pouvoirs publics en ce qui concerne le programme d'investissements pour l'année 1981, le Conseil a arrêté ce programme à des montants, taxes incluses, de 2 800 millions de francs en autorisations de programme et de 3 184 millions de francs en crédits de paiements. Les dotations accordées vont permettre, notamment, d'engager trois opérations nouvelles : le prolongement de la ligne 5 au Carrefour des Limites, en direction de Bobigny, celui de la ligne 7 à Villejuif II et la construction d'un nouveau PCC pour la ligne B du RER. Pour financer les dépenses inscrites au programme ainsi que les remboursements d'emprunts, le Conseil a autorisé son Président à contracter, au nom de la Régie, un montant d'emprunts de 1 845,50 millions de francs.

Séance du 28 novembre 1980

Marché d'approvisionnement en gazole

Le Conseil a donné son accord à la passation d'un marché relatif à la fourniture de gazole, destiné aux autobus. La teneur en soufre du gazole du commerce ayant été ramenée de 0,5% à 0,3%, celui-ci a pu, sans inconvénient, être substitué au gazole spécial dit "diesel urbain RATP" utilisé jusqu'alors.

Procédures de présentation des projets

Le Conseil a proposé de porter de 20 millions de francs à 40 millions de francs le seuil figurant à l'article 1.3 du cahier des charges de la RATP et intervenant dans la procédure de présentation des projets de travaux et de fournitures au Syndicat des transports parisiens. Il a relevé de 8 millions de francs à 12 millions de francs le seuil au-delà duquel lui sont soumis ces mêmes projets. Le seuil de présentation des projets concernant les installations ouvertes au public a été corrélativement porté de 3 à 6 millions de francs.

Budget d'exploitation pour 1981

Les administrateurs ont ensuite examiné le projet de budget d'exploitation pour l'exercice 1981 qui, s'inscrivant dans la ligne des grandes orientations du plan d'entreprise, reflète également les contraintes financières imposées par la conjoncture économique générale. Ce budget, tenant compte de l'effort poursuivi depuis une quinzaine d'années pour améliorer les transports en commun dans la région d'Ile-de-France, mais aussi d'une évolution du trafic moins favorable qu'au cours des dernières années, sera marqué par la mise en service des prolongements de la ligne 10 à Pont de Saint-Cloud et de la ligne B à Gare du Nord, ainsi que par la poursuite de la modernisation des matériels roulants et des équipements. Au total, ce projet de budget a été approuvé pour un montant de dépenses de 8 723 millions de francs, égal à celui des recettes, le module tarifaire nécessaire à la réalisation de l'équilibre financier s'établissant à 3,23 francs, à partir du 1er janvier 1981, au lieu de 2,77 francs, soit une augmentation de 16,6%.

Le Conseil a déterminé la subvention de la RATP pour le fonctionnement des œuvres sociales pendant l'année 1981 : son montant, représentant 2,711% des salaires qui seront versés au personnel au cours de l'exercice considéré, est évalué prévisionnellement à 87 360 000 francs ainsi répartis :

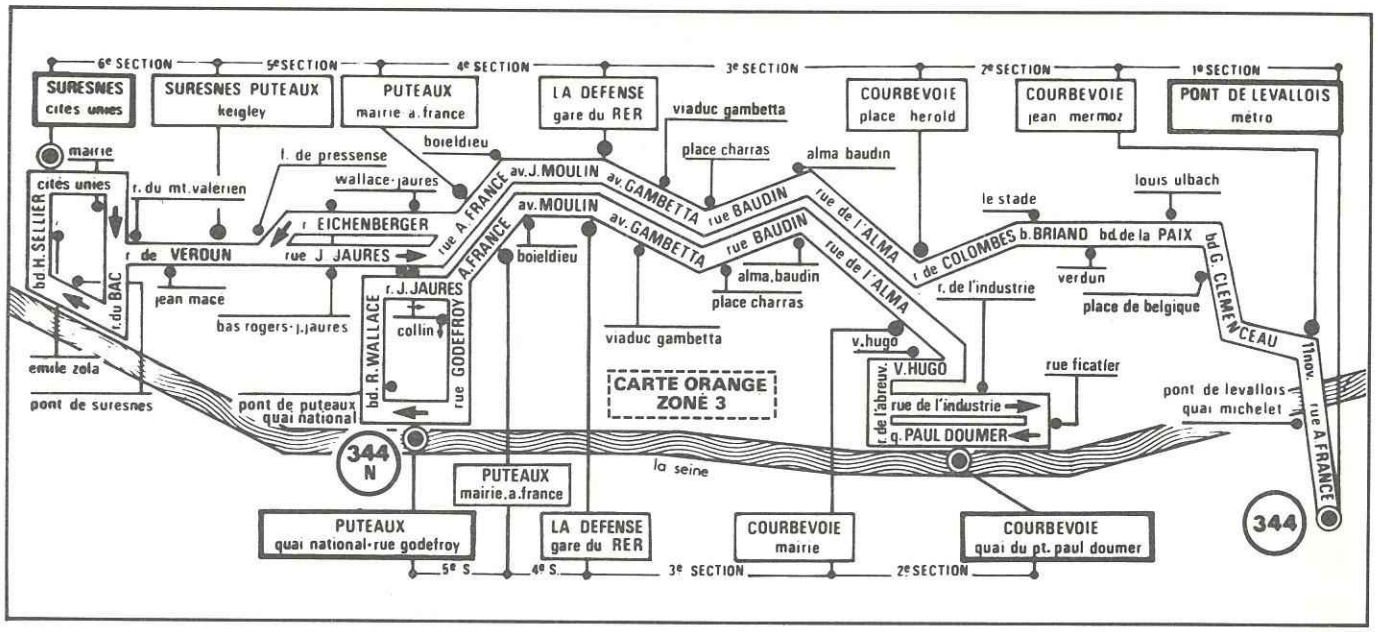
— Comité d'entreprise..... 78 290 280 F ;
— Fondation "Les enfants du métro"..... 8 378 500 F ;
— Travaux d'entretien effectués par la Régie dans ses propriétés mises à la disposition des œuvre sociales..... 691 220 F ;

Puis le Conseil a approuvé les prévisions de recettes et de dépenses de la Caisse de coordination aux assurances sociales et de ses services sanitaires annexes pour l'exercice 1981.

Exploitation

En ce qui concerne le réseau d'autobus, il a décidé de procéder à l'aménagement des périodes d'exploitation de la ligne 198 N, en étendant le service au dimanche matin, en assurant une course supplémentaire à 17 h 30 les lundi, mardi, jeudi et vendredi, et en suspendant l'exploitation de cette ligne les mercredi et samedi après 13 h 30.

EXPLOITATION DU RESEAU D'AUTOBUS



Création de la ligne 344 "Pont de Levallois (Métro) - Suresnes (Cité unies - Henri Sellier)"

Le 1er octobre 1980, par suite de la fusion des lignes 344 et 373, une nouvelle ligne 344 a été créée pour améliorer la desserte de Suresnes et de Puteaux. Cette ligne est exploitée du lundi au samedi et comporte six sections.

Parallèlement à cette opération, une navette portant l'indice 344 N a été créée entre Courbevoie (Quai du Président Paul Doumer) et Puteaux (Quai National - Rue Godefroy). Cette ligne est exploitée aux heures de pointe du lundi au vendredi et comporte quatre sections.

Modification de l'exploitation de la ligne 157 "Pont de Neuilly (Métro) - Nanterre (Dépôt des autobus)"

Le 5 novembre 1980, par suite de la mise en sens unique de la rue Jean Jaurès à Puteaux, depuis la place de Stalingrad vers et jusqu'à la rue Paul Lafargue, l'itinéraire de la ligne 157 a été modifié en direction de Nanterre (Dépôt des autobus). Dans cette direction, les voitures empruntent désormais les rues Arago, Paul Lafargue, de l'Oasis, Marins Jacotot et la place de Stalingrad. La tarification n'a pas été modifiée.

Mise en service de nouveaux couloirs de circulation réservés aux autobus

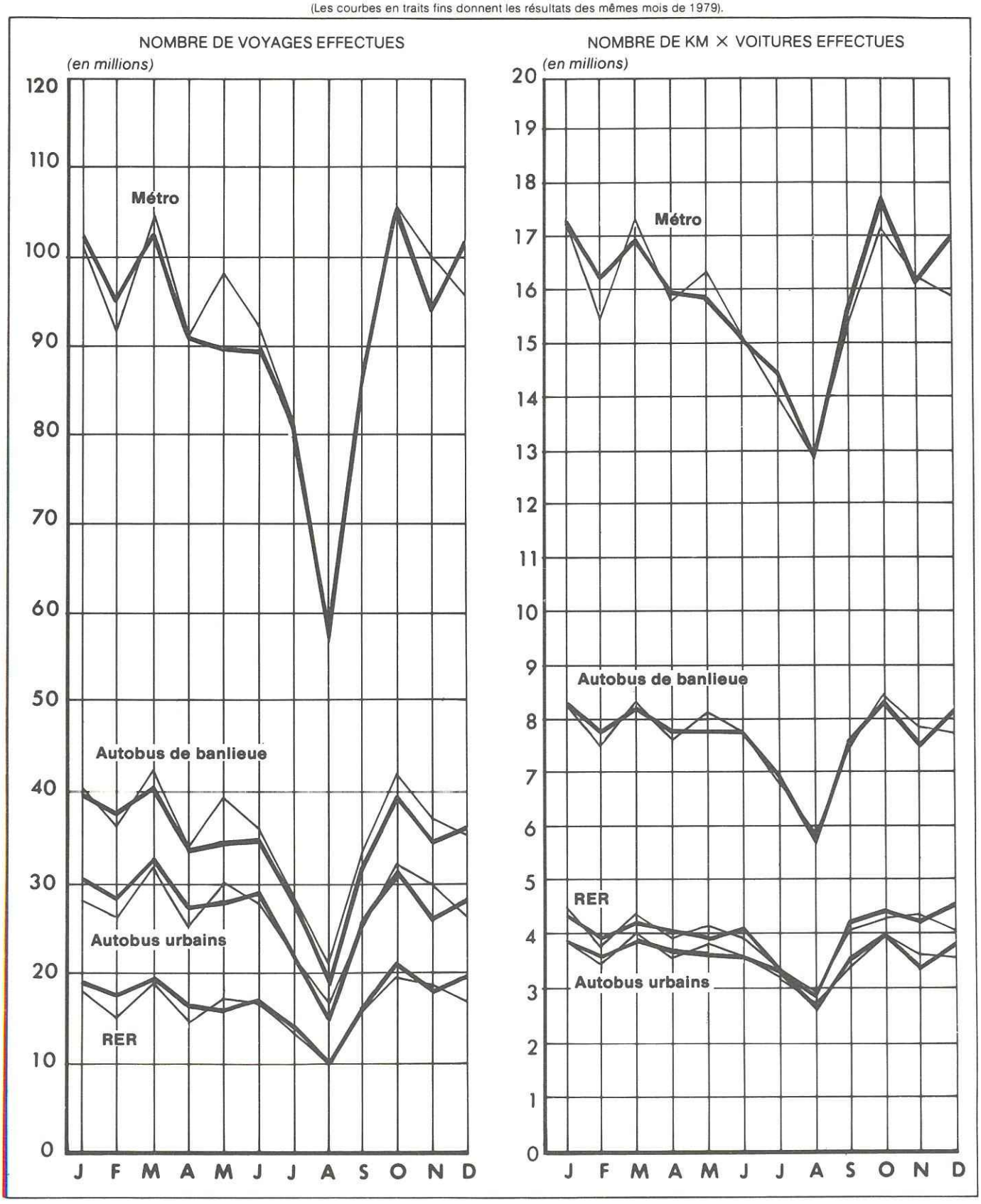
Dans Paris, neuf nouveaux couloirs de circulation ont été réalisés du 11 août au 30 novembre 1980, respectivement rue de Patay, boulevard Masséna, boulevard Gouvion Saint-Cyr, boulevard Berthier, boulevard Ney, rue Ordener et boulevard Barbès. D'une longueur totale de 3 610 mètres, ils intéressent les lignes 27, 31, 56, 60 et PC (intérieure et extérieure).

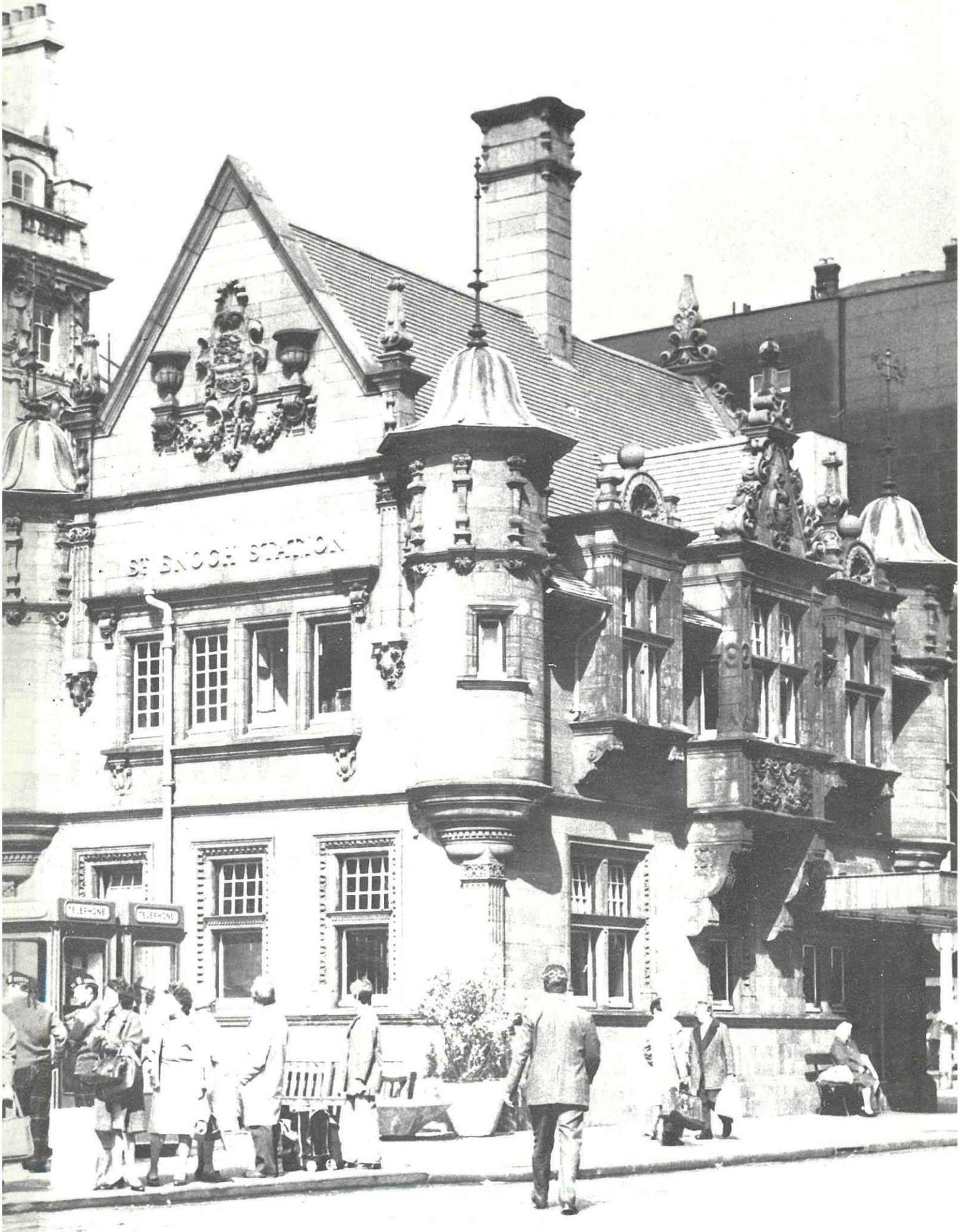
Ces opérations portent ainsi à 232 le nombre de couloirs de circulation réservés aux autobus dans Paris à la date du 30 novembre 1980. Leur longueur totale est de 103,080 km et ils sont empruntés par 55 lignes urbaines sur 265,320 km de leurs itinéraires ainsi que par 23 lignes de banlieue sur 8,430 km de leurs itinéraires.

En ce qui concerne la banlieue, trois nouveaux couloirs de circulation ont été mis en service le 13 septembre 1980, avenue Victor Hugo à Aubervilliers, sur une longueur totale de 1 270 mètres, intéressant la ligne 65. Ce qui porte ainsi à 83 le nombre total des couloirs de circulation réservés aux autobus en banlieue à la date du 30 novembre 1980, totalisant une longueur de 46,470 km. Ils sont utilisés par 72 lignes de banlieue sur 118,600 km de leurs itinéraires et 9 lignes de Paris sur 4,750 km de leurs itinéraires.

TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNEE 1980

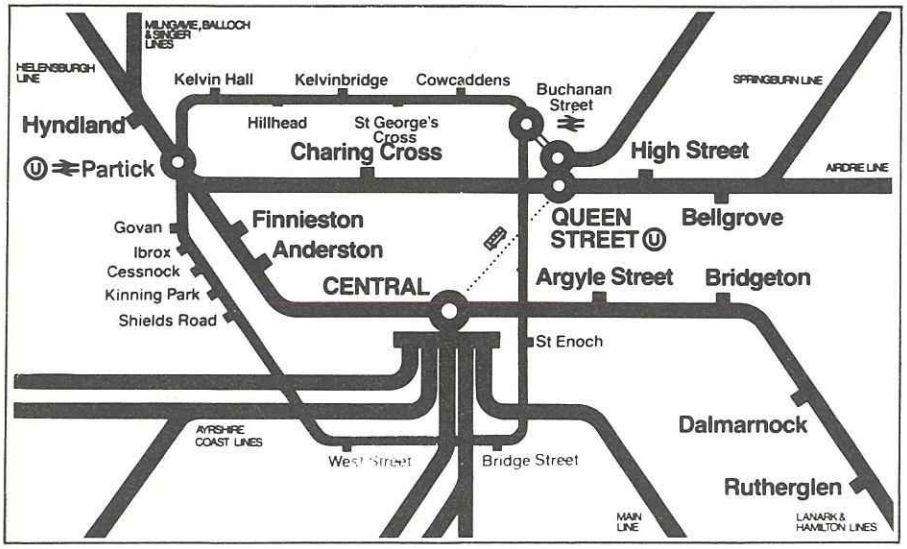
(Les courbes en traits fins donnent les résultats des mêmes mois de 1979).




ST ENOCH STATION
TELEPHONE
TELEPHONE

LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE

RÉOUVERTURE DU MÉTRO DE GLASGOW



Document GGPTE

Schéma du métro de Glasgow et des lignes des Chemins de fer britanniques dans le centre-ville.

Vue intérieure d'une ancienne voiture.

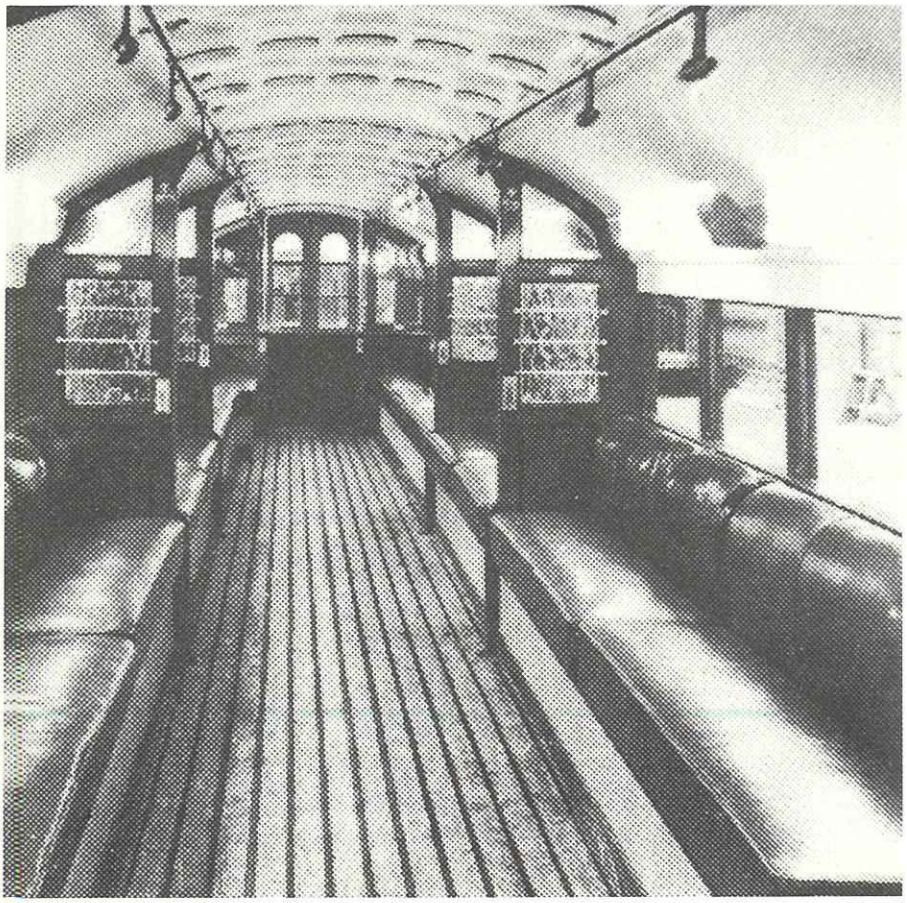


Photo International Railway Journal

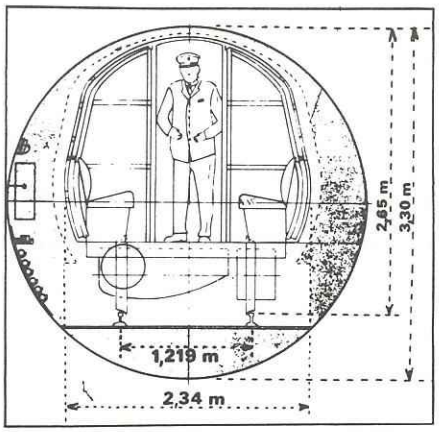
Historique

Le 16 avril 1980 — soit près de trois ans après sa fermeture au public pour permettre sa complète modernisation — le métro de Glasgow a été remis en service.

Ce métro est l'un des plus anciens et des plus petits du monde, puisqu'il a été ouvert à l'exploitation en 1896 sous le nom de "Glasgow District Subway" et qu'il est constitué d'une seule ligne circulaire, entièrement souterraine, de 10,5 km de longueur, qui relie notamment les quartiers résidentiels du nord-ouest et les docks de la rive gauche de la Clyde, dans le centre de la ville.

Cette ligne comprenait deux voies parallèles, à l'écartement de 1,219 m, isolées dans deux tunnels tubulaires de 3,30 m de diamètre, distants seulement de 0,75 m à 2 m et se rejoignant pour former un tunnel unique dans les stations. Les quinze stations, presque toutes identiques, comportaient un quai central sous une arche de 8,40 m d'ouverture. Il n'existait aucun appareil de voie ; dans le dépôt, construit à la verticale de la ligne, une fosse permettait, grâce à un pont roulant, de mettre les voitures sur les voies ou de les en retirer. En conséquence, la fréquence des trains (3 minutes) était la même toute

Coupe du tunnel et du matériel roulant montrant l'étroitesse du gabarit.



Document La Vie du Rail

◀ *Ancien bâtiment, de la station "Saint Enoch" du métro de Glasgow, transformé maintenant en bureau d'informations touristiques du GGPTE*

la journée. Jusqu'en 1935, époque à laquelle fut adoptée la traction électrique, avec alimentation par un troisième rail, les trains étaient équipés d'un système de traction par câbles : deux câbles sans fin, placés au centre de la voie et mûs par deux machines à vapeur situées en surface, tournaient sans arrêt à la vitesse de 20,8 km/h ; 17 000 poulies, dans chaque tunnel, supportaient chacun des câbles. Les trains, composés de deux voitures de 12 m de longueur, avaient leur voiture de tête équipée d'une sorte de pince qui pouvait être serrée — ou desserrée — à partir de la cabine de conduite. L'éclairage des trains était obtenu par le contact de frotteurs montés sur les voitures et de deux tringles de cuivre, alimentées en courant à 230 V, installées le long des parois des tunnels opposées au quai central. Après l'électrification du métro, ces mêmes tringles assuraient le fonctionnement des signaux lumineux, placés aux extrémités des quais, le train jouant le rôle d'un shunt. Converties à la traction électrique, les 43 voitures mises en service en 1896 — et dont 22 avaient été transformées en motrices — étaient encore en service en 1977.

Exception faite de son électrification en 1935, le métro de Glasgow n'avait pratiquement pas été modernisé depuis sa mise en service. Aussi, lors de la réorganisation des transports en commun de l'agglomération de Glasgow, concrétisée par la création en juin 1973 du "Greater Glasgow Passenger Transport Executive" (GGPTE), la rénovation de la ligne fut-elle immédiatement mise à l'ordre du jour.

Le GGPTE est responsable de l'exploitation des transports en commun (métro et autobus) de l'agglomération de Glasgow, peuplée d'environ 25 millions d'habitants sur une superficie de 2 000 km², et est placé sous la tutelle du Comté métropolitain de Strathclyde. Dès sa création, le GGPTE s'était fixé deux objectifs prioritaires : d'une part, la modernisation de la ligne de métro, dont la fermeture définitive avait pourtant été envisagée quelque temps auparavant et, d'autre part, la réouverture de l'Argyle Line, ligne en grande partie souterraine reliant les réseaux de banlieue nord et sud des Chemins de fer britanniques en traversant le centre-ville et dont l'exploitation avait été abandonnée en 1966 pour des raisons d'économies.

En ce qui concerne le métro, le programme de rénovation incluait notamment le réaménagement des quinze stations, avec la construction de quais supplémentaires, une nouvelle pose de voie sur béton, la fabrication de nouvelles voitures dotées d'un système de pilotage automatique, la construction d'un nouvel atelier d'entretien, la mise en place d'un système de péage automatique, l'établissement d'accès de correspondance avec les gares des Chemins de fer britanniques dans deux stations, etc. Bref, tout était à refaire, à l'exception du forage des tunnels.

Pour permettre la réalisation des travaux de modernisation, la ligne de métro fut fermée au public en mai 1977. La réouverture était prévue pour novembre 1979, en même temps que la remise en service de l'Argyle Line. Cette dernière eut effectivement lieu à cette date, mais en raison de certaines difficultés techniques, la réouverture du métro dut être reportée au mois d'avril 1980.

La remise en service du métro et de l'Argyle Line, de même que la création de cartes d'abonnement valables sur tous les réseaux, marque le commencement de l'intégration de tous les réseaux de transports publics du Grand Glasgow, sous l'appellation de "Trans-Clyde". Avec l'Argyle Line et le métro, 80 à 90% des lieux d'emploi et 90 à 95% des magasins, dans le centre de Glasgow, sont à moins de cinq minutes de marche d'une station ou d'une gare.

Le coût de la modernisation du métro, y compris le matériel roulant, s'est élevé à 43 millions de £ (*), dont les trois quarts ont été financés par le Gouvernement britannique.

(*)1 £ = 10,66 FF

Modernisation des installations fixes

L'espace réduit résultant du petit gabarit des tunnels (3,30 m) a posé des problèmes difficiles pour les travaux de rénovation de la voie. Des ordinateurs ont été utilisés pour obtenir un alignement optimal de la voie permettant les dégagements nécessaires dans les conditions d'exploitation les plus difficiles. La pose de voie avec traverses en bois sur ballast a été remplacée par une nouvelle pose de voie où les longs rails soudés, fixés par des attaches Pandrol, reposent sur des semelles en caoutchouc placées sur des dalles de béton préfabriquées. En raison du manque d'espace, le rail de traction à 600 V continu est installé à 307 mm au-dessus du niveau des rails de roulement. Le captage du courant d'éclairage le long des parois des tunnels a été abandonné. Un nouveau système de pompage et de drainage a été mis en place pour empêcher l'inondation éventuelle du tunnel.

Le nouveau système de signalisation est de type classique : il comprend un dispositif de détection des trains utilisant des circuits de voie à 50 Hz, des signaux lumineux à deux couleurs et un dispositif d'établissement des itinéraires pour les mouvements des trains en direction et à partir du dépôt-atelier de Broomloan. Les circuits de commande de la signalisation, qui sont adjacents à la voie, sont alimentés en courant alternatif à 110 V pour éviter les interférences avec le courant de traction. Les dispositifs d'arrêt automatique, qui assurent le freinage de tout train qui tenterait de franchir un signal au rouge, sont installés auprès de chacun des signaux.

Pour la première fois, le métro de Glasgow dispose d'un poste d'aiguillage rendu nécessaire par la création d'un raccordement en plan incliné entre la ligne de métro et le dépôt-atelier de Broomloan, situé en surface près de la station "Govan" et qui a été entièrement reconstruit. Le poste d'aiguillage fait fonction de poste de commande centralisée de l'exploitation et est équipé d'un tableau de contrôle optique, d'écrans de télévision en circuit fermé pour la sur-

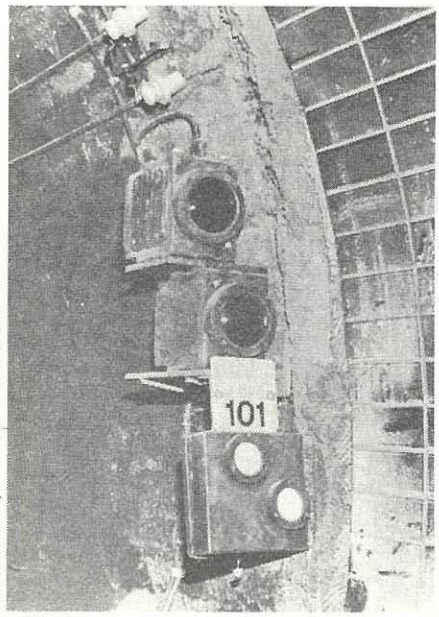


Photo Railway Gazette International

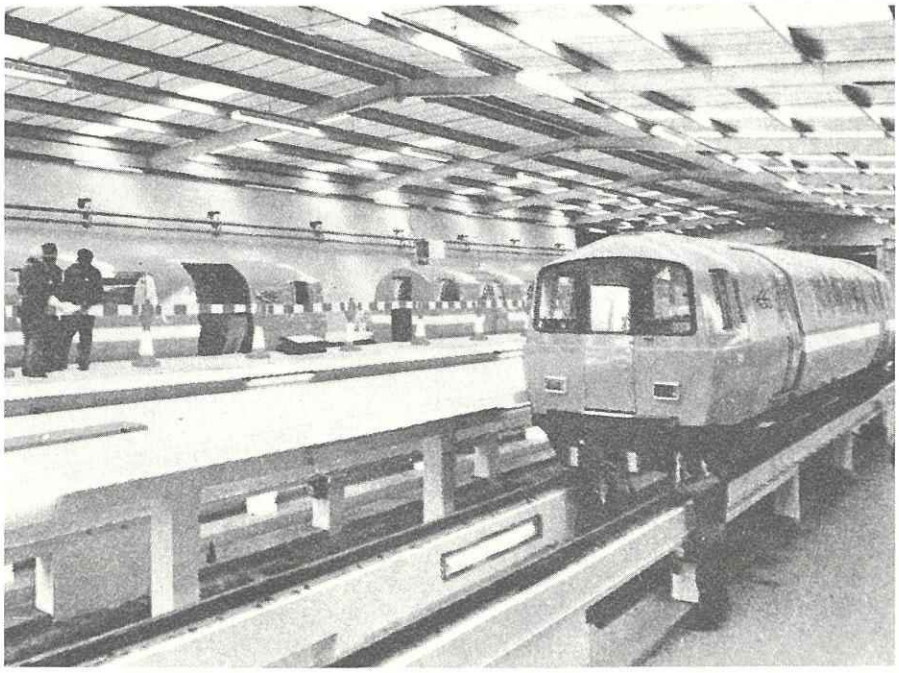


Photo GGPTE

veillance des stations et d'un système d'annonces aux voyageurs.

Pour les télécommunications, outre le réseau téléphonique intérieur, plusieurs types de liaisons sont utilisées : liaisons radio entre les trains et le poste de commande centralisée ; système d'annonces aux voyageurs dans les trains par le conducteur ou par le poste de commande centralisée ; système d'annonces aux voyageurs dans les stations et dispositif de surveillance des quais des stations par télévision.

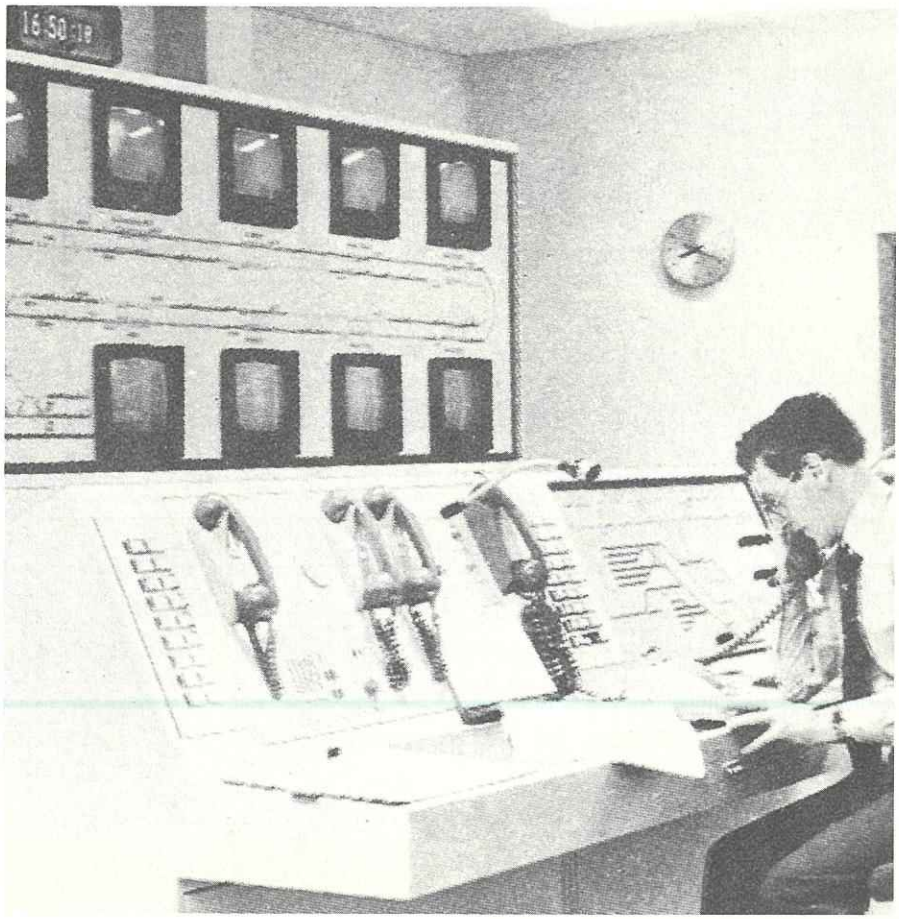


Photo GGPTE

Ci-dessus, à gauche : Signaux lumineux décalés en raison de l'étroitesse du tunnel

Ci-dessus, à droite : Atelier de Broomloan

Ci-contre : Poste de commande centralisée de l'exploitation

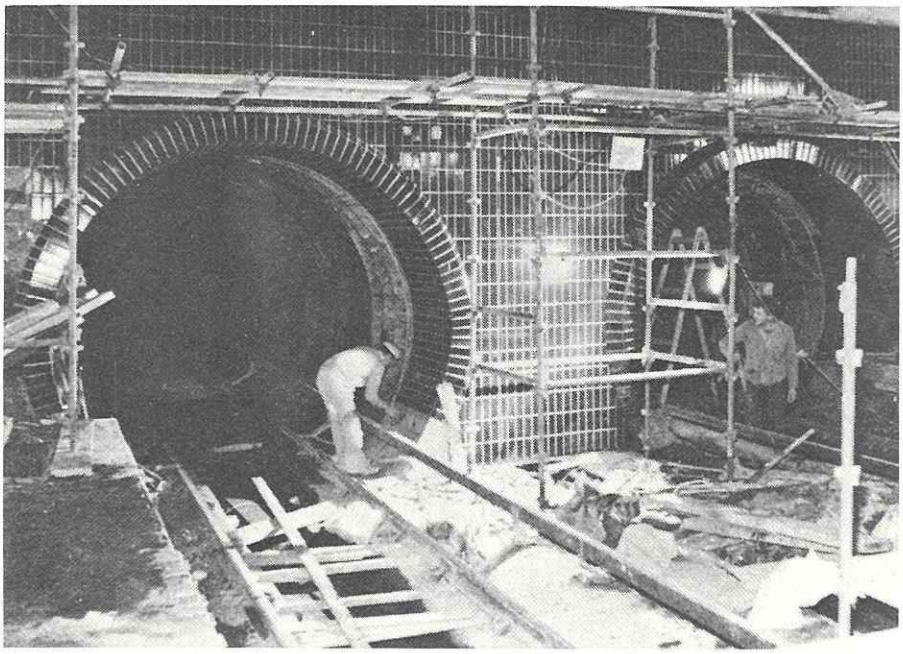


Photo Railway Gazette International

Sur les quinze stations de la ligne, neuf sont encore équipées du seul quai central et les six autres ont été dotées soit d'un quai latéral supplémentaire, soit de deux quais latéraux remplaçant le quai central. Deux stations ("Buchanan Street" et "Saint Enoch") ont été entièrement reconstruites et quatre autres ("Hillhead", "Partick", "Govan" et "Ibrox") ont subi d'importants travaux de réaménagement ; pour les neuf autres stations, on a procédé à leur rénovation architecturale. La longueur des quais de toutes les stations a été portée à 40 m pour permettre la circulation de trains de trois voitures dans une phase ultérieure. Neuf stations à grande profondeur sont équipées au total de 28 escaliers mécaniques et un trottoir roulant relie en souterrain la station "Buchanan Street" à la gare "Queen Street" des Chemins de fer britanniques.

Photo GGPTE

En haut : Station "Govan" : remplacement du quai central par des quais latéraux

Ci-contre : Bâtiment extérieur de la station "Shields Road"

Ci-dessous, à droite : Escaliers mécaniques à la station "Shields Road" (au centre l'escalier fixe ancien)

Ci-dessous, à gauche : Train à la station "Ibrox"

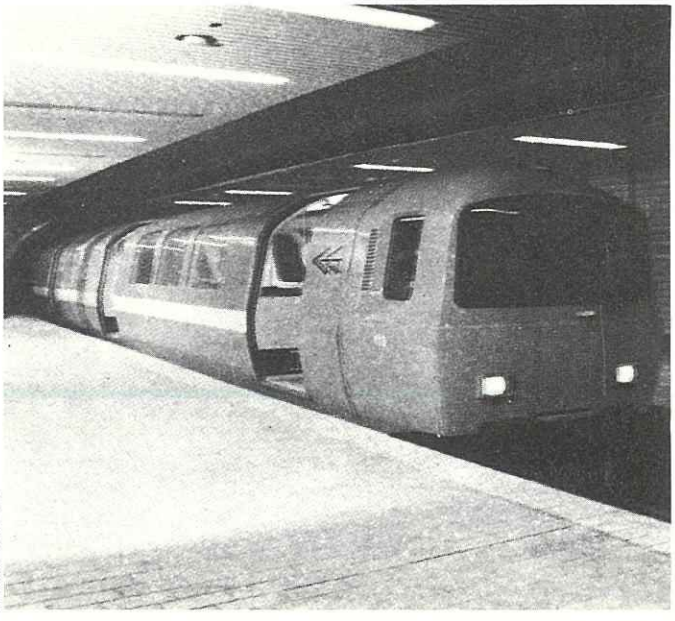


Photo GGPTE

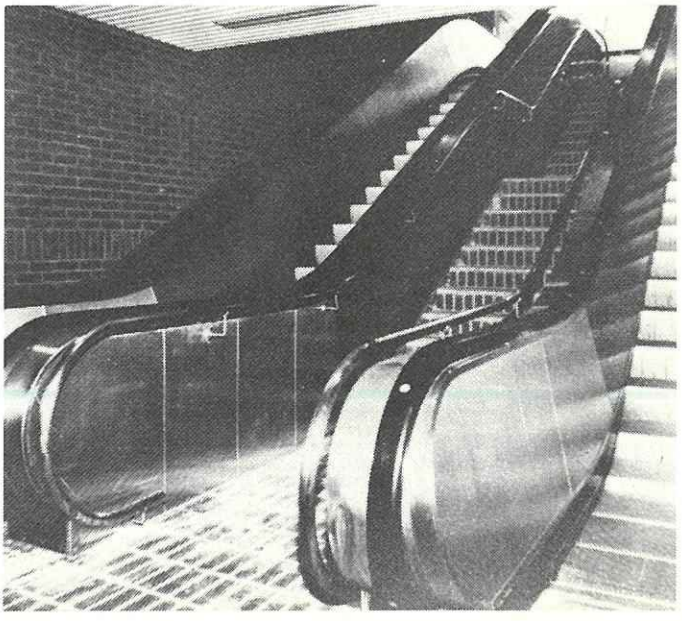


Photo GGPTE

Photo La Vie du Rail

Nouvelle salle des billets souterraine de la station "Saint Enoch"

Photo GGPTE

Postes de péage automatique à la station "Shields Road"

Train en station

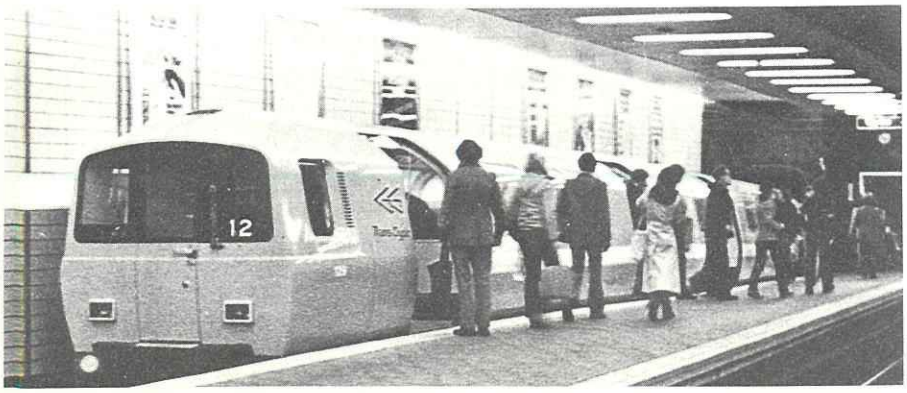


Photo La Vie du Rail

Le contrôle d'admission des voyageurs a été automatisé à l'aide de tourniquets automatiques tripodes à lecteurs magnétiques. Dans la plupart des stations, des distributeurs automatiques — à rendu de monnaie dans les stations à fort trafic — délivrent des tickets à empreinte magnétique ; cependant, les guichets de vente ont été maintenus dans les quinze stations.

Photo GGPTE

Distributeur automatique de billets.

Le nouveau matériel roulant

Le parc de matériel roulant est composé de trente-trois motrices groupées en éléments de deux voitures. La longueur des caisses est de 12,58 m, la largeur de 2,34 m et la hauteur de 2,65 m, c'est-à-dire que les dimensions du nouveau matériel sont très proches de celles du matériel ancien, compte tenu des contraintes résultant du gabarit étroit des tunnels. La structure des caisses est en acier, avec une enveloppe en aluminium peinte en couleur orange. Les voitures sont équipées, sur chaque côté, de deux portes coulissantes à commande électropneumatique de 1,20 m d'ouverture. Le poids à vide d'une voiture est de 20 tonnes. La capacité des voitures

s'élève à 90 voyageurs, dont 36 assis sur des banquettes installées longitudinalement. La suspension est du type "sandwich" élastomère-métal comme pour les bogies du métro londonien.

Chacun des quatre essieux est mû par un moteur de traction suspendu par le nez d'une puissance de 35,5 kW. Le freinage normal est assuré par des freins rhéostatiques et électropneumatiques, le freinage de secours par des freins pneumatiques. Le taux d'accélération maximal est de 1,3 m/s^2 et le taux de freinage d'urgence de 1,8 m/s^2.

La conduite des trains est réalisée en pilotage automatique. Des balises montées sur la voie émettent des signaux radio qui sont captés par une antenne placée au-dessous de l'extrémité arrière du train. Ces signaux sont transformés en instructions aux équipements de traction et de freinage. Des capteurs transmettent des informations sur la vitesse du train au dispositif de contrôle continu de la vitesse (ATC) pour permettre la comparaison des réactions de l'équipement embarqué aux ordres reçus. La précision de l'arrêt des trains en station est de l'ordre de ± 1 m. La seule intervention du conducteur — agent unique à bord du train — consiste à donner l'ordre de départ de la station, en appuyant simultanément sur deux boutons-poussoirs.

Cabine de conduite

Photo GGPTE

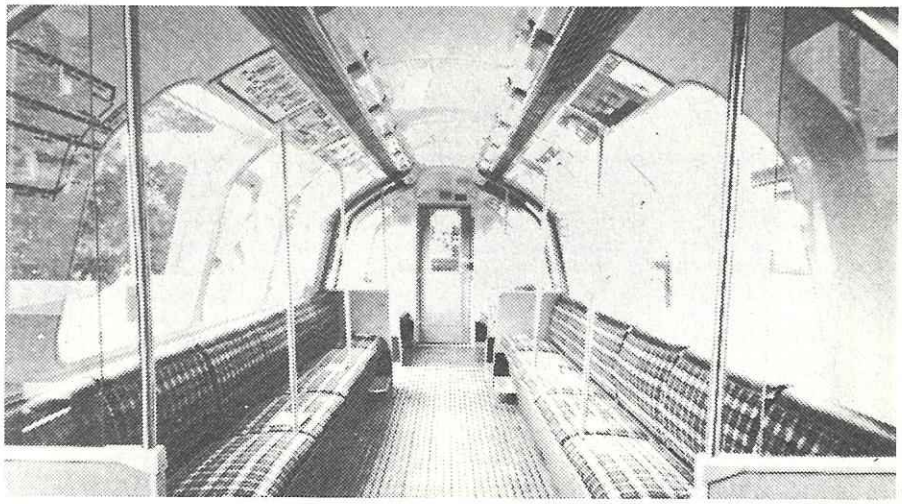


Photo International Railway Journal

Vue intérieure d'une nouvelle voiture

Exploitation

Dans la phase initiale, l'exploitation du métro — en service de 6 h 30 à 19 h 30 du lundi au samedi — est assurée avec un intervalle entre les trains de 6 minutes dans chaque sens. La durée du circuit complet a été ramenée à 22 minutes, au lieu de 28 à 30 minutes avant la modernisation. La vitesse maximale des trains est de 54 km/h. Par la suite, le service sera prolongé jusqu'à 23 h 15 et les trains circuleront à la fréquence de 3 minutes, et même de 2 minutes si l'importance du trafic devait justifier un accroissement du parc de matériel roulant.

Le trafic du métro qui s'élevait à 35 millions de voyageurs par an à la fin des années 40, était tombé à environ 10 millions de voyageurs en 1976, dernière année complète d'exploitation avant la fermeture de la ligne. Le GGPTE espère le voir remonter à 20 millions de voyageurs par an, compte tenu du nouvel apport de clientèle que devraient entraîner, d'une part, l'existence de nouvelles liaisons de correspondance entre le métro et le réseau des Chemins de fer britanniques et, d'autre part, la création de cartes d'abonnement valables sur tous les réseaux de transports publics.

Auparavant, il n'y avait aucune correspondance directe entre les stations du métro et le réseau de banlieue des Chemins de fer britanniques. Actuellement à la station "Partick", installée dans un nouveau bâtiment commun au métro et aux Chemins de fer britanniques, un escalier mécanique relie les deux réseaux ; de même, la station "Buchanan Street" est reliée directement à la gare "Queen Street" par un trottoir roulant souterrain. En outre, neuf stations de métro sont en correspondance avec des lignes d'autobus et des parcs de stationnement sont installés près des deux stations "Shields Road" et "Kelvinbridge".

En matière de tarification, le tarif différentiel autrefois appliqué dans le métro a été remplacé par le tarif unique, le prix du billet étant de 20 pence (soit environ 2,10 francs). Cette simplification de la tarification a été renforcée par la création de différents types de cartes d'abonnement ("Transcards") valables pour un nombre de voyages illimité aussi bien sur les réseaux exploités par le GGPTE (métro et autobus) que sur le réseau ferré régional et les lignes d'autobus suburbaines du "Scottish Bus Group". Ces cartes d'abonnement, dont la durée de validité est d'une ou de quatre semaines, sont valables soit dans l'ensemble de l'agglomération de Glasgow (Glasgow Transcard), soit dans la zone centrale de Glasgow (Inner Transcard), dans laquelle est incluse la ligne de métro.

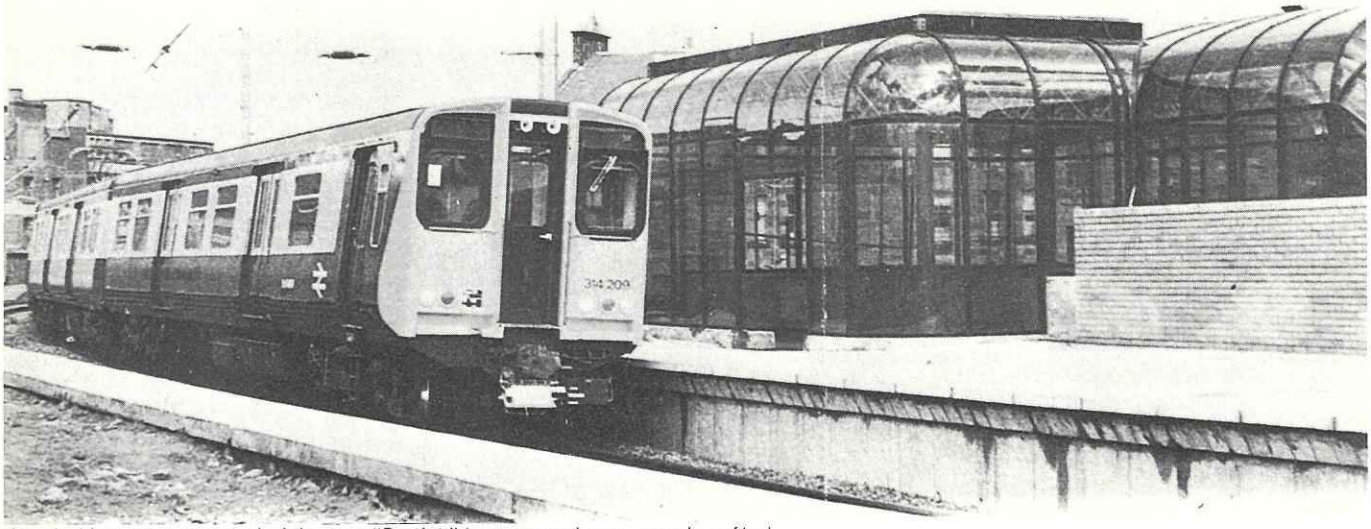


Photo GGPTE

Argyle Line : nouveau train à la gare "Partick" (correspondance avec le métro).

La nouvelle "Argyle Line"

Parallèlement à la remise en service du métro, la réouverture au trafic voyageurs de l'Argyle Line, qui a permis la jonction des lignes de banlieue sud et nord, a contribué à la création d'un véritable réseau ferré régional.

D'une longueur de 7,5 km, dont 5,4 km en souterrain entre Finnieston et Dalmarnock, l'ex-Central Low Level Line a été entièrement reconstruite et électrifiée en 25 kV. Cinq de ses sept gares ont été reconstruites, une nouvelle gare souterraine — "Argyle Street" — a été créée et une autre — "Rutherglen" — située en surface a été déplacée. Une pose de voie sur béton a été adoptée, avec utilisation de longs rails soudés. Les trains, alimentés par caténaire, circulent à l'intervalle de 5 minutes aux heures d'affluence et de 10 minutes aux périodes creuses. Aux extrémités de la ligne, les trains desservent plusieurs branches. Le matériel roulant est constitué en partie de nouveaux trains équipés de commande à thyristors. Le coût total des investissements, y compris pour le matériel roulant, s'est élevé à environ 35 millions de £.

Les Chemins de fer britanniques estiment que le trafic voyageurs devrait augmenter de 20%, pour les mêmes raisons que le métro (correspondances directes avec le métro et création des cartes d'abonnement tous réseaux).

Photo GGPTE

Argyle Line : nouvelle gare souterraine "Argyle Street".

NOUVELLES DE L'ÉTRANGER

Essen

La première voie en site propre pour autobus guidés

La première voie en site propre pour autobus guidés a été ouverte à l'exploitation, à Essen, le 28 septembre 1980. Il s'agit d'une ligne à voie double de 1,3 km de longueur aménagée sur une ancienne emprise de tramway, interrompue en quatre endroits par des rues qui la traversent.

Les rebords de la piste de roulement, distants de 2,60 m et situés à 18 cm au-dessus de la piste, sont constitués de sections en béton préfabriquées de 10 m de longueur, placées sur des traverses également en béton recouvertes de ballast. A l'entrée de la voie en site propre, les rebords de la piste sont en acier. Les trois points d'arrêt de la ligne ont des quais de 32 cm de hauteur.

La ligne est exploitée avec 21 autobus articulés et 3 autobus standard équipés de roues de guidage latérales à l'essieu avant uniquement, en raison de l'existence de courbes de 450 m de rayon seulement.

Les premiers résultats de l'exploitation se sont révélés tout à fait positifs, les machinistes s'étant habitués très rapidement à atteindre la vitesse maximale de 65 km/h sans toucher au volant.

(*Der Stadtverkehr*, octobre 1980)

Photo Der Stadtverkehr

Essen : autobus articulé à guidage latéral sur voie en site propre

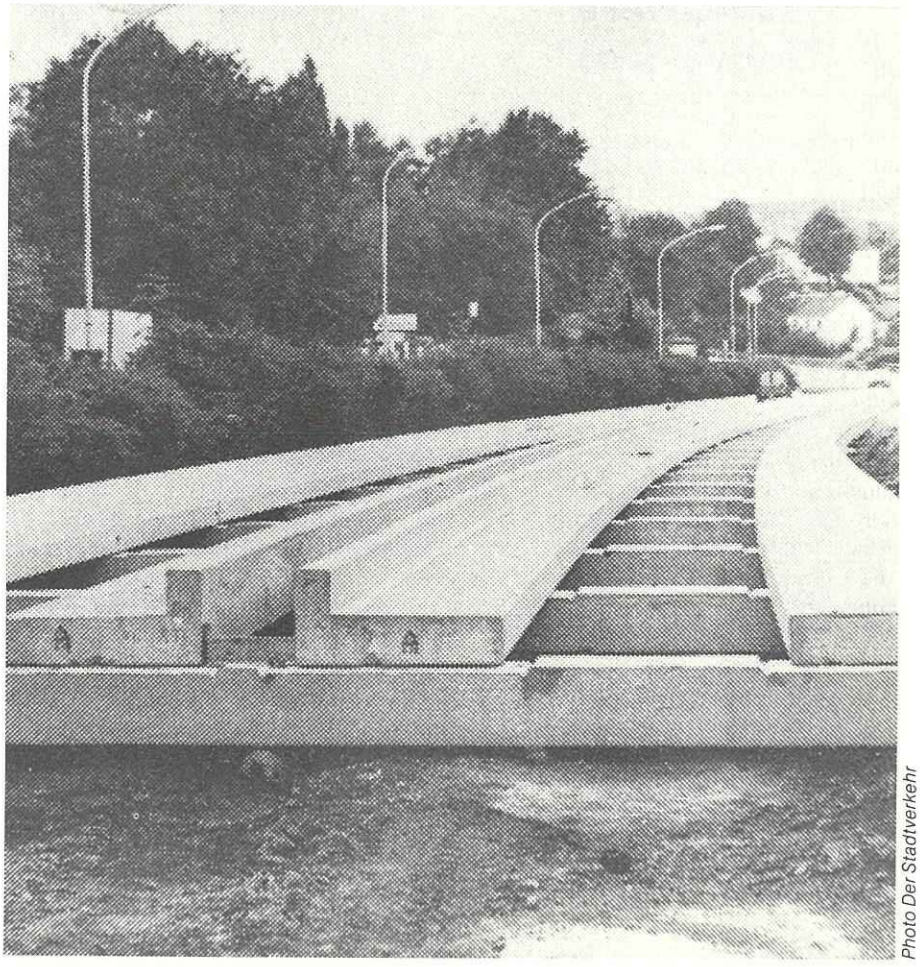
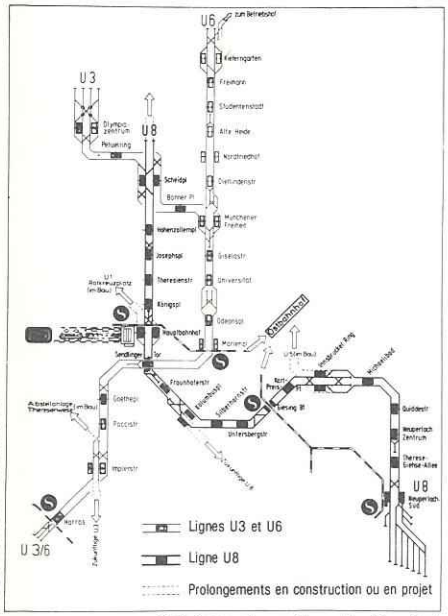


Photo Der Stadtverkehr

Essen : vue en coupe de la voie en site propre pour autobus guidés.

Munich

Le réseau de métro double sa longueur



Document Der Stadtverkehr

Schéma du métro de Munich

Avec la mise en service de la ligne U8, le 18 octobre 1980, Munich dispose d'une seconde ligne de métro nord-sud et voit doubler la longueur de son réseau. En effet, la nouvelle ligne, d'une longueur de 16 km, avec 19 stations, s'ajoute aux deux lignes existantes U3 et U6, — qui ont également 16 km de longueur au total, avec 20 stations — mises en service et prolongées de 1971 à 1978 et dont le trafic s'est élevé à 101 millions de voyageurs en 1979.

La ligne U8, qui relie entre eux près du tiers des arrondissements de la ville de Munich, du terminus "Scheidplatz", au nord, au terminus "Neuperlach - Süd", au sud-est, est en correspondance avec les deux autres lignes de métro dans deux stations ("Scheidplatz" et "Sendlinger Tor") ainsi qu'avec le réseau ferré régional (S-Bahn) dans trois autres stations ("Hauptbahnhof", "Giesing" et "Neuperlach-Süd").

La nouvelle ligne est entièrement souterraine, à l'exception du terminus sud qui est sur viaduc. Ses stations sont équipées de 171 escaliers mécaniques et de 9 ascenseurs.

Le parc de matériel roulant, qui comprenait jusqu'alors 144 motrices, s'est accru de 106 motrices supplémentaires, d'un type similaire à celui du matériel en service, pour l'exploitation de la ligne U8. Comme sur les deux autres lignes, la conduite des trains est réalisée en pilotage automatique.

Photo Elektrische Bahnen

Nouveau PCC du métro de Munich : poste de surveillance des stations.

Le poste de commande centralisée d'exploitation provisoire utilisé par les lignes U3 et U6 a été remplacé par un nouveau, commun au métro et au réseau de surface, installé à la station "Marienplatz" de la ligne U6.

Selon les prévisions, le trafic du métro, qui s'élevait à 350 000 voyageurs par jour ouvrable, devrait passer à 550 000 voyageurs.

Actuellement, 13 kilomètres supplémentaires de lignes sont en construction, dont les premières sections seront mises en service à partir de 1983.

(*Der Stadtverkehr,* octobre 1980)

Métro de Munich : station "Neuperlach-Zentrum" (ligne U8)

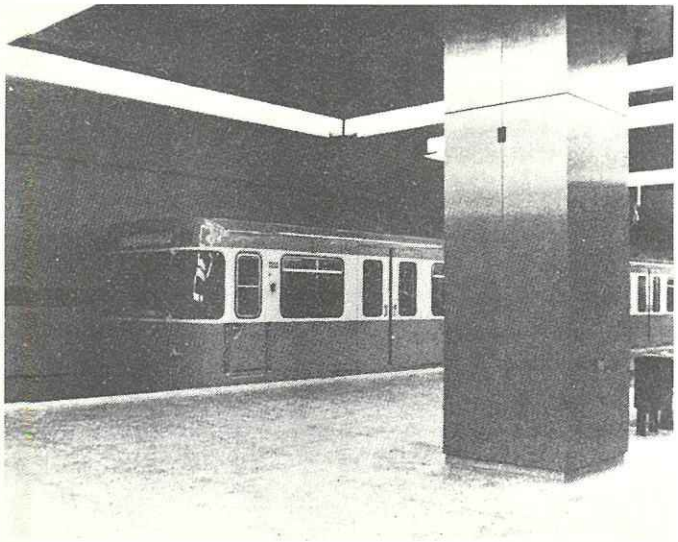


Photo Der Stadtverkehr

Métro de Munich : décoration des quais de la station "Königsplatz" (ligne U8)

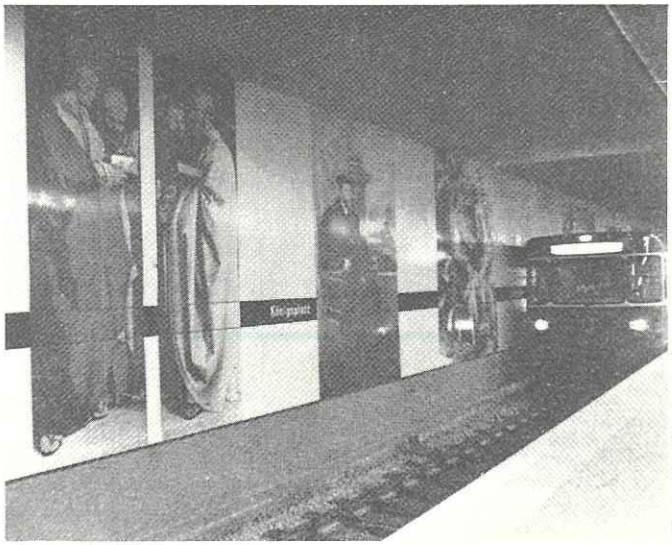


Photo Der Stadtverkehr

Nuremberg

VAG

Mise en service de la cinquième section de la ligne de métro

Depuis la mise en service, en mars 1972, du premier tronçon de la ligne de métro de Nuremberg, cette ligne avait été prolongée à trois reprises — en 1974, 1975 et 1978 — du sud-est de la ville jusqu'aux quartiers centraux. Après l'ouverture à l'exploitation du tronçon central et de ses trois stations "Hauptbahnhof" (gare centrale), "Lorenzkirche" et "Weisser Turm", en janvier 1978, le trafic de la ligne, dont la longueur était alors passée à 9,3 km, avait progressé de 28 000 à 100 000 voyageurs par jour, ce qui représentait environ le tiers du trafic de la Régie des transports de Nuremberg. La mise en service, le 20 septembre 1980, d'une cinquième section de la ligne, d'une longueur de 1,9 km, avec les trois nouvelles stations "Plärrer", "Gostenhof" et "Bärenschanze", aura une importance comparable, car d'une part, la ligne de métro ne se termine plus désormais dans le centre-ville, mais le traverse en le reliant aux quartiers ouest, et d'autre part, la nouvelle station "Plärrer" constitue, après la gare centrale, le plus important centre de correspondance avec le réseau de transports publics de surface des quartiers sud-ouest et nord-ouest. La station "Plärrer" sera par la suite en correspondance avec la future ligne 2 et la correspondance entre les trains des deux lignes s'y fera de quai à quai.

A l'occasion de la mise en service du nouveau prolongement, les quais des stations ont été équipés d'un système d'affichage automatique de la destination des trains, la ligne étant exploitée avec un terminus intermédiaire.

Le parc de matériel roulant est actuellement constitué de trente-deux motrices jumelées, mais à partir du mois de septembre 1980, huit motrices jumelées de la nouvelle série avec, pour la première fois, des moteurs à courant triphasé, vont commencer à être livrées.

Le prochain prolongement de la ligne de Bärenschanze à Eberhardshof, avec deux nouvelles stations, devrait être mis en service en mai 1981.

(*Verkehr und Technik,* septembre 1980)

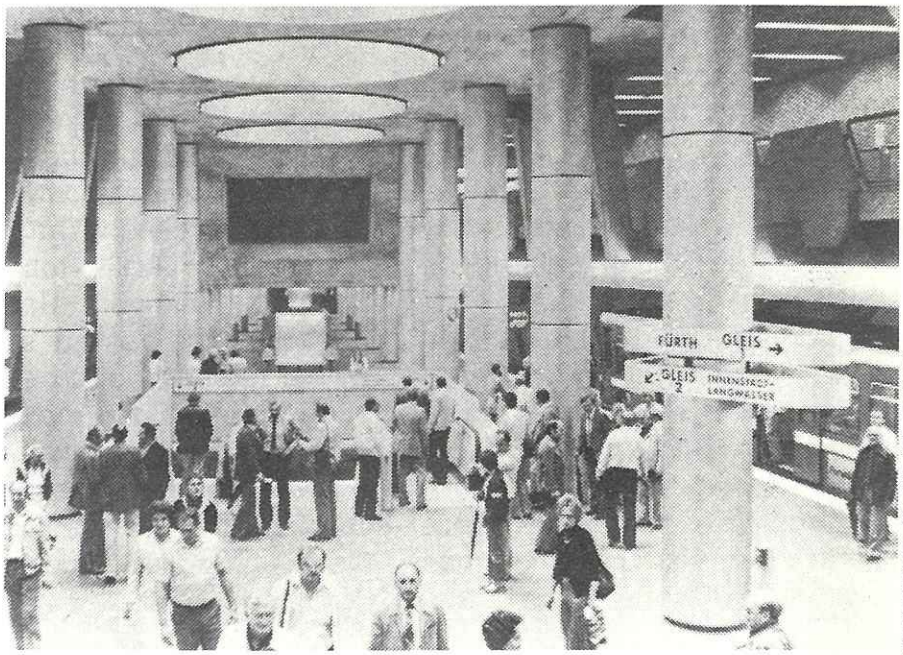


Photo Railway Gazette International

Métro de Nuremberg : station "Plärrer", avec coupoles laissant passer la lumière naturelle.

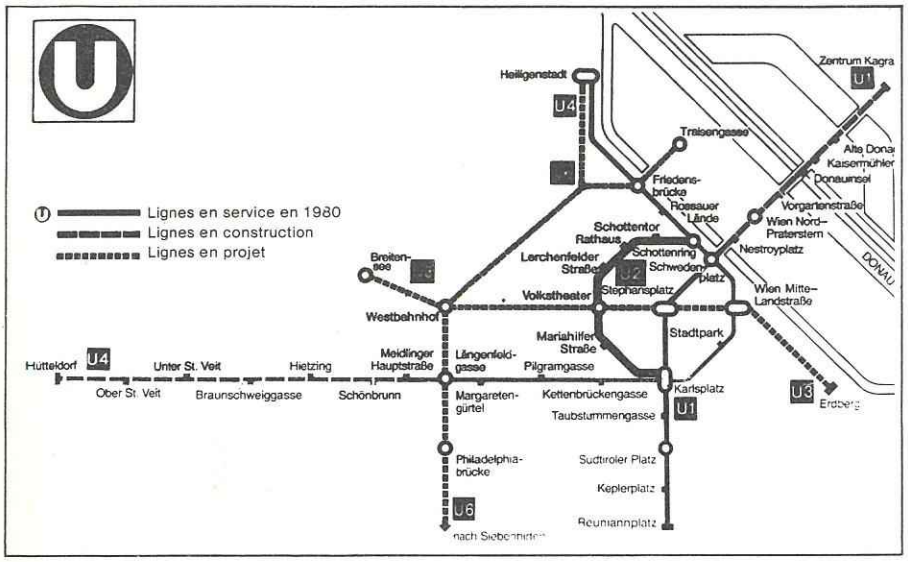
Vienne

Une troisième ligne de métro en exploitation

Le 30 août 1980 à Vienne, une troisième ligne de métro — la ligne U2 — a été ouverte à l'exploitation. D'une longueur de 3,7 km, elle comporte sept stations, et forme un demi-cercle autour du centre de la ville. Entièrement souterraine, elle est constituée sur près de la moitié de son tracé par le tunnel de tramway mis en service en 1966, avec les quatre stations "Rathaus", "Lerchenfelder Strasse", "Volkstheater" et "Mariahilfer Strasse".

Les travaux de conversion du tunnel de tramway à l'exploitation de type métro ont été réalisés sans interruption du trafic, à l'exception des deux derniers mois précédant la mise en service de la ligne de métro (relèvement du niveau des quais, pose du troisième rail, équipements de pilotage automatique, etc.). Pour la construction des sections nouvelles de la ligne, les travaux ont été exécutés par la méthode de la tranchée couverte. A l'exception de la station "Schottentor", équipée d'un quai central long de 115 m, les stations ont des quais latéraux dont la longueur ne permet que l'exploitation de trains de quatre voitures. L'intervalle entre les trains aux heures d'affluence est de 3 minutes 30 secondes, et leur vitesse maximale ne dépasse pas 50 km/h en raison de la faible longueur des interstations.

Le réseau de métro de Vienne comprend maintenant plus de 16 km de



Document WVB

lignes exploitées avec 106 motrices. Les prochaines extensions prévues sont le prolongement de la ligne U4 jusqu'à Meidlinger Hauptstrasse, avant la fin de 1980, et le prolongement de la ligne U1 jusqu'à Praterstern, en février 1981.

(*Der Stadtverkehr*, octobre 1980)

Schéma du réseau de métro de Vienne.

Photo Der Stadtverkehr-Holzinger

Vienne : station "Mariahilfer Strasse", après transformation, avec rame de métro arrivant à quai.

Photo Der Stadtverkehr-Holzinger

Vienne : station "Mariahilfer Strasse" ; avec rames de tramway (en juin 1980)

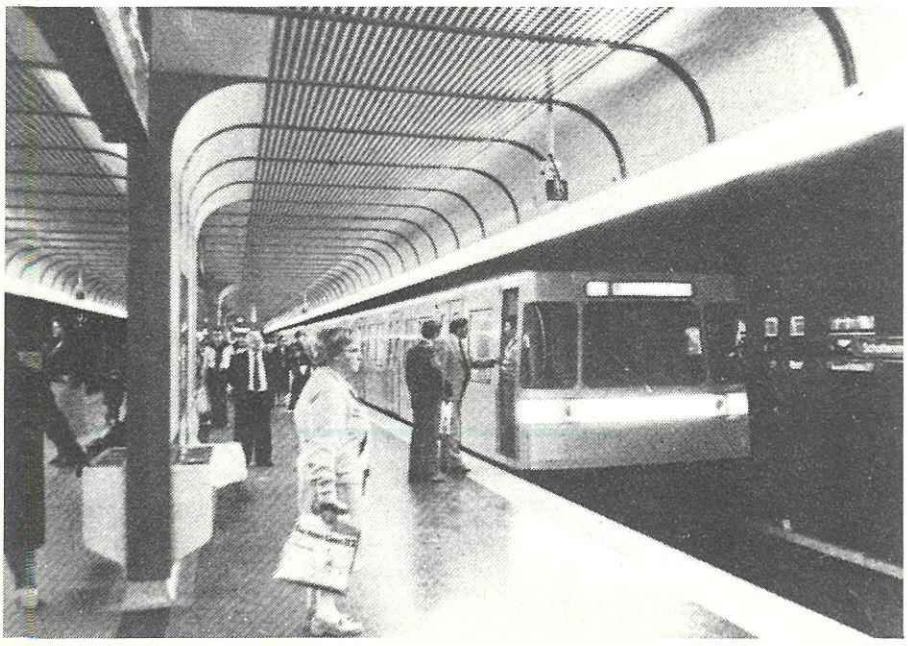
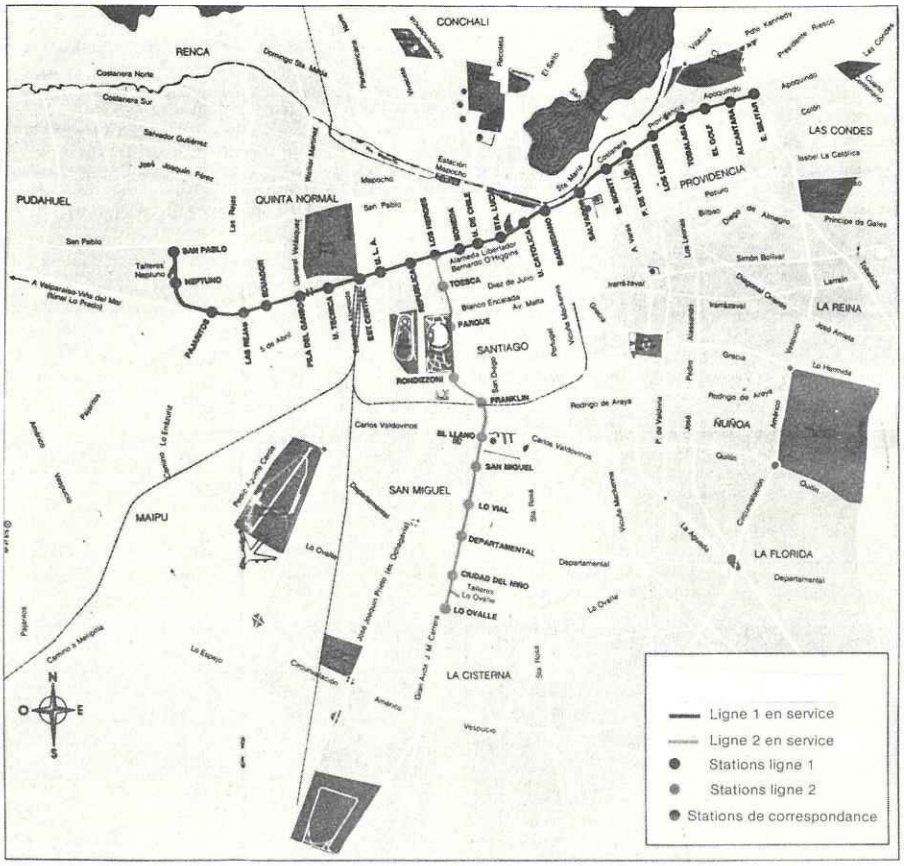


Photo Der Stadtverkehr-Hogendijk

Métro de Vienne : nouvelle station "Schottenring" (ligne U2)

Santiago



Document Métro de Santiago

Plan du métro de Santiago

Le réseau de métro entièrement en service

Le 22 août 1980, un nouveau prolongement de la ligne 1 du métro sur pneumatiques de la capitale du Chili(*) a été ouvert à l'exploitation. Entièrement souterraine, cette nouvelle section, qui relie la station "Salvador" au nouveau terminus "Escuela Militar", a une longueur de 4,8 km et comporte sept stations. La première tranche du métro est ainsi achevée. Le réseau comprend deux lignes, mises en service respectivement en 1975 et en 1978 d'une longueur totale de 25 km, avec 35 stations, dont la station de correspondance "Los Heroes", située au centre de la ville. Le parc de matériel roulant comprend 195 voitures. Les trains, composés de cinq voitures — trois motrices et deux remorques — circulent à l'intervalle, aux heures

Métro de Santiago : quais de la nouvelle station "Pedro de Valdivia"

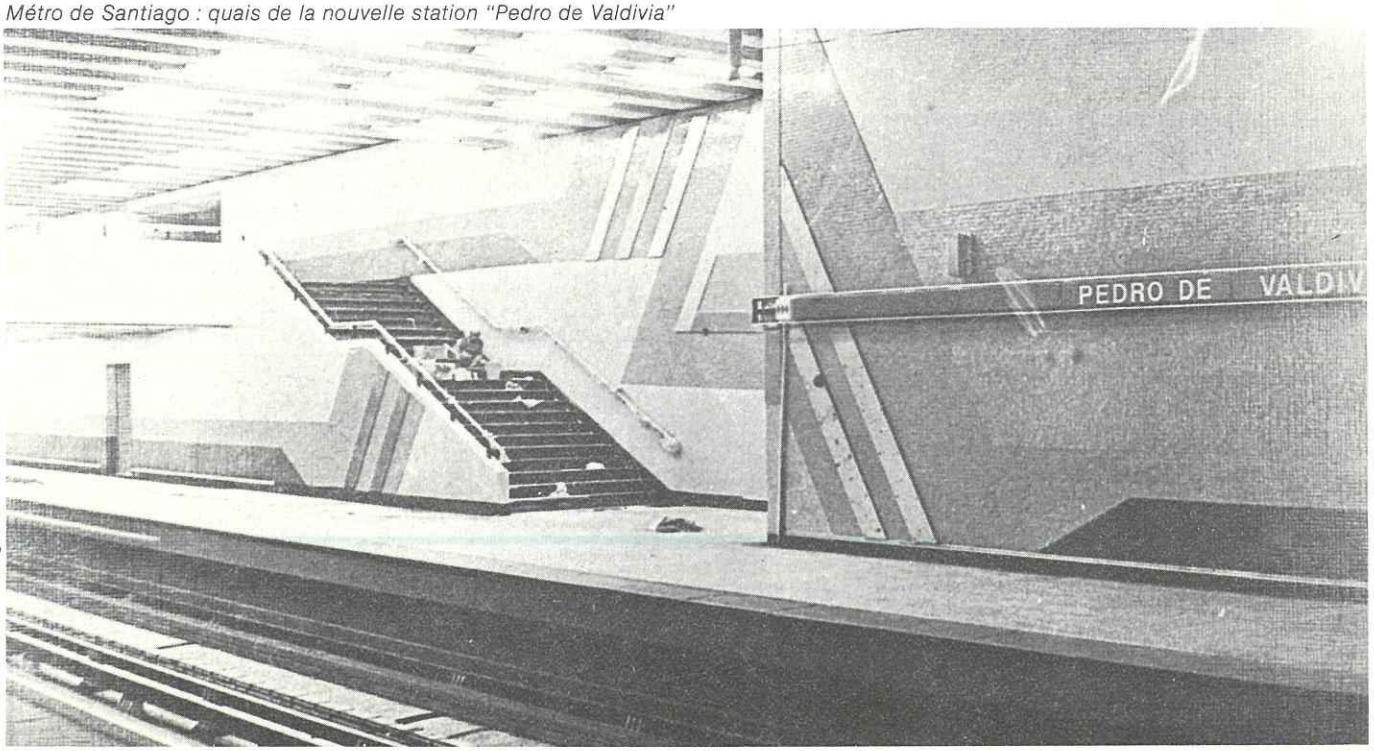


Photo Métro de Santiago

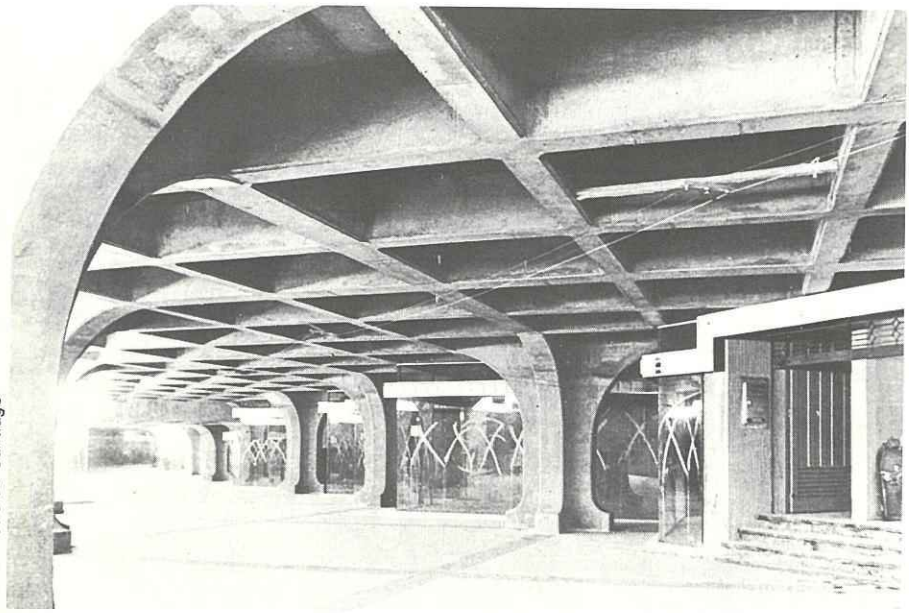


Photo Métro de Santiago

Métro de Santiago : nouveau terminus "Escuela Militar" de la ligne 1

Photo Métro de Santiago

Métro de Santiago : train dans la station "San Miguel" (ligne 2)

d'affluence, de 3 minutes sur la ligne 1 et de 4 minutes sur la ligne 2. Cinquante voitures supplémentaires seront livrées au début de 1981. En 1979, le trafic s'est élevé à 94,2 millions de voyageurs.

(*Brochure Métro de Santiago*, 1980)

(*) *N.d.l.r. : la SOFRETU a participé à la réalisation de cette nouvelle ligne*

Japon

Deux prototypes de voitures de tramway standard

Bien que les tramways aient disparu de plusieurs villes japonaises au cours des 25 dernières années, il subsiste encore des réseaux dans une quinzaine d'entre elles et l'opinion publique est devenue nettement favorable à leur maintien en service, compte tenu des préoccupations croissantes relatives à la pollution atmosphérique et à la dépendance du Japon vis à vis des importations de pétrole.

En juin 1978, le Ministère des transports avait décidé de financer un programme de mise au point d'une voiture de tramway standard qui pourrait être utilisée dans toutes les villes japonaises et dont l'étude fut confiée à un consortium regroupant plusieurs constructeurs. Les conditions d'exploitation des réseaux de tramway variant considérablement d'une ville à l'autre, l'objectif était de fabriquer un ensemble d'équipements modulaires pouvant s'adapter dans le détail aux besoins des différents réseaux.

Deux prototypes ont été achevés en juillet 1980 : une voiture articulée à trois caisses et une voiture "rigide" à deux bogies, qui seront mises en service respectivement à Hiroshima et Nagasaki.

La voiture articulée pèse 30 tonnes et a 26,30 m de longueur. Elle peut transporter 156 voyageurs, dont 52 assis. Deux des quatre bogies sont équipés chacun d'un moteur longitudinal d'une puissance unihoraire de 120 kW. Pour réduire le niveau sonore, du caoutchouc est placé entre le centre et le bandage des roues et la suspension primaire est à ressorts à chevrons en caoutchouc.

La voiture "rigide", longue de 11,70 m, a l'un de ses deux bogies équipé d'un moteur identique à celui de la voiture articulée. Son poids est de 17 tonnes et sa capacité de 66 voyageurs, dont 22 assis.

Sur les deux types de voitures, l'alimentation en courant de traction à 600 V s'effectue par un pantographe en alliage léger. Toutes deux sont dotées d'un équipement de commande à hacheurs et d'un système de freinage à récupération, complété par un freinage électropneumatique. Les deux prototypes sont climatisés.

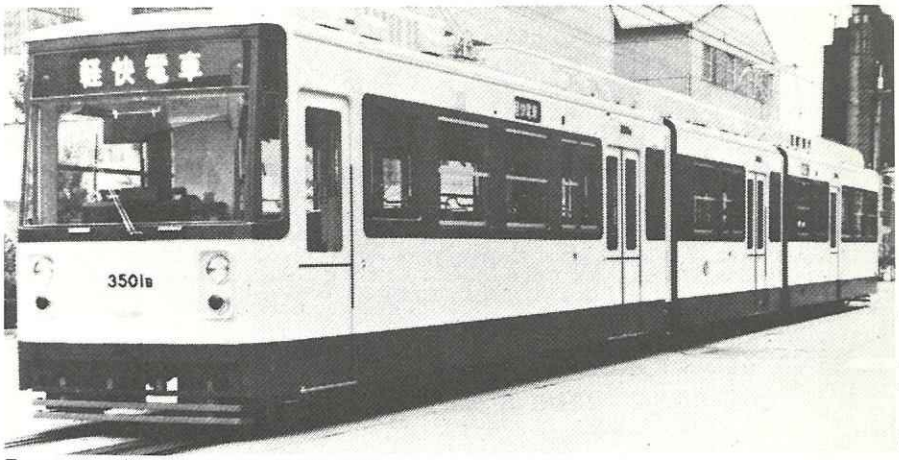


Photo Railway Gazette International

Tramway articulé prototype de Hiroshima

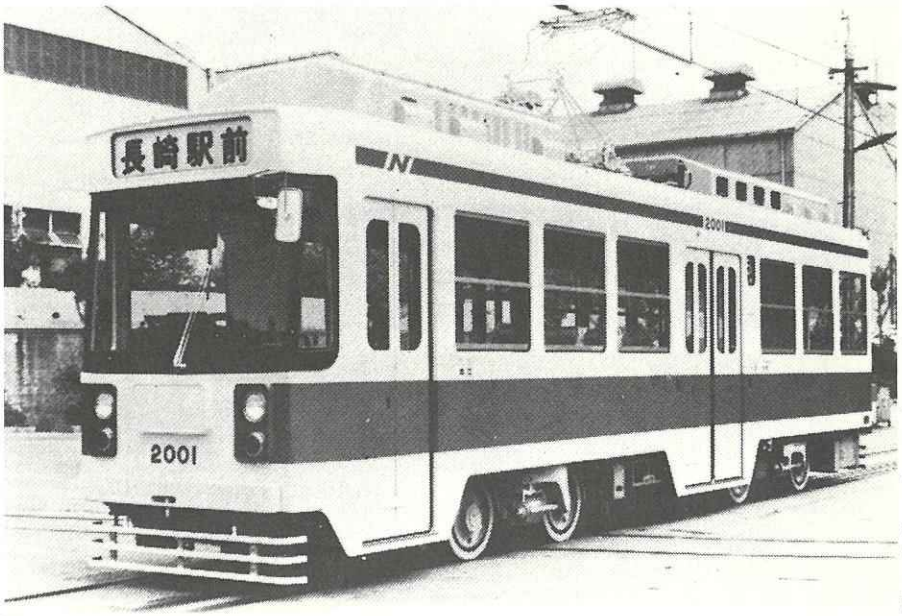


Photo Railway Gazette International

Tramway prototype de Nagasaki

(Railway Gazette International, octobre 1980)

RAPPORT D'ACTIVITÉ DES TRANSPORTS EN COMMUN DE BERLIN-OUEST

(Berliner Verkehrsbetriebe)
Exercice 1979

L'importance croissante du rôle des transports en commun de Berlin-Ouest a de nouveau été confirmée par la progression du trafic au cours de l'exercice 1979 : 721,2 millions de voyages effectués, soit une progression de 3,1% par rapport à l'année précédente, due essentiellement aux conditions climatiques rigoureuses de l'hiver 1979. C'est le trafic le plus élevé enregistré depuis 1963. Quant au service offert, il a également augmenté : 145,4 millions de kilomètres-voitures, soit + 1,8%. La longueur des réseaux est restée sans changement : 96,1 km de lignes de métro et 1 032,1 km de lignes d'autobus.

Le déficit d'exploitation (369,1 millions de DM) a régressé de 7,6 millions par rapport à 1978, ce qui résulte en partie de la mise en vigueur des nouveaux tarifs, majorés de 14,9% en moyenne, le 1er août 1979. La proportion des voyages effectués avec des cartes d'abonnement a continué à s'accroître, passant de 66 à 67,1%. Les contrôles des titres de transport ont fait apparaître un taux de 1,9% de voyageurs en infraction.

L'effectif du personnel à la fin de l'exercice (14 228 agents) était en très légère augmentation (22 agents) par rapport à l'année précédente.

Dans le métro, 325,4 millions de voyages ont été effectués, soit une augmentation de 4,6%,et le service offert est passé à 67,4 millions de kilomètres-voitures (+ 5%). Cet accroissement du trafic et du service résulte, pour la plus grande part, de la répercussion en année pleine de la mise en service du prolongement de la ligne 7 à la fin d'avril 1978. En raison de la mise hors service de 16 voitures de type ancien, le parc de matériel roulant est passé de 930 à 914 voitures. Les premières voitures de la série F 79 équipées d'un dispositif d'absorption du bruit ont montré une diminution notable du niveau sonore.

Sur le réseau d'autobus, 395,6 millions de voyages ont été effectués, soit une progression de 1,9% du trafic, alors que le service offert a légèrement diminué : 78 millions de kilomètres-voitures, soit — 0,8%. A la fin de l'exercice, le parc était constitué de 1 533 voitures — dont 1 173 autobus à étage — soit 6 voitures de moins que l'année précédente. Les recherches menées pour diminuer le niveau sonore à l'intérieur des voitures ont donné de bons résultats de sorte qu'il en sera tenu compte dans la commande des nouveaux autobus de la série SD 80. Avec l'aide du Ministère fédéral de la recherche et de la technologie, un autobus à étage équipé d'un système de propulsion hydrostatique permettant de diminuer la consommation d'énergie et l'émission des gaz d'échappement, a été mis au point.

RAPPORT D'ACTIVITÉ DES TRANSPORTS PUBLICS DE HAMBOURG

(Hamburger Verkehrsverbund)
Exercice 1979

Au cours de l'exercice 1979, le trafic des entreprises regroupées au sein du Syndicat des transports de Hambourg (HVV) s'est accru de 1,9% par rapport à l'année précédente, pour s'élever à 600 millions de voyages effectués. Une augmentation de trafic de cet ordre ne s'était pas produite depuis 1970. Les sévères conditions climatiques de l'hiver 1979 y ont sans doute contribué — pour plus de la moitié — mais d'autres facteurs ont également joué : par exemple, la mise en service de la deuxième section de la City-S-Bahn (jonction ferroviaire souterraine du réseau ferré régional) en avril 1979.

Sur les réseaux ferrés (métro, réseau ferré régional et lignes de banlieue), dont les 285,4 km de lignes sont exploitées avec 1 422 voitures, le trafic a progressé de 2,4% : 320,9 millions de voyageurs. Outre l'ouverture du prolongement à Altona de la City-S-Bahn (3,4 km), les travaux d'extension des réseaux se sont poursuivis : construction de la troisième et dernière section de la City-S-Bahn, d'Altona à Diebsteich, de la ligne du réseau ferré régional qui desservira Harburg et du prolongement à Niendorf de la ligne U2 du métro. La construction de parcs de liaison s'est également poursuivie : à la fin de l'exercice, 7 200 places de stationnement étaient à la disposition des voyageurs dans 48 des stations ou gares des réseaux ferrés.

Sur les réseaux d'autobus (2 523 km de lignes exploitées, avec un parc de 1 368 voitures), le trafic a augmenté de 4,9% (271,6 millions de voyageurs), ce qui est dû, pour une part, à la suppression de la dernière ligne de tramway le 30 septembre 1978. Au cours de l'été 1979, et pour la première fois à Hambourg, des autobus articulés ont été mis en service sur la ligne la plus chargée du réseau. 28 nouveaux abris ont été installés aux points d'arrêt, ce qui porte leur nombre à 1 015, pour un total de 2 421 points d'arrêt.

Dans le cadre de l'amélioration de l'information des voyageurs, le système d'information automatisé AFI, qui permet d'obtenir des renseignements sur les itinéraires, les horaires et les prix à l'aide d'appareils automatiques ou par téléphone, a commencé à être expérimenté.

Les recettes de l'exercice 1979, qui ont augmenté de 7%, se sont élevées à 400,8 millions de DM, cet accroissement des recettes étant dû pour une bonne part à la mise en vigueur de nouveaux tarifs en mars 1979.

Mise en pages : Atelier DG - Imp. Laboureur et Cie, Paris - Dépôt légal n° 5681 - 4e trim. 1980