



RATP
ÉTUDES • PROJETS

84
avril-mai-juin

**Revue éditée par
la Régie Autonome des
Transports Parisiens**

RATP

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

Abonnement pour l'année 1984
FRANCE et ÉTRANGER : 106 F

SOMMAIRE



FORUM SUR LA RECHERCHE

<i>Allocution d'ouverture</i>	5
<i>Trois projets de développement technique (présentations suivies de discussions) :</i>	
● <i>Pourquoi l'autobus futur ?</i>	7
● <i>Le Système d'Aide à la Conduite, l'Exploitation et la Maintenance</i>	11
● <i>Un mode de transport nouveau : le système ARAMIS</i>	19
<i>Deux projets de recherche à long terme (présentations suivies de discussions) :</i>	
● <i>Métro 2000, génération des matériels roulants de la fin de ce siècle</i>	27
● <i>Réseau 2000 : Quelles évolutions probables ? Quelles conséquences ?</i>	30
<i>Débat général</i>	36



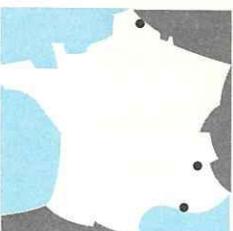
ÉLÉMENTS POUR UNE SOCIOLOGIE DE LA MOBILITÉ

<i>Partant des rapports de la mobilité à l'anthropologie et à l'urbanisme, l'auteur esquisse une réflexion prospective sur les transformations possibles de la mobilité</i>	42
---	----



NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

● <i>Création de l'abonnement « Carte Intégrale »</i>	51
● <i>Exploitation du réseau d'autobus</i>	52
● <i>Vues des travaux en cours</i>	53
● <i>Trafic et service de l'année 1984</i>	56



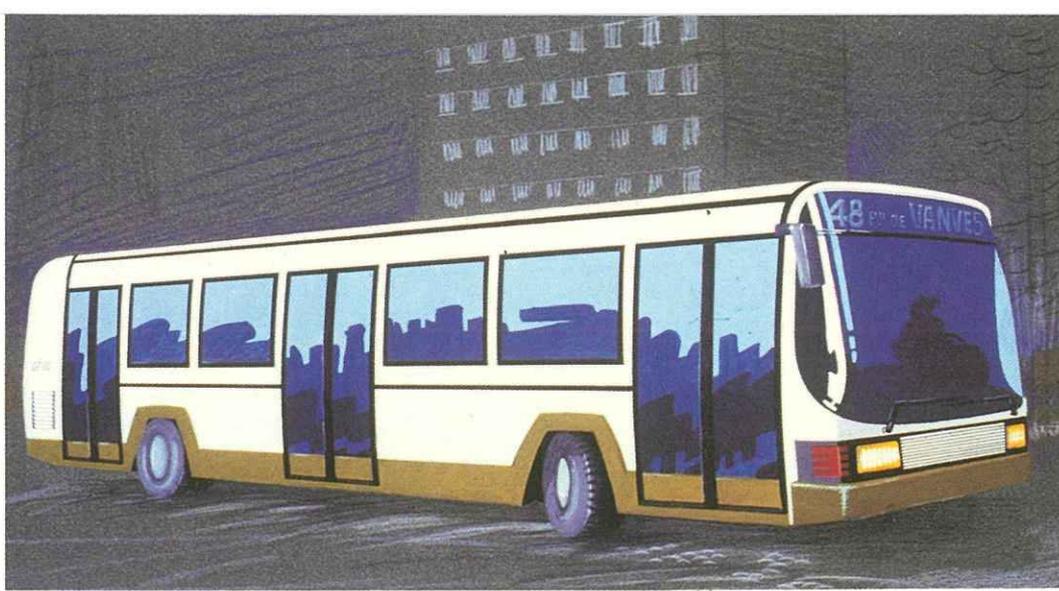
NOUVELLES DIVERSES DE FRANCE

● <i>Grenoble : signature du protocole d'accord pour le financement du tramway</i>	57
● <i>Lille : VAL - le dix millionième voyageur</i>	57
● <i>Marseille : une deuxième ligne de métro et un tramway rénové</i>	58



NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER

● <i>Le nouveau métro de Baltimore</i>	60
● <i>Nuremberg : mise en service de la ligne 2 du métro</i>	63
● <i>Milan : un nouveau prolongement du métro dans le centre-ville</i>	64
● <i>Utrecht : mise en service du tramway rapide Utrecht-Nieuwegein</i>	65
● <i>Genève : régulation centralisée des transports en commun</i>	65
● <i>Moscou : une neuvième ligne de métro en service</i>	66
● <i>Singapour : début de la construction du métro</i>	67



FC

RESEARCH
2000



WEST
2000

FORUM SUR LA RECHERCHE

Voici le second Forum du SCRIB ⁽¹⁾ que nous publions dans RATP Études-Projets ⁽²⁾.

Son objectif était de présenter les grands projets de recherche et de développement que conduit aujourd'hui la RATP et de débattre de ces projets (L'autobus futur – SACEM – ARAMIS – Métro 2000 – Réseau 2000). Il a donné lieu à quatre séances distinctes qui ont réuni environ 200 personnes au total au cours du mois de décembre 1983.

Il nous a semblé intéressant de présenter à nos lecteurs les exposés et la synthèse des discussions, souvent animées, qui les ont suivis. Ainsi ressortent les questions principales que se posent les chercheurs et les cadres de l'entreprise à propos de la recherche, sachant que les réponses qui ont été apportées au cours des débats ne constituent pas nécessairement les positions retenues par la Direction générale.

(1) Secrétariat des Commissions de la Recherche, des systèmes d'Information et des Brevets.

(2) Voir le Forum SIAM (Systèmes d'Information d'Aide à la Maintenance) dans RATP Études-Projets d'octobre-novembre-décembre 1983.

OUVERTURE

par Edith Heurgon, *Chargée de mission,*
et Madeleine Cuzin, *Inspecteur principal, au SCRIB.*

CHERS collègues, nous sommes heureuses de vous accueillir à ce Forum du SCRIB sur la Recherche et nous vous remercions d'y être venus si nombreux.

L'objectif de ces forums, dont les modalités d'organisation peuvent varier largement selon les sujets et les audiences, répond à la conviction suivante : il convient, selon nous, de disposer de lieux d'échanges à caractère relativement informel, indépendants de tout contexte

décisionnel, où l'on puisse s'informer mutuellement des projets et expériences en cours, confronter nos points de vue et nos méthodes de travail. Cela devrait contribuer à favoriser le transfert de connaissances, à développer des comportements d'ouverture où chacun situe son action, non pas tant par rapport à un territoire attribué, que comme une contribution à une action collective. Davantage : l'intensification des échanges horizontaux est rendue plus urgente encore par la

volonté de décentralisation qui est celle de la RATP aujourd'hui.

Pourquoi, dès lors, un forum sur la recherche ? Essentiellement pour deux raisons.

La première est que, chaque année, nous vous invitons à remplir des fiches de recherche, à nous adresser le bilan de vos travaux et, en retour, vous recevez le catalogue des actions de recherche et le plan d'entreprise qui comporte un chapitre consacré à la recherche. Il nous a semblé que, pour une fois, nous pourrions vous proposer une rencontre qui nous permettrait de mieux nous connaître et d'amorcer un débat plus direct.

La seconde raison est que, depuis deux ans, à l'incitation du gouvernement, nous avons tenté de relancer la recherche à la RATP, et il nous paraît nécessaire aujourd'hui de faire le point avec vous et de recueillir vos suggestions pour l'avenir.

**

Vous vous en souvenez : au plan national, la relance fut marquée par l'organisation d'assises régionales suivies par un colloque sur la recherche et la technologie. Fut alors élaborée la loi d'orientation et de programmation de la recherche visant à porter en 1980 l'effort national à 2,5 % du produit intérieur brut.

Dans le domaine plus spécifique des transports terrestres, à l'initiative conjointe du Ministère des transports et du Ministère de l'industrie et de la recherche, une mission, présidée par Jean Lagasse, a étudié et proposé la mise en place d'un programme prioritaire pour la recherche dans les transports terrestres : en coordonnant les efforts et en associant les divers partenaires, ce programme a pour objectif de créer une nouvelle dynamique de la recherche dans un secteur dont l'importance pour l'activité économique et sociale du pays n'est plus à démontrer. La mise en œuvre de ce programme a été

1. Les actions prioritaires du programme transports terrestres.

1. Véhicules routiers utilisant rationnellement l'énergie.
2. Transports guidés à très grande vitesse (plus de 300 km/h).
3. Transports guidés : amélioration de l'existant, systèmes nouveaux.
4. Transports urbains et régionaux : progrès et décentralisation.
5. Technologies nouvelles et matériaux nouveaux.
6. Sécurité routière – Aide à la conduite automobile – Comportement et formation des conducteurs usagers de la route.
7. Nuisances – Confort et condition de travail.
8. Transports de marchandises et logistique.
9. Coopération et exportation.
10. Sciences sociales appliquées aux transports – Organisation d'un système d'observation des transports.

décidée en janvier 1984 (voir encadré n° 1).

A la RATP, après avoir effectué un diagnostic sur le fonctionnement de la Recherche, nous avons, lors d'un séminaire en mai 1982, défini ce que pourrait être le « cadre » de la recherche pour notre entreprise, c'est-à-dire que nous avons précisé son domaine d'action, sa méthode, les moyens à y consacrer, et un certain nombre d'orientations que nous souhaitions lui voir adopter. C'est à cette époque qu'a été créé le Groupe des animateurs de la Recherche (le GARE) et qu'a été initié le projet de recherche RÉSEAU 2000.

En 1983, nous avons porté nos réflexions sur le problème du pilotage de la recherche. La recherche est une activité spécifique difficile à planifier en raison du caractère

incertain de ses résultats et de ses multiples retombées imprévues; elle est aussi difficile à gérer car l'esprit d'innovation s'accommode assez mal de procédures un peu trop tatillonnes. C'est pourquoi la recherche relève plutôt, selon nous, d'une démarche que nous avons appelée « le pilotage stratégique » et qui s'efforce d'articuler sans cesse le point de vue stratégique, l'animation des comportements, la motivation des chercheurs, la valorisation des résultats et la nécessité d'une gestion rigoureuse des moyens.

Comme le temps nous est compté ce matin, nous avons pris le parti d'axer ce premier forum sur les grands projets de recherche que conduit aujourd'hui notre entreprise. Cependant, pour les situer dans un cadre plus général, je vous invite à relire « la stratégie de

recherche » telle qu'elle est énoncée dans notre plan 1984-1988. Vous remarquerez notamment que nous avons essayé de structurer les actions de recherche en trois rubriques :

— les grands projets de recherche qui, en eux-mêmes, constituent un élément fort de la stratégie et qui vous seront exposés aujourd'hui ;
— les axes stratégiques de recherche qui s'attachent à un domaine prioritaire pour l'entreprise et constituent un champ privilégié pour la recherche (voir encadré n° 2);

— les recherches diverses qui, soit concourent à l'amélioration de l'existant, soit concernent des actions prospectives, soit résultent de la prise en compte des interpellations des progrès scientifiques et techniques ou des sollicitations extérieures.

Nous entendrons successivement cinq brefs exposés : trois projets de développement technique :

— Pourquoi l'autobus futur ?

— Le système SACEM.

— Le système de transport ARAMIS.

et deux projets de recherche qui marquent la volonté de la RATP de préparer son avenir à long terme :

— MÉTRO 2000.

— RÉSEAU 2000.

Chaque exposé sera suivi d'une discussion apportant diverses informations complémentaires. Puis, nous terminerons la matinée par un débat général sur ces cinq projets et, de manière plus large, sur la recherche à la RATP. ■

2. Les axes stratégiques de recherche.

● **Le transport en commun dans l'agglomération :**

aspects institutionnels, juridiques, financiers (dont participation à l'élaboration d'un compte transport régional); aide à la négociation avec les divers partenaires (partage de la voirie, politique de circulation et de stationnement...).

● **La connaissance et la maîtrise des coûts :**

rentabilité socio-économique, productivité, maîtrise de l'énergie...

● **La conception des offres :**

développement, diversification, hiérarchisation, niveaux et qualité des services, les moyens techniques.

● **L'information des voyageurs.**

● **Les lieux d'échange :**
conception, accueil, paiement, sécurité...

● **L'exploitation :**

méthodes, organisation, outils.

● **La maintenance :**

méthodes, organisation, outils.

● **Les hommes et les organisations :**

formation, qualification, promotion, communication, décentralisation...

● **La compétitivité internationale :**

connaissance des demandes, développement et adaptation du savoir-faire, aide à l'industrie.

POURQUOI L'AUTOBUS FUTUR ?

par Gérard Saint-Aubin, chef de section principal à la Direction du réseau routier.

AU début des années 70, la désaffection des transports en commun et, plus particulièrement des autobus, inquiéta les transporteurs. Survint alors le renchérissement des produits pétroliers.

Devant cette dégradation, l'UTPUR (1) (c'est-à-dire la quasi-totalité des exploitants français dont la RATP) proposait au Directeur des transports terrestres de lancer l'étude d'une nouvelle génération d'autobus (2).

C'est ainsi qu'en 1974, la DTT (Direction des Transports Terrestres), après avoir créé le « Comité directeur de l'autobus futur », organisait un concours d'idées international. Elle suscita la création de groupes de réflexion comprenant des responsables des ministères intéressés, des élus, des transporteurs et des chercheurs de l'IRT (Institut de Recherche des Transports).

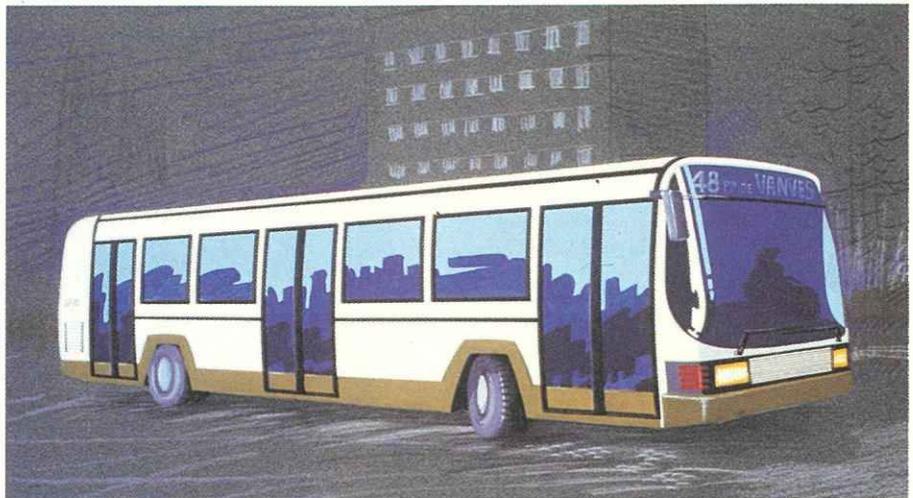
1976 — Lancement par la DTT d'actions thématiques programmées.

1977 — La DTT demande à l'UTPUR de créer le « groupe projet de l'autobus futur ». Constitué d'ingénieurs de la RATP et des réseaux de province, la mission première du groupe fut de mettre en cohérence toutes les idées collectées.

Octobre 1977 — Élaboration d'une spécification provisoire pour une gamme d'autobus nouveaux.

1978 — Essai de définition d'un autobus répondant aux spécifications et fabrication d'une maquette de carrosserie en vraie grandeur, qui fut présentée au Salon de l'auto de Paris en octobre 1978.

Juin 1979 — Nouvelles exigences de la profession (plancher plat et horizontal sur toute la longueur de la voiture, aménagement d'une plateforme face aux accès et en particulier devant la porte arrière sur toute la largeur du véhicule) entraînant l'abandon du projet étudié en 1978.



Etude de style du GP 10 (groupe projet 1979).

Décembre 1979 — Consensus Exploitants - Pouvoirs publics - Groupe projet - RVI (3) sur l'architecture du R 312 concrétisant les travaux menés conjointement par le groupe autobus futur et RVI.

Janvier 1980 — Adoption des « spécifications générales pour la fourniture d'autobus nouveaux ».

1981 — Réalisation par RVI d'une maquette carrosserie en vraie grandeur.

1981 — Constitution des groupes de travail :

- maintenance - entretien ;
- marketing - aménagement ;
- exploitation ;
- ergonomie - poste de conduite.

Les actions thématiques programmées entreprises en 1976 se sont poursuivies jusqu'en 1981 et ont porté sur les points suivants :

- faisabilité d'autobus à plancher bas ;
- dispositifs de marche escamotable ;
- dispositifs d'abaissement à l'arrêt ;
- réduction de consommation ;
- réduction du bruit extérieur - insonorisation ;
- nouveaux carburants (GNL - GPL) ;
- suralimentation diesel.

Parallèlement aux actions thématiques programmées, des contrats portant sur des études spécifiques ont été passés entre l'État et RVI. Ils concernaient :

- le freinage du R 312 qui, en raison de l'adoption de pneumatiques de 19"1/2, ne pouvait être assuré, tant au point de vue performances qu'évacuation des calories, par le système classique frein à tambour ; ainsi, a été mis au point un freinage à double disque sur les quatre roues, à commande oléopneumatique à circuit en double H ;
- le programme AUROCH, visant la définition, réalisation et mise au point d'une transmission à division de puissance permettant une variation continue de la vitesse et se prêtant à la récupération de

(1) Devenue plus tard l'UTP (Union des Transporteurs Publics).

(2) Voir l'article « La genèse de l'autobus futur », dans RATP Études-Projets d'avril-mai-juin 1983.

(3) RVI : Renault Véhicules Industriels, filiale du groupe Renault, héritière de Saviem et de Berliet.

LE R 312

Caractéristiques générales

Dimensions extérieures

Longueur hors tout	11 990 mm
Largeur hors tout	2 500 mm
Porte-à-faux AV	2 710 mm
Porte-à-faux AR	3 160 mm
Empattement	6 120 mm
Hauteur hors tout	3 000 mm
Pas des baies	1 530 mm

Dimensions intérieures

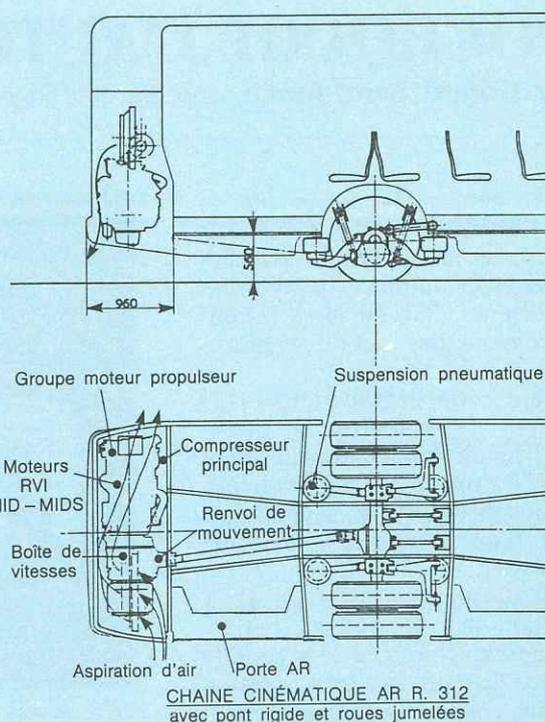
Hauteur intérieur libre	2 340 mm
Surélévation plancher	180 mm
Hauteur clair de baie (par rapport au couloir)	2 020 mm
Hauteur clair de baie	1 100 mm

Accès

Hauteur 1 ^{re} marche (sans abaissement)	340 mm
Hauteur 1 ^{re} marche (avec abaissement)	260 mm
Hauteur 2 ^e marche	200 mm
Hauteur plancher	560/480 mm
Passage libre des portes	1 200 mm

Maniabilité

Rayon de giration hors tout	11 250 mm
Balayage à l'arrière	550 mm
Angles de garde AV-AR	8 degrés
Garde au sol minimale des éléments non suspendus	165 mm
Garde au sol minimale bas de jupe	280 mm
Garde au sol minimale bas des éléments suspendus dans l'axe du véhicule	200 mm



Partie arrière du R 312.

l'énergie de freinage par voie hydraulique; une transmission prototype sera testée prochainement sur banc;

— le programme COREBUS, axé sur la recherche de la moindre consommation du moteur thermique par optimisation de l'injection et de la suralimentation et par une régulation appropriée des auxiliaires; il a été appliqué par RVI sur un PR 100, sur le 3^e prototype R 312 et le sera sur les véhicules probatoires;

— le programme SEDEM-MOTEUR MODERME, qui porte sur le développement d'une transmission à division de puissance et est mené parallèlement à AUROCH.

Indépendamment de ces travaux, la Société Heuliez-Bus étudie une articulation de faible épaisseur ainsi qu'un dispositif de transfert de motricité sur l'essieu milieu pour autobus articulés à plancher bas issus de la gamme R 312.

L'architecture de l'autobus R 312 étant modulaire, il est possible de faire dériver du véhicule 12 m un véhicule de 10,50 m par suppression d'un pas dans l'empattement. Ainsi apparaît la notion de gamme dans les trois versions : thermique, électrique et bimode :

- véhicule de base : 12 m
- véhicule court : 10,50 m
- véhicule articulé : 18 m
- véhicule articulé court : 16,50 m

complétée par un véhicule de très grande capacité à trois éléments (projet « Mégabus »).

La chaîne cinématique, retenue pour le R 312, est illustrée par la figure ci-contre, cette disposition résultant des contraintes dues au plancher bas et à l'exigence d'une plate-forme sur toute la largeur de la voiture face à la porte arrière.

Outre la position du groupe moto-propulseur, il faut insister sur la spécificité du pont arrière surbaissé à triple démultiplication, cette solution ayant été proposée par le groupe projet à RVI.

La conception du R 312 permet une fabrication par éléments : sous-basement, faces latérales, faces

avant et arrière, pavillon peuvent être traités séparément à postes spécialisés; l'assemblage par boulonnage et non soudure de ces six éléments autorise cette technologie et améliore ainsi les conditions de travail.

Les travaux du groupe « exploitation » ont porté, entre autres, sur les diagrammes de sièges avec pour objectif une standardisation rationnelle. Ainsi, seront proposées des variantes en nombre limité mais couvrant les besoins des exploitants. Il est à remarquer que, malgré la neutralisation des « 90 cm » du compartiment moteur, les différents diagrammes du R 312 permettent d'offrir des conditions de transport meilleures que celles proposées sur les véhicules actuels. Par ailleurs, le confort climatique a été particulièrement étudié et notamment la ventilation, gérée par microprocesseur, sera constamment adaptée à l'ambiance du véhicule.

D'autre part, les travaux du groupe « ergonomie - poste de conduite » ont abouti à la fabrication par la RATP d'une maquette du poste de conduite, celle-ci étant

destinée à être présentée aux représentants du personnel des différents réseaux de l'UTP, afin d'harmoniser au mieux les fonctions concourant l'élaboration de ce poste de travail.

Après les réalisations en 1981 d'une maquette de style et d'une caisse destinée à des essais de résistance de matériaux, le développement du programme R 312, en cours de réalisation, comprend la fabrication :

— de quatre prototypes destinés à des essais qualitatifs d'endurance, de destruction (1982 à 1984) ;

— de neuf autobus de confirmation (probatoires) qui seront testés en exploitation à la RATP et dans les villes de province (en 1984), les enseignements recueillis devant être pris en compte dans la définition de la série ;

— de dix véhicules de présérie, mis en chaîne en 1985 ;

— des véhicules de série, mis en chaîne à partir de 1986.

Trois des quatre prototypes ont été réalisés et la remise à niveau technique du deuxième prototype, après essais destructifs, a permis de relancer une nouvelle campagne sur piste de casse ; actuellement la mécanique du premier prototype est en cours de remplacement. Ce véhicule sera équipé d'une cinématique identique aux probatoires et « proto » n° 4.

Les études relatives à la série de confirmation sont en cours, les chapitres « électricité », « pneumatique » et « hydraulique » étant traités par la Division des études du service du matériel roulant (RT) du réseau routier de la RATP.

Enfin, il a été décidé de confier au service de l'atelier central (RA) de la RATP, la réalisation des circuits électrique, pneumatique et hydraulique, le montage des organes mécaniques ainsi que les habillages extérieur et intérieur des neuf véhicules probatoires.

Discussion

Les principaux avantages du R 312

Edith Heurgon (D-SCRIB) : RVI affirme que le R 312 constitue une révolution dans la conception des autobus, sur quels points particuliers porte cette rupture ?

Gérard Saint-Aubin : Sur le style et l'accessibilité d'une part, la disposition mécanique et l'accessibilité aux organes de l'ensemble du groupe moto-propulseur d'autre part ; ce sont surtout les besoins des exploitants qui ont été pris en compte, et la chaîne cinématique découle de ces contraintes.

Évelyne Marielle (RC) : Vous nous avez parlé beaucoup de technique, mais qu'est-ce que le R 312 va apporter de plus, d'une part aux voyageurs, d'autre part aux machinistes ?

Gérard Saint-Aubin : Pour les usagers, un plancher bas de 560 mm, donc une meilleure accessibilité et un nouveau design du véhicule. Tels étaient les souhaits des exploitants pour la définition de ce nouvel autobus. Par ailleurs, un meilleur confort intérieur : sièges séparés, meilleure climatisation et ventilation, désenbuage des baies, meilleur éclairage, information plus complète.

Jean-Paul Schneider (NE) : Est-ce que les voyageurs ont été associés à cette démarche ? Est-ce qu'on les a interrogés sur leurs besoins ?

Gérard Saint-Aubin : Oui, notamment les élus ont répercuté les souhaits des voyageurs : l'association des maires de France était impliquée dans l'affaire et, dernièrement, le GART, le Groupement des Autorités Responsables de Transport, suit l'évolution du R 312 et donne son avis sur certaines améliorations possibles ; on a encore de la latitude, ne serait-ce qu'au niveau du design intérieur.

Évelyne Marielle : D'autre part, la prise en compte des souhaits des voyageurs a été assurée à partir d'enquêtes auprès des usagers conduites par un groupe de travail ad hoc constitué sous l'égide de la DTT, et auquel a largement participé la cellule marketing de la RATP qui a fait diverses préconisations.

René Hérault (FC) : A-t-on prévu un dispositif particulier pour l'accessibilité des handicapés ?

Gérard Saint-Aubin : Le problème a été abordé, RVI étudie un système pour l'un des véhicules probatoires.

Gérard Garnier (RP) : Vous avez indiqué deux hauteurs possibles pour la première marche, 260 mm et 340 mm, est-ce que le parti est retenu pour la RATP ?

Gérard Saint-Aubin : L'abaissement est une option, c'est l'exploitant qui choisira après les essais sur les véhicules probatoires.

Michel Christen (GP) : Est-ce que cet autobus a prévu un système pour le comptage des voyageurs ?

Gérard Saint-Aubin : Oui, car il dispose de marches sensibles pour la sécurité des portes qui permettent le comptage des voyageurs.

En ce qui concerne les avantages pour les machinistes, le poste de conduite a été remodelé de manière à offrir une bonne ergonomie et un accès aisé à toutes les commandes : le volant se déplace pour permettre au conducteur de s'installer à sa main. RVI a travaillé sur cette question, la RATP aussi et des tests ont été faits sur 1 500 machinistes.

Alain Sniter (TT) : A-t-il été prévu de placer des systèmes d'aide à la conduite pour le machiniste ?

Gérard Saint-Aubin : Le groupe projet avait sensibilisé RVI sur ce problème en préconisant l'installation d'une armoire susceptible de loger tous les équipements nécessaires derrière le conducteur.

Notre groupe projet s'est limité à

l'étude du véhicule, tout ce qui était Systèmes d'Aide à l'Exploitation (SAE) et équipements analogues n'a pas été pris en compte, sauf à prévoir une alimentation de courant. Tous les périphériques du véhicule ont été laissés de côté. C'est l'affaire des exploitants...

Christian Guibert (PF) : J'ai deux questions : D'une part, est-ce que les agents de l'exploitation et de l'entretien ont participé à la définition du matériel ? D'autre part, est-ce que les problèmes liés à l'exploitation ont déjà été plus ou moins intégrés dans la définition du matériel ?

Gérard Saint-Aubin : Dès le début du projet en 1974, des groupes de travail ont été créés et prenaient en compte les besoins des exploitants (il faut que l'autobus permette différents diagrammes d'aménagement et offre une meilleure accessibilité) et, parallèlement, les besoins de la maintenance et de l'entretien.

Consommation

Pierre Marteau (NE) : J'aimerais avoir des renseignements pour situer ce projet du point de vue de la consommation, du point de vue de la pollution et du point de vue du coût.

Georges Canal (RT) : Un grand nombre de recherches envisagent d'optimiser la consommation d'énergie : on escompte des économies de l'ordre de 15 à 20 % avec les programmes COREBUS et AUROCH.

D'une part, avec le système COREBUS, on escompte un gain d'environ 5 % dû à la suralimentation du moteur diesel et au fait qu'on travaille à un régime plus bas ; ces estimations seront vérifiées sur les prototypes 1 et 3 sur lesquels RVI effectue des tests. D'autre part, dans le cadre du programme AUROCH, grâce à l'utilisation d'une commande et d'une régulation électronique du groupe motopropulseur qui permet de travailler dans des zones de consommation optimales,

et grâce à la récupération d'énergie de freinage. La difficulté à cet égard est l'implantation des réservoirs oléo-pneumatiques qu'on envisage de mettre sur le toit.

Cela dit, dans le R 312, beaucoup d'énergie sera dépensée par un plus grand confort : davantage de chauffage, de désembuage, de dégivrages, des annonces aux arrêts, etc., il faut donc raisonner par rapport au SC 10 toutes choses égales.

Gérard Saint-Aubin : En ce qui concerne le coût de l'autobus, le parti pris avec RVI au départ est qu'il ne dépasse pas de plus de 10 % celui du véhicule actuel. Cependant, le coût de commercialisation est lié à divers problèmes d'industrialisation : il faudra limiter les choix en matière de peinture, d'aménagements particuliers, etc.

André Ferrière (NS) : Y a-t-il des recherches sur les véhicules électriques ?

Gérard Saint-Aubin : Nous suivons des développements dans le cadre de l'AVERE (*). Mais toutes les expérimentations faites jusqu'ici en Allemagne, à Essen par exemple, ne sont pas très concluantes.

Georges Canal : La capacité des batteries ne permet pas leur utilisation sur les véhicules actuels de transport en commun. En outre, ces véhicules ont des composants électriques de puissance massive qui se prêtent mal à leur insertion dans l'autobus actuel.

Il faudrait faire des progrès dans les recherches de générateurs électrochimiques pour qu'on arrive à des capacités de l'ordre de 120 à 150 ampères par kilo. Ce n'est qu'à ce moment-là qu'on pourrait envisager l'utilisation de l'autobus autonome électrique.

Jean-Pierre Biard (GS) : Quelle sera la part des organes mécaniques d'origine étrangère dans le R 312 ?

Gérard Saint-Aubin : Nous en sommes seulement à la phase prototype. RVI a pris le parti d'utiliser une boîte allemande puisqu'elle existait ; je pense que, dans l'avenir, on pourra peut-être utiliser une boîte fabriquée en France, le service RT pousse fortement dans cette direction. Quant aux autres composants, pour le moment, ce ne sont que des prototypes, il faut pousser les constructeurs français.

Yves Schwartz (PF) : La capacité de cet autobus est-elle différente de celles des véhicules actuels ?

Gérard Saint-Aubin : Du même ordre, sinon meilleure, malgré la perte de place à l'arrière, mais des versions articulées sont également à l'étude.

La gamme R 312

Gérard Teilhout (FE) : La version articulée bimode n'entre-t-elle pas en concurrence avec le tramway ? Depuis deux ans, on entend beaucoup parler du tramway et je suis surpris que la recherche ne l'évoque pas...

Gérard Saint-Aubin : L'articulé n'est pas tout à fait le concurrent du tramway, mais RVI étudie un véhicule à trois caisses et deux articulations dérivé de la gamme R 312, sous le nom de « Mégabus ».

Georges Canal : Dans le cadre d'un groupe de travail, la RATP et RVI ont étudié les diverses solutions cinématiques possibles : la solution Mercedes, la solution MAN, la solution qui résulte du projet de la ville de Rouen. En définitive, on a opté pour une solution proche de celle de MAN sans roues directrices à l'arrière. Comme ce « Mégabus » doit s'inscrire dans la gamme R 312, avec un moteur transversal à l'arrière, cela crée quelques sujétions. Cela dit, on en est encore à la pré-étude, à la recherche de solutions alternatives au tramway qui auraient l'avantage de circuler sur la voie publique sans guidage, d'offrir une capacité de 160 à 180 voyageurs

(*) Association européenne des Véhicules Électriques Routiers.

et, peut-être, d'avoir un coût moindre.

Jean Hubaut (FC) : Compte tenu de la longueur de près de 12 m du R 312, est-ce que tous les itinéraires parisiens sont accessibles ou est-ce que vous allez vous retrouver avec deux longueurs de caisses différentes comme pour le standard ?

Gérard Saint-Aubin : Il n'y aura qu'un véhicule : celui de 12 m ; nous avons fait des essais avec un véhicule test de RVI sur lequel on avait implanté le gabarit du R 312 et qui disposait de la même cinématique ; on n'a pas rencontré de problème.

Philippe Ventejol (RC) : Ce surcoût de 10 % comprend-il les modifications d'installations fixes nécessaires à l'exploitation et à l'entretien du matériel ?

Gérard Saint-Aubin : Dans les 10 %, il y a seulement le surcoût du véhicule.

Pierre Beuchard (FC) : Est-ce qu'il y a des engagements de commande ?

Gérard Saint-Aubin : Seulement verbaux, mais les exploitants sont suffisamment engagés dans les op-

tions prises sur le véhicule pour que RVI ait une assurance suffisante...

Jean-Yves Béguec (PF) : Est-ce que vous avez intégré la possibilité d'exporter dans des pays étrangers, dans les autres villes françaises ?...

Gérard Saint-Aubin : Un groupe projet créé par l'UTP a élaboré un véhicule français. RVI a pris en compte le besoin d'exporter ce véhicule mais le plancher bas et l'implantation des roues de faible diamètre en limitent l'utilisation à certains marchés ; il ne peut être implanté que dans des sites urbains très équipés ; éventuellement, une autre version peut être prévue avec des roues plus importantes...

Hubert Nove-Josserand (GS) : Est-ce que ce programme peut avoir, moyennant modifications j'imagine, des applications pour les pays en voie de développement ?

Gérard Saint-Aubin : Le véhicule R 312 est typiquement urbain du fait notamment du plancher bas. Cela dit, RVI développe le R 332, véhicule interurbain qui correspondrait mieux à l'infrastructure de ces pays et pourrait y être utilisé.

Émile Gaumart (RC) : Votre thème, l'autobus futur, a priori,

n'est pas le R 312. Or, une des grandes batailles engagée par le gouvernement est la reconquête du commerce extérieur. Dans cette perspective, ne comptez-vous pas recentrer un peu ce thème de l'autobus futur pour essayer de développer un produit qui soit plus présent sur le marché des pays en voie de développement. La RATP n'a-t-elle pas un rôle incitatif à avoir dans ce domaine à l'égard de RVI notamment ?

Gérard Saint-Aubin : La RATP n'a pas un rôle de constructeur, mais une vocation de conseil à l'exploitation. On peut certes promouvoir le véhicule, mais le véhicule est ce qu'il est ; ce sont les contraintes françaises qui ont amené à le définir.

Actuellement, il y a une mission à Mexico qui cherche à définir un autobus utilisable dans ce pays, je souhaite fortement que ce soit le R 312.

Edith Heurgon : Il s'agit là d'une question essentielle. Si la perspective de l'exportation n'a pas été prise en compte explicitement par le groupe projet qui a conçu le R 312, pour l'avenir il faudrait sans doute élargir nos perspectives et le type de collaboration à mettre en œuvre avec les industriels devrait en tenir compte. ■

LE SYSTÈME SACEM

par Christian Galivel, Inspecteur à la Direction des services techniques.

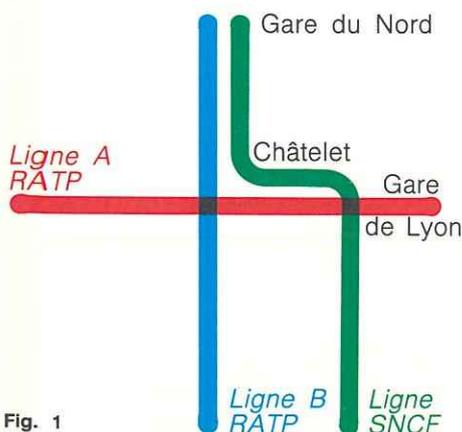


Fig. 1

L'ORIGINE de SACEM remonte au début des années 1970 lorsque la SNCF et la RATP envisagèrent l'interconnexion de leurs lignes avec l'utilisation du tronçon Gare de Lyon - Châtelet - Gare du Nord (figure 1).

Les intervalles d'exploitation devenaient alors de 60 secondes pour des trains de 312 m, ce qui donnait, en prenant comme marge d'exploitation 10 secondes, un intervalle technique de 50 secondes.

Le temps de stationnement des trains à quai étant fixé à

50 secondes, l'intervalle entre trains à quai passait ainsi à 120 secondes.

L'impossibilité de réaliser de telles performances en garantissant la sécurité des voyageurs et du personnel aboutit à la nécessité d'imaginer un nouveau système.

Se surajoutèrent à cette volonté plusieurs objectifs :

— ce nouveau système devait être adaptable à divers types d'exploitation, qu'ils soient RER, métro ou étrangers ; la modularité du système devenait alors une condition nécessaire ;

— le système devait être adaptable facilement à l'environnement (circuits de voie, perturbations électromagnétiques...), ce qui impliquait de s'affranchir des supports de transmission, des technologies et des techniques;

— le système ne devait pas comporter de tapis ou de câbles continus sur la voie, mais utiliser le rail de roulement comme support de transmission afin de minimiser le matériel au sol et d'être transparent vis-à-vis de l'entretien des voies

Les études qui furent menées pour répondre à ces différents objectifs furent à l'origine de ce qui devint le SACEM, système développé conjointement par la SNCF et par un groupe interdirection de la RATP.

Aspects fonctionnels du SACEM

SACEM signifie : Système d'Aide à la Conduite, l'Exploitation et la Maintenance.

Les différentes fonctions ou modules que propose SACEM explicitent clairement le sigle choisi.

Contrôle Continu de Vitesse (KCV)

Le noyau du système autour duquel peuvent s'articuler différentes options est le « Contrôle Continu de Vitesse », encore appelé « KCV ». La caractéristique de ce KCV est que, installé à bord de chaque train, ce module contrôle en permanence la marche de ce dernier.

Ce contrôle continu de vitesse doit s'assurer à tout instant, et quel que soit le mode de conduite du train, que le comportement de celui-ci n'engage pas la sécurité et que le train se maintient à l'intérieur d'une courbe de contrôle qui garantit celle-ci :

- contre tout défaut de transmission;
- contre tout défaut du système lui-même;
- contre une panne du matériel roulant comme par exemple un blocage traction;
- contre toute erreur de pilotage, qu'elle soit humaine ou qu'elle soit

due à un pilote automatique, si celui-ci existe et s'il est en fonctionnement.

Le seul mode d'action du contrôle de vitesse, lorsqu'il détecte une anomalie de fonctionnement allant contre la sécurité, est le Freinage d'Urgence (FU) qui place ainsi le train dans la configuration sécuritaire la plus stable.

Ce contrôle continu de vitesse est le cœur de SACEM. Les fonctions qui vont être évoquées ci-dessous sont purement optionnelles; elles peuvent ou non s'intégrer au système, suivant le choix de l'utilisateur.

Contrairement au contrôle de vitesse, ces modules ne sont pas conçus en sécurité et n'en auront pas la charge.

Signalisation en Cabine (Cab-Signal)

Le SACEM peut certes fonctionner sur la signalisation latérale, mais a été étudié un module appelé « Signalisation en Cabine » ou encore « Cab-Signal », permettant de visualiser en clair au niveau de la cabine du conducteur les informations nécessaires à une conduite manuelle souple et facile.

Sachant qu'une diminution de l'intervalle d'exploitation est obtenue par un découpage fin des cantons en sous-cantons, une conduite manuelle respectant cet intervalle est rendue possible par l'utilisation de cette signalisation en cabine associée à une annulation des signaux latéraux; ce qui, tout en permettant une bonne ergonomie de la conduite, économise l'installation d'une nouvelle signalisation.

L'aspect précis que revêtira en cabine le Cab-Signal sera déterminé par une étude ergonomique menée en liaison avec les services de l'exploitation.

Pilotage Automatique (PA)

Le module « Pilotage Automatique » ou « PA » doit pouvoir asservir le train sur divers types de marches, qu'elles soient tendues, économiques ou autres.

Il doit :

- assurer la précision des arrêts en station;
- choisir le point d'arrêt en gare

en fonction de la longueur du train sur lequel il est implanté;

— respecter les ordres de la régulation;

— assurer la mission du train et le confort des voyageurs.

Bien entendu, ce module doit respecter les conditions de sécurité, en vitesse comme en espacement. Il est, de plus, conçu différemment du contrôle de vitesse afin que son usage introduise une redondance.

Ses performances devant être indépendantes des caractéristiques particulières à chaque train, son intérêt est d'assurer la régularité de la marche des trains tout en autorisant son optimalité puisque le PA permet une marche aux limites de la courbe de sécurité.

Un bon usage du pilotage automatique à Paris serait de le réserver pour l'heure de pointe, dans le cas où l'intervalle demandé par l'exploitation est trop contraignant pour permettre une conduite manuelle.

Dispositif d'Aide à la Maintenance (DAM)

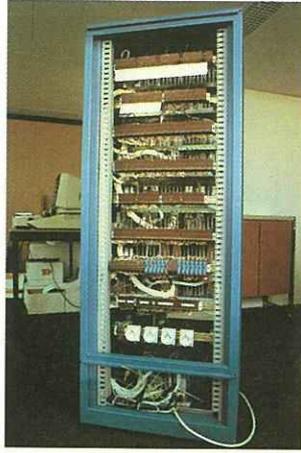
Un module « DAM », c'est-à-dire « Dispositif d'Aide à la Maintenance », peut également s'intégrer dans le schéma général du SACEM.

Ce module, dont l'objet est de contrôler les divers échanges d'information, a pour objectif de faciliter la maintenance de premier niveau et d'améliorer la disponibilité du système. Son noyau en sera un système expert.

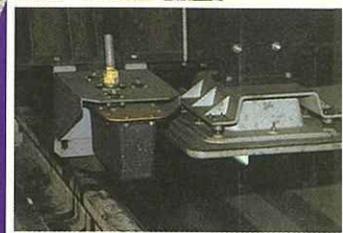
En indiquant en cas de panne ou de défaut du système quel est le module fonctionnel incriminé, il doit rendre possible une reconfiguration ou un éventuel mode dégradé, favoriser l'échange standard en terminus de ligne du module défaillant et préserver ainsi la disponibilité du système.

Le DAM a également un rôle à jouer dans la mise au point du système, dans le suivi des équipements et dans l'étude statistique des diverses fiabilités, assurant ainsi une bonne connaissance des évolutions de la vie des matériels et facilitant les éventuelles interventions ou modifications.

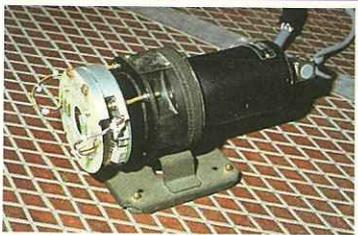
Calculateur sol
(matériel en station).



Calculateur train
(matériel embarqué).



Capteur
émission
/réception
(matériel
embarqué).



Roue phonique
(matériel embarqué).



Balise
(matériel à la voie).



Transmission par les rails
(matériel à la voie).

Aspects techniques et matériels

SACEM se présente donc sous la forme de quatre modules, dont trois sont optionnels (PA, DAM et Cab-Signal) et qui s'articulent autour du contrôle de vitesse.

La démarche adoptée pour réaliser ces différentes fonctions a conduit :

- d'une part, à une répartition figée des activités entre sol et train ;
- d'autre part, à ce que les principaux traitements soient réalisés en embarqué.

Le matériel SACEM est donc décomposable en matériel à la voie, en matériel en station et en matériel embarqué à bord des trains.

Matériel à la voie

Au niveau de la voie se trouvent les divers éléments de transmission qui sont :

- Une transmission continue par les rails permettant l'envoi aux trains d'informations numériques.

Dans le cadre de SACEM, deux types de transmissions, compatibles entre elles, ont été réalisés.

La sécurité de cette transmission ne dépend pas de la technique ou de la technologie utilisée, mais repose sur le codage de l'information. Ce qui autorise tout changement du support de cette transmission, que l'on pense à un système radio ou à un câble rayonnant.

- Des balises ponctuelles utilisées pour initialiser ou relocaliser le système.

Le message codé d'une balise d'initialisation fournit la connaissance du sens de marche, l'initialisation possible du système et assure la sécurité de la transmission continue puisque la clé et le canal de celui-ci sont contenus dans le message.

Dans le cas d'une balise de localisation, l'information est fournie par la position physique de la balise, le codage du message assurant sa sécurité.

- Une transmission ponctuelle à faible capacité dans le sens train-sol,

utilisée principalement pour l'annulation de la signalisation latérale.

— Une transmission ponctuelle bilatérale à grande capacité permettant :

— au DAM d'échanger avec le sol ses informations ;

— au train de fournir à l'exploitation divers renseignements ;

— de supporter un système performant de régulation.

Cette liaison haute fréquence devrait être indépendante de SACEM qui n'en serait qu'un utilisateur.

Matériel en station Matériel embarqué

Le matériel en station est composé de matériel électronique et de calculateurs permettant de traiter et de gérer les informations de la voie et de les transmettre aux trains.

Le matériel embarqué à bord des trains est composé de l'électronique permettant de réceptionner ces informations, des capteurs nécessaires à la mesure de position et de vitesse, et des calculateurs permettant d'élaborer toutes les fonctions du SACEM, à raison d'un calculateur par fonction.

Le découpage du matériel, aussi bien au sol qu'embarqué, doit suivre le découpage fonctionnel et présenter différents modules KCV, PA, DAM et Cab-Signal, articulés autour d'un bus où transite l'information.

Trois points importants concernant ce matériel sont à préciser :
— le cœur et les principes de nombre de cartes électroniques, ainsi que des calculateurs, sont communs aux installations fixes du sol et aux installations embarquées à bord des trains, de façon à assurer le maximum d'universalité et à minimiser les coûts de développement et de maintenance ;

— cette maintenance est intégrée directement au niveau de la conception des cartes électroniques par l'implantation de points tests étudiée en fonction de la maintenabilité ;

— enfin, le point primordial par toutes les conséquences qu'il implique et que nous développerons plus particulièrement dans la suite de cet exposé est l'introduction, au niveau d'un système de sécurité, de circuits

intégrés numériques et de microprocesseurs ; cette introduction étant rendue nécessaire par la complexité des traitements exigés par SACEM et par la puissance de calcul du microprocesseur ainsi que de la souplesse qu'il offre.

Fonctionnement du système

Considérons le cas d'un train équipé du SACEM sur une zone couverte par le système.

Par une balise d'initialisation, le train a acquis la connaissance :

— du canal de la transmission continue ;

— du code de celle-ci ;

— d'un point origine de référence.

Par ses capteurs, le train connaît sa position, sa vitesse, son accélération.

Ayant connaissance du canal de transmission et de son code, le train peut recevoir en sécurité du sol, et par la transmission par les rails : les invariants de la ligne, c'est-à-dire toutes les particularités de la ligne à parcourir (position des signaux, des aiguillages, valeur des pentes, etc.) et toutes les particularités des équi-

pements SACEM, position des balises... Il reçoit également les variants de la ligne, c'est-à-dire l'état d'occupation de la voie devant lui.

Utilisant les balises de localisation positionnées le long de la ligne, le train possède des points de référence qui l'affranchissent de la dérive de ses capteurs.

Ces balises assurent également par leur positionnement la précision d'arrêt du PA.

Ayant connaissance de la cinématique du train, des variants et des invariants de la ligne, les différents modules peuvent exécuter leur tâche et le contrôle de vitesse, en particulier, calcule la courbe de contrôle qui protège le train et dont le franchissement déclenche le freinage d'urgence (*figure 2*).

Logiciels et calculateurs

Pour répondre aux besoins qui se font jour, il est devenu indispensable d'utiliser toutes les possibilités offertes par le progrès des technologies micro-informatiques.

Ainsi, dans le cadre de SACEM, pour pouvoir gérer des transmis-

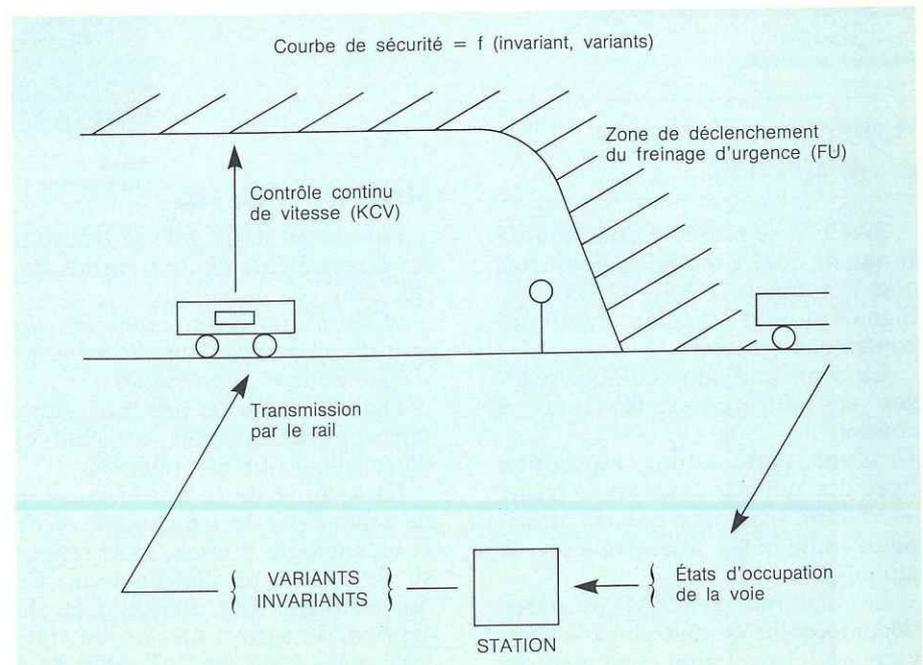


Fig. 2

sions aux débits importants et effectuer l'ensemble des calculs et traitements requis, on retrouve associé à chaque module fonctionnel le microprocesseur.

Si des modules purement fonctionnels et qui ne participent pas à la sécurité, comme le pilote automatique ou le DAM, intègrent chacun un microprocesseur 68 000 Motorola 16 bits (microprocesseur le plus puissant actuellement sur le marché), le contrôle de vitesse sur lequel repose la sécurité du système possède également une architecture à base de microprocesseurs.

Or, une caractéristique de ces circuits est que ce qui était la philosophie naturelle de la RATP en matière de sécurité, à savoir la philosophie de la sécurité intrinsèque, ne leur est plus applicable et qu'il faut passer à une philosophie fondée sur le calcul des probabilités de défaillance où chaque erreur devient une quantité aléatoire à laquelle est affectée une probabilité d'occurrence.

Cette notion de sécurité probabiliste implique la recherche de nouvelles méthodes de conception, de réalisation et de certification.

C'est pourquoi nous mettrons l'accent sur deux axes de cette

recherche qui sont, non seulement une des clés de voûte du SACEM, mais qui peuvent être également utilisés dans d'autres systèmes de sécurité, qu'ils soient ferroviaires (signalisation) ou autres (milieu nucléaire).

Ces deux produits sont développés par SACEM pour répondre aux deux interrogations cruciales qui apparaissent dans l'usage en sécurité de calculateurs à base de microprocesseurs :

- Comment s'assurer de la valeur d'un logiciel ?
- Comment être sûr que le calculateur utilise correctement ce logiciel ?

Le logiciel

SACEM fait reposer la réalisation d'une grande partie de ses objectifs sur le logiciel pour profiter de la souplesse et de l'adaptabilité qu'il permet.

Le problème est qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de logiciels de sécurité, ni de méthode universelle pour en concevoir. En fait, la notion de logiciel sans erreur est illusoire.

D'où la nécessité de développer une approche très stricte du logiciel pour se protéger des erreurs, pour

que celles-ci n'affectent pas la sécurité du système, et pour garantir une bonne maintenabilité, facile et efficace.

Dans le cadre de SACEM a donc été élaboré un plan-qualité-logiciel qui a un double objectif :

- définir des méthodes et des outils de conception ;
- définir des méthodes et des outils de contrôle.

Les calculateurs

Si les spécifications fonctionnelles sont correctes, si le logiciel lui-même est correct, encore faut-il s'assurer, pour vérifier les objectifs de sécurité, que le calculateur utilisé :

- d'une part, ne recèle pas de pannes cachées ;
- d'autre part, exécute correctement le logiciel implanté.

Pour répondre à ces exigences, SACEM a développé deux calculateurs sécuritaires (ceux-ci sont compatibles entre eux).

Ces deux structures de calculateur sécuritaire impliquent chacune des philosophies différentes.

Structures bi-microprocesseur (figure 3)

La première structure dite « bi-microprocesseur » utilise la redondance matérielle de deux microprocesseurs 8 bits différents (un 6 800 Motorola et un 8 085 Intel) effectuant le même traitement et comparant au fur et à mesure leurs résultats.

De plus, chaque processeur utilise une part de son temps calcul pour s'autotester et pour tester son vis-à-vis.

Cette méthode exige une étude approfondie des matériels et une bonne connaissance des pannes les plus probables.

Structure mono-microprocesseur

La seconde structure développée par SACEM est d'une conception plus révolutionnaire car elle s'affranchit au maximum de la technologie et de la connaissance du matériel.

Elle est dite « mono-microprocesseur » car un seul microprocesseur 16 bits (un 68 000 Motorola) effectue l'ensemble des traitements.

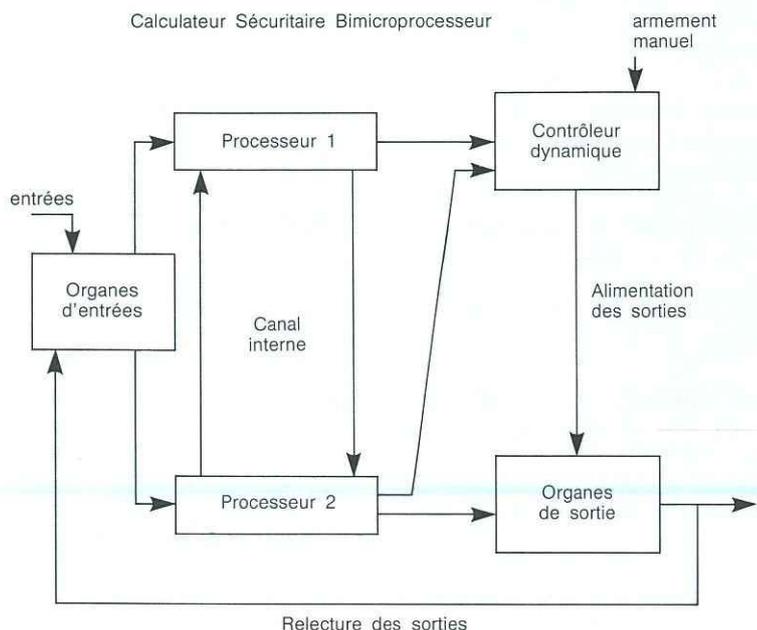


Fig. 3

Mais ces traitements sont intégralement codés et, dans ce cas, la sécurité est assurée par le code. Elle devrait de plus être calculable mathématiquement.

Conclusion

Cette présentation, certes trop brève pour être complète, voulait introduire en SACEM un système qui opère plusieurs transitions importantes.

Le découpage en modules fonctionnels tel qu'il est réalisé dans SACEM en vue d'obtenir une meilleure adaptabilité ou l'introduction de microprocesseurs pour la sécurité ferroviaire impliquent de nouvelles démarches, démarches qui devraient dépasser le cadre de SACEM.

Discussion

Application de SACEM sur la ligne A

Yves Amsler (GS) : Quel est l'objectif d'intervalle que doit permettre SACEM sur le RER ?

Christian Galivel : Sur la ligne A, l'intervalle minimal est aujourd'hui de 2 minutes 30 secondes. L'application du contrôle continu de vitesse pour la sécurité, l'annulation de la signalisation extérieure et l'utilisation du Cab-Signal, conduira à un intervalle de 2 minutes 15 secondes. Progressivement, les 2 minutes pourraient être atteintes avec un pilote automatique.

Michel Christen (GP) : Mais l'objectif n'était-il pas d'atteindre un intervalle d'une minute sur le RER ?

Christian Galivel : Deux minutes est l'objectif final avec un pilote automatique sur la ligne A.

Pierre Lecompte (FR) : Il n'y a pas contradiction : on peut faire une minute en interstation et deux minutes à quai, si chaque voie en ligne est dédoublée en station et donne accès à deux quais. L'objectif le plus délicat est de faire deux minutes à quai.

Jean Tissier (FC) : L'intervalle minimal reste en effet déterminé par le temps de stationnement : à cet égard, SACEM ne pourra rien sur le comportement des voyageurs... Sur le RER, il est très difficile de réduire le temps de stationnement au-dessous d'une minute. Sur deux minutes, il y a une minute de stationnement.

Serge Guibereau (FR) : Où en êtes-vous de l'avancement des études aux services techniques ? Le planning est-il respecté ?

Christian Galivel : Le marché a été signé en 1982. Au cours des dernières étapes, on a mis au point une maquette qui a permis d'étudier sur un train d'essai à Marne-la-Vallée la transmission continue, les balises au sol, le contrôle de vitesse. Actuellement, on va passer à l'étude du prototype des divers éléments ainsi qu'à l'examen du Dispositif d'Aide à la Maintenance. La mise en service de la ligne A est prévue en janvier 1987.

Dominique Chaumet (FR) : Sur quel matériel roulant est-il prévu d'implanter SACEM ?

Christian Galivel : Pour la ligne A, sur le MI 79, le MI 84, le MS 61.

Dominique Chaumet : Et en dehors de la ligne A ?

Christian Galivel : Il n'y a pas de projet précis d'implantation sur d'autres matériels. Il est toutefois envisagé de remplacer plus tard le pilotage automatique du métro par SACEM.

Jacques Mouron (PF) : Qu'est-ce qu'apporte SACEM par rapport au pilotage automatique ? Pourquoi n'avons-nous pas mis sur le RER un

système de pilotage automatique tel qu'il en existe sur le métro ?

Christian Galivel : Il y a plusieurs réponses. Il y a des fonctions offertes par SACEM qui sont différentes de celles du pilotage automatique du métro. SACEM, c'est un ensemble qui englobe si l'on veut un pilotage automatique, mais qui peut être tout autre chose.

Une autre différence concerne le mode de conduite. Avec un pilotage automatique, la conduite est automatique et le conducteur n'agit plus. Avec le SACEM tel qu'il sera installé sur la ligne A, le conducteur peut choisir la CMC (Conduite Manuelle Contrôlée), il est alors responsable des performances de son train et du confort des passagers.

Il y a aussi une réponse technique, qui concerne les performances et le matériel utilisé et qui est très importante pour l'exportation.

Noël Guillou (FC) : Un autre avantage important par rapport au pilotage automatique du métro, c'est qu'on va pouvoir se passer du câble programme inscrit dans la voie, ce qui facilitera l'installation et diminuera le coût, et évitera toute interruption en cas de travaux ultérieurs. Dans SACEM, le rail sera un support plus disponible et plus stable.

Jean-Pierre Biard (GS) : Une question sur le processus de décision de SACEM : la solution SACEM s'imposait-elle technologiquement ou pouvait-on envisager des alternatives ?

Christian Galivel : En ce qui concerne la ligne A, on a comparé du point de vue des performances, du point de vue ergonomique et des problèmes de conduite, du point de vue des coûts, non seulement le pilotage automatique tel qu'il existe sur le métro, mais tous les systèmes qui fonctionnent ailleurs : le système TGV, le système de Marseille, les systèmes étrangers.

La conclusion a été qu'il fallait concevoir un nouveau système qui réponde aux spécifications de SA-

CEM. En ce qui concerne les coûts, SACEM doit coûter moins cher qu'un autre système. Sur une ligne de métro, le gain devrait être près de 50 % comparé au pilotage automatique 135 kHz; sur le RER, entre 15 et 20 %.

François Noir (GS) : Est-ce que ce n'est pas gênant d'avoir plusieurs objectifs différents ? Est-ce que ça ne compromet pas le résultat ?

Christian Galivel : Je pense qu'ils sont complémentaires : la sécurité est le souci principal d'un système qui doit aider à la conduite, à l'exploitation et à la maintenance. Mais, on a adopté une conception modulaire : le contrôle de vitesse a comme objectif principal la sécurité, les autres modules sont là pour réaliser les autres objectifs. En outre, un système qui veut être efficace ne peut plus maintenant ignorer les problèmes d'ergonomie de conduite et de maintenance.

Yves Schwartz (PF) : Quel est le progrès que représente le contrôle continu de vitesse par rapport à la conduite manuelle contrôlée ?

Christian Galivel : Si on veut abaisser l'intervalle entre trains, le contrôle ponctuel, dans le cadre de la ligne A, est insuffisant car il n'existe pas de section tampon associée à ce contrôle, comme cela existe sur le métro. Un contrôle continu de vitesse permet d'arrêter le train dans tous les cas avant l'obstacle. Le train est contrôlé en vitesse, en itinéraire et en espace-ment.

Pierre Lecompte : Il y a une différence de philosophie : dans un cas, on aide le conducteur à conduire; dans l'autre cas, on surveille un peu ce qu'il fait...

Christian Galivel : Si tout se passe bien, c'est transparent pour le conducteur qui ne voit pas le contrôle de vitesse : on n'intervient que si la sécurité est mise en défaut...

Le rôle du conducteur

Évelyne Leloup (P) : Avec le contrôle continu de vitesse, le dispositif d'aide à la maintenance, je ne vois pas trop quel est le rôle du conducteur à bord des trains. Que lui reste-il comme responsabilité et comme marge d'autonomie ?

Christian Galivel : D'abord, le pilotage automatique ne sera utilisé qu'aux heures de pointe et si les intervalles d'exploitation sont trop contraignants pour une conduite manuelle.

En ce qui concerne la maintenance, le but est de garantir la disponibilité du système. Pour le moment d'ailleurs, le conducteur ne joue pas un grand rôle dans la maintenance. Si les pannes sont détectées rapidement, si le matériel est remis en état le plus vite possible, cela ne peut que favoriser son travail. Quant au contrôle de vitesse, je répète qu'il n'est là que pour garantir la sécurité. Si l'on abaisse les intervalles d'exploitation comme c'est demandé sur la ligne A et qu'il y a erreur de conduite, le conducteur n'aura pas le temps de réagir. En ce qui concerne la signalisation en cabine, cela ne peut que favoriser la conduite puisqu'on lui signale au meilleur moment les divers changements de la signalisation; éventuellement, au niveau de la maintenabilité, on peut afficher dans la cabine des messages lui permettant de mieux connaître son système et d'améliorer sa conduite.

Jean Tissier : Il est évident que la conduite d'un train consiste à régler le mouvement du train; tout ce qu'on peut dire, c'est qu'il y a une limitation de vitesse dans des conditions qui ont été déterminées et que le système vise à contrôler cette vitesse. C'est l'intérêt fondamental de ce système par rapport au pilotage automatique tel qu'il est utilisé sur le métro de Paris.

Christian Guibert (PF) : Est-ce que vous avez pensé aux divers effets que peut provoquer l'innovation technologique ? Comment va-t-elle

transformer les rapports des différents acteurs de l'exploitation ? Avez-vous abordé ces problèmes-là à côté de la procédure technique de mise en œuvre de SACEM ?

Christian Galivel : La procédure technique est là pour répondre aux demandes fonctionnelles de l'exploitation : d'une part, une demande de sécurité qu'il ne faut pas confondre avec un pilote automatique, le contrôle de sécurité est là pour y répondre. D'autre part, une demande ergonomique : la signalisation en cabine est là pour permettre une conduite souple, facile, efficace. Enfin, au niveau de cette signalisation en cabine, la définition exacte sera à voir avec les gens de l'exploitation et comportera une confrontation éventuelle avec les conducteurs.

Jean-Yves Beguec (PF) : Et, au niveau du PCC, comment ça se passe ?

Christian Galivel : La gestion des trains s'effectue de façon décentralisée. Au niveau du sol, il y a plusieurs calculateurs installés le long de la ligne, qui assurent la gestion du système, de façon indépendante du PCC.

Jean Tissier : Le PCC de la RATP n'intervient pas dans la sécurité de circulation des trains, ces deux fonctions sont complètement séparées. Il fait de la régulation, détermine des manœuvres, mais ne joue aucun rôle dans le contrôle de la sécurité de la circulation des trains.

La sécurité

François Noir : Le fait d'avoir un système très sophistiqué permet-il d'atteindre un niveau de sécurité plus grand ? Vous avez fait une courte allusion à la protection du système contre lui-même : plus il y a d'organes, plus il y a de chances qu'ils tombent en panne.

Christian Galivel : Il ne faut pas confondre la complexité du système avec le fait qu'il aura plus d'or-

ganes. Au contraire, l'utilisation des microprocesseurs réduit considérablement le nombre de matériels, et l'un des objectifs du SACEM est de minimiser le matériel, notamment au sol; ce n'est pas parce que l'on fait davantage de choses qu'il y a forcément plus de matériel...

François Noir : Par ailleurs, est-ce qu'il y a un seul comportement de freinage d'urgence ?

Christian Galivel : Le contrôle de vitesse n'agit que par freinage d'urgence...

François Noir : N'accroît-on pas le risque dans le comportement global de plusieurs trains lorsqu'on décide un freinage d'urgence à l'heure de charge ?

Christian Galivel : Absolument pas, s'il y a un problème sur un train, la seule chose à faire c'est de l'arrêter au plus vite, sachant que tous les trains sont protégés par une courbe de sécurité.

Serge Guibereau : Au niveau du service du matériel roulant, on ne se contente pas de monter le SACEM, c'est-à-dire le bloc électronique et le câblage, on prévoit des situations dites dégradées et on envisage actuellement des études liées à la mise en œuvre du SACEM pour qu'on puisse l'utiliser de manière satisfaisante à l'automne 1986.

Il y a des actions qui sont menées sur le matériel roulant pour assurer la sécurité et, en particulier, pour que le freinage d'urgence soit réalisé à 0,85 m/s². C'est à nous d'obtenir ce résultat.

Alain Kerebel (FC) : Est-ce que le SACEM pourra contrôler en permanence l'efficacité de freinage et vérifier les performances annoncées par M. Guibereau ?

Christian Galivel : L'objectif n'est pas de faire un espionnage du train. Le freinage d'urgence est quelque chose qui nous est garanti par le Service du matériel roulant.

Noël Guillou : Une question au sujet de la sécurité probabiliste. Vous avez évoqué deux méthodes, la première qui consiste à utiliser deux microprocesseurs, la seconde un seul microprocesseur; cette seconde recherche est-elle entièrement nouvelle ou y a-t-il déjà des applications dans le monde d'utilisation d'un seul microprocesseur en matière de sécurité ?

Christian Galivel : C'est entièrement nouveau pour les deux systèmes du moins pour la RATP. La conception du premier système appelé bi-microprocesseur est nouvelle non seulement par les redondances à chaque instant des différents calculs, mais parce qu'il y a une partie d'autotest et une partie de test du microprocesseur qui est en vis-à-vis.

Quant au second système mono-processeur, c'est aussi entièrement nouveau, mais beaucoup plus révolutionnaire dans le sens où la philosophie utilisée est également nouvelle. Au niveau utilisation en sécurité d'un microprocesseur avec un codage de l'information, ce n'est utilisé pour le moment par personne.

Gérard Teilhout (FE) : Pourriez-vous expliquer simplement comment, par un codage, on peut assurer la sécurité ?

Christian Galivel : On code toutes les informations de façon à se protéger des risques possibles d'erreurs, dues à d'éventuelles perturbations, à des parasites, à des erreurs du matériel, à des pannes de processeur, etc. Dès qu'une erreur se produit, le code le signale. Le codage consiste donc à adjoindre au mot utile diverses informations redondantes sur lesquelles vont s'effectuer les traitements : dès qu'une erreur sur le mot s'introduit, elle entraîne la modification d'un ou plusieurs bits sur la partie redondante de l'information. Comme on le compare à une information mémorisée qui représente le bon fonctionnement du système, on détecte ainsi les erreurs. La sécurité repose donc sur le nombre de bits de

redondances que l'on peut se permettre d'ajouter.

Jacques Veinberg (GP) : Quelle est la fiabilité obtenue ? A-t-on une idée de la sécurité en automatique ?

Christian Galivel : Les études sont en cours; l'objectif recherché et vers lequel on tend c'est 10⁻¹² par heure pour les équipements...

Dominique Chaumet : Qui va faire la validation des logiciels impliqués dans la sécurité et quand ? Le DERA a travaillé à la validation du PA 135 kHz, envisage-t-on une procédure équivalente pour le SACEM ?

Christian Galivel : L'homologation du logiciel est un travail qui revient à la RATP, il sera sans doute fait en liaison avec l'extérieur, avec des universités notamment qui travaillent sur ces questions.

Yves Amsler (GS) : Qui finance cette recherche ?

Christian Galivel : La RATP pour environ 60 %, la SNCF pour 30 %, et les constructeurs pour 10 %.

Edith Heurgon : S'agissant des logiciels de sécurité, il y aura une aide du Ministère de l'industrie et de la recherche dans le cadre du programme Transports terrestres.

Pierre Darrort (SE) : J'ai cru comprendre que votre réflexion avait surtout porté sur des problèmes de sécurité, il me semble que vous vous êtes centrés sur la sécurité du produit; je voudrais vous poser la question suivante : êtes-vous sûr de votre produit ?

Je vous livrerai en outre une petite anecdote en signalant que sur les lignes aériennes américaines, depuis le 1^{er} septembre, il est interdit aux voyageurs de travailler sur des micro-ordinateurs portables car ceux-ci interfèrent avec les systèmes de liaison entre l'avion et les tours de contrôle. Est-ce que vous avez intégré ce phénomène extérieur dans vos réflexions ?

Christian Galivel : Première partie de votre question, c'est vrai qu'un des objectifs principaux du SACEM c'est la sécurité; mais il y a trois modules fonctionnels qui ont un rôle important.

Quant à votre anecdote, c'est tout à fait vrai en ce qui concerne la transmission; mais, comme je l'ai dit, tous les traitements sont codés. Dans le cas d'une perturbation, qu'elle soit due à un micro-ordinateur embarqué par quelqu'un qui jouerait dans le train, ou le long de la ligne par des problèmes de téléphone ou d'autres parasites, cela peut réduire la disponibilité parce que les messages seront faux, mais le code assure la détection des erreurs et protège le système.

L'exportation

Guy Giorgi (FR) : Vous avez parlé de l'exportation. Je me demande si l'on n'est pas en train d'inventer un

nouveau Concorde qui ne volera pas, parce que le système est très compliqué et, s'il s'agit de le vendre en Allemagne, peut-être que les gens seront préparés, mais dans les pays en voie de développement qui ont besoin d'un métro, j'ai bien l'impression qu'on ne vendra rien du tout...

Christian Galivel : Qu'entendez-vous par compliqué ?

Guy Giorgi : Est-ce que ces gens-là sauront assurer la maintenance d'un système faisant appel à des techniques très nouvelles qui ne sont pas encore complètement explorées et dont on ne connaît pas encore complètement la fiabilité.

Christian Galivel : Je pourrais vous répondre d'abord que si SACEM est sur les rangs pour Singapour, en concurrence avec les autres systèmes classiques, c'est que les gens ne l'ont pas dédaigné.

Deuxièmement, l'intérêt d'avoir

des systèmes automatiques, c'est qu'ils intègrent des aides à la maintenance de premier niveau, le travail du DAM en quelque sorte revient à dire en clair aux responsables de la maintenance quel est le module fonctionnel en panne. Cela leur permet, en bout de ligne, de changer simplement le rack qui est en panne. C'est relativement faisable. Quant aux deuxième et troisième niveaux qui consistent à détecter la carte électronique en panne et, à la limite, le composant en panne, c'est plus le travail des spécialistes de la maintenance, qui disposent aussi de détection automatique de pannes par l'utilisation de testeurs ou d'autres produits. Alors, dans les pays en voie de développement, ce n'est pas évident qu'on ne sache pas utiliser ces systèmes. L'un des objectifs du marché français est l'Extrême-Orient qui n'est pas en retard dans l'utilisation de systèmes numériques. ■

LE SYSTÈME DE TRANSPORT ARAMIS

par Alain Sniter et Michel Gire, Ingénieurs chefs de division à la Direction des services techniques.



Maquette du doublet ARAMIS (dernière version).

Introduction

Après un bref rappel historique, j'aborderai successivement les principes et les performances du système ARAMIS, puis son intérêt tant du point de vue exploitation que du point de vue technique. Suivront quelques renseignements concernant l'application prévue sur la petite ceinture et le Centre d'Expérimentation Technique (CET).

Enfin trois thèmes seront abordés, portant respectivement sur ARAMIS et Recherche, ARAMIS et Structures, ARAMIS et VAL.

Rappel historique

Un bref rappel est nécessaire pour montrer que sous le vocable ARAMIS se cache une évolution très importante des principes du

système. En 1970, s'appuyant sur les PRT (Personal Rapid Transit), ARAMIS correspond à une desserte point à point sans arrêt; un voyageur monte à bord d'un petit véhicule de quatre places et compose sa destination. Les stations sont en dérivation.

En 1974, la desserte est semi-directe, le véhicule comporte alors six places. La désignation est pré-programmée par le système.

En 1977, la desserte est alors omnibus et le véhicule comprend dix places.

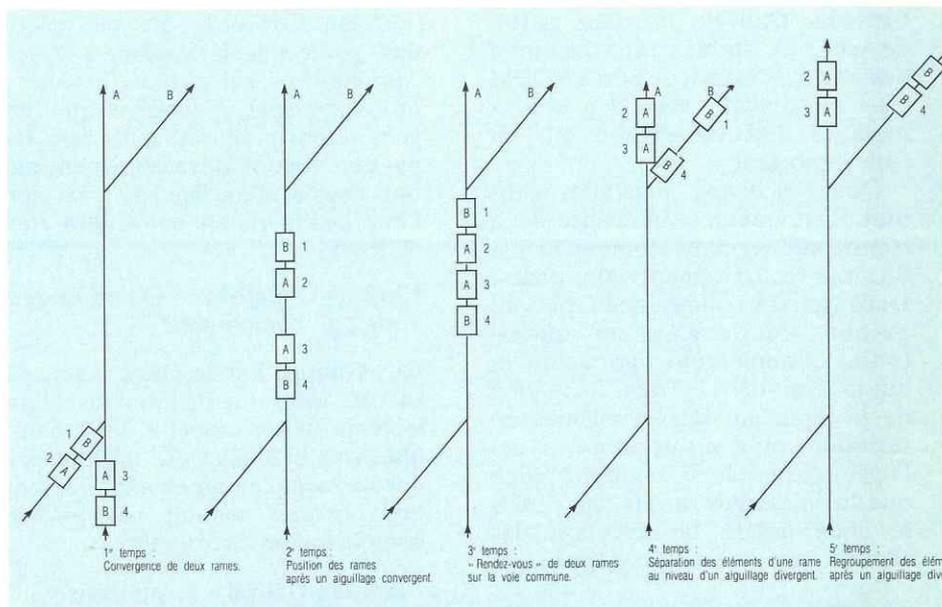
On est donc passé d'un moyen de transport personnalisé avec desserte point à point à une desserte omnibus où la destination est pré-programmée. Cela pour deux raisons principales :

- l'exploitation d'un réseau reposant sur le principe PRT s'avère impossible dès qu'il a une certaine complexité;
- le coût des stations en dérivation est trop important.

Principe du système ARAMIS actuel

Le système ARAMIS que je vais décrire a encore évolué; ces principes de base sont les suivants :

- au niveau du système :
 - en site propre;
 - entièrement automatisé;



1. Principe des rames déformables.

- au niveau du véhicule :
 - deux voitures accouplées mécaniquement pour former un doublet,
 - autonome du point de vue de la traction,
 - irréversibles,
 - le roulement est sur pneumatique,
 - la capacité est de deux fois dix places assises,
 - le gabarit est faible,
 - l'aiguillage est embarqué,
 - l'attelage entre doublet est immatériel, (accouplement électromagnétique).

Les principes fonctionnels du système sont les suivants :

- la circulation des doublets s'effectuera en rame;
- la desserte est omnibus;
- la mission des doublets est pré-affectée par le système;
- les rames sont déformables et permettent de réaliser un réseau à branche (extraction et regroupement de doublets aux aiguillages).

Le principe des rames déformables est illustré sur la figure 1 :
 — dans un premier temps (1), les deux rames abordent une convergence;
 — en (2), les rames circulent sur le tronç commun;
 — en (3), on assiste au rendez-vous des deux rames sur voie commune;
 — en (4), a lieu la séparation des éléments d'une rame abordant un divergent;
 — en (5), les éléments sur la branche B se regroupent.

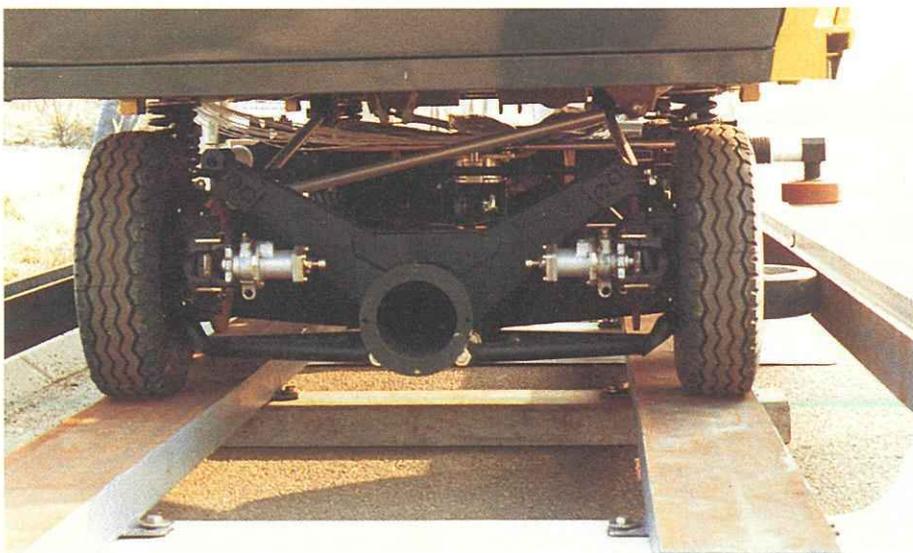


Photo RATP

Performances du système

Les principales performances du système analysées au niveau du système et du véhicule apparaissent ci-après :

Système

- capacité de transport : 9 000 voyageurs/heure/sens (rames de cinq doublets)
- intervalle minimal entre rames : 40 s
- affectation : pré-établie
- vitesse commerciale : 27 km/h (interstation de 600 m et arrêt de 15 s en station)
- rayon minimal de courbure : 10 m
- déclivité maximale : 8 ‰
- alimentation : 750 V en courant continu
- vitesse de séparation, de regroupement et rendez-vous des doublets : de 14 à 33 km/h selon la configuration de la voie.

Véhicules (doublets)

- vitesse maximale : 55 km/h
- accélération : (1 m/s² au démarrage) (0,5 m/s² à 40 km/h)
- décélération : 1,2 m/s²
- décélération d'urgence : entre 2 et 3,2 m/s² en fonction de la vitesse
- longueur d'un doublet : 8,90 m
- largeur d'une voiture : 1,62 m
- hauteur intérieure d'une voiture : 1,485 m
- capacité d'un doublet : 20 places toutes assises
- puissance de propulsion maximale : 2 moteurs de 29 kW par voiture
- niveau de bruit extérieur : 75 dB(A) à 7,50 m pour une rame de deux doublets
- souterraine - aérienne - au sol

Insertion

Une schématisation du véhicule est représentée sur la figure 2.

Intérêt du système ARAMIS du point de vue de l'exploitation

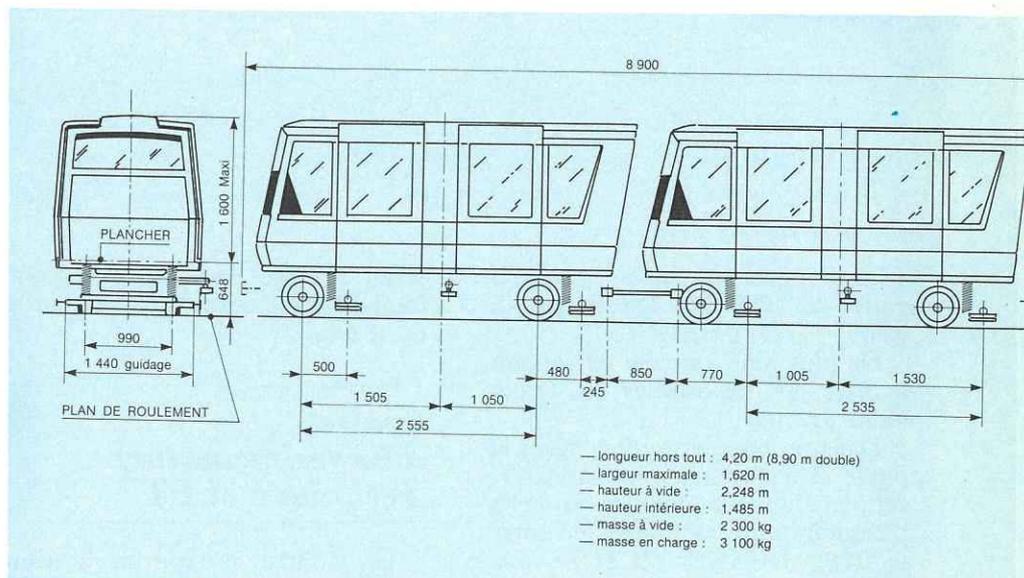
Dans le tableau présenté en figure 3, est mentionné l'intérêt du système associé à chacune des caractéristiques importantes d'ARAMIS.

A noter que la grande modularité et la capacité de l'élément de base (doublet de 20 personnes) jointes à l'automatisme du système permettent d'adapter de façon quasi-instantanée l'offre à la demande.

Application d'ARAMIS sur la petite ceinture

L'idée d'application d'ARAMIS sur la petite ceinture telle que représentée sur la figure 4 consiste à créer un tronc commun entre BOULEVARD VICTOR et la GARE DE LYON sur lequel viennent se greffer des branches en dérivations qui correspondent à des projets de prolongement de ligne existante :

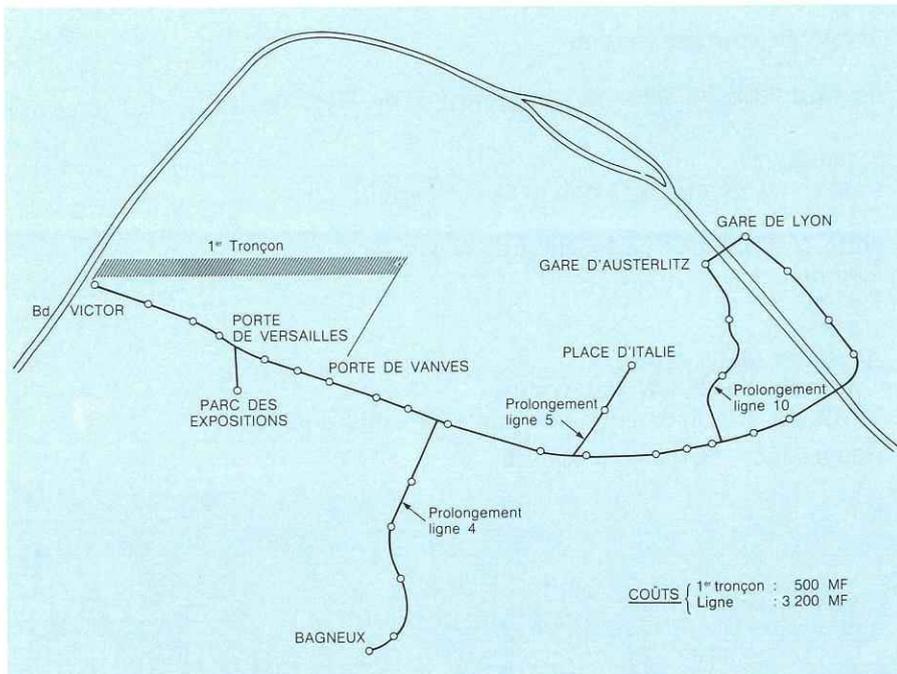
- liaison GARE DE LYON - GARE D'AUSTERLITZ;
- prolongement de la ligne 10 à partir de GARE D'AUSTERLITZ;
- prolongement de la ligne 5 à partir de PLACE D'ITALIE;



2. Caractéristiques dimensionnelles du doublet ARAMIS.

CARACTÉRISTIQUE	INTÉRÊT
1 Site propre.	Vitesse commerciale élevée.
2 Automatisation intégrale.	Offre de transport peu dépendante de l'effectif de personnel.
3 Matériel roulant sur pneus.	Nuisances minimales.
4 Petit gabarit, poids réduit.	Insertion facile (technique et visuelle) ligne garages.
5 Places toutes assises.	Confort.
6 Module de 20 places.	Adaptabilité à la demande. Qualité de service (fréquence).
7 Doublets.	Disponibilité.
8 Fonctionnement en rames.	Débit plus important que véhicules isolés. Gestion des arrêts en station simplifiée.
9 Extraction des véhicules.	Desserte branche à branche (point à point).
10 Préaffectation des destinations.	Gestion des véhicules simplifiée/affectation à la demande.

3. Intérêts présentés par le système ARAMIS.



4. Projet ARAMIS sur la petite ceinture.

— prolongement de la ligne 4 à partir de PORTE D'ORLÉANS jusqu'à PETIT-BAGNEUX.

De plus, une antenne desservant le parc des expositions est également prévue.

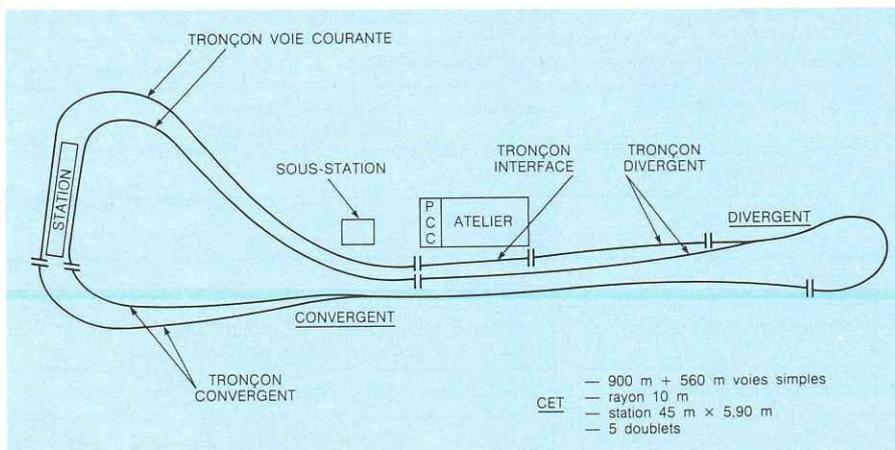
Dans un premier temps, après la phase d'expérimentation du CET, sera réalisé un premier tronçon d'exploitation commerciale entre le BOULEVARD VICTOR et la PORTE DE VANVES dont le coût estimé est de l'ordre de 500 millions de francs.

La totalité de la ligne qui représente environ 20 km et 650 doublets

serait réalisée par phase, le coût total étant d'environ 3,200 milliards de francs.

Centre d'Expérimentation Technique (CET)

Le centre d'expérimentation technique qui doit être installé BOULEVARD VICTOR comprend environ 1 500 m de voie simple (cf. figure 5) avec un divergent et un convergent ainsi qu'une



5. Le Centre d'expérimentation technique.

boucle de 10 m de rayon et une station de 45 m de long. Il comprend de plus un atelier, un poste de commande centralisé (PCC), une sous-station et 5 doublets.

Son objectif consiste à qualifier le système de transport en version prototype et industrialisable.

Il doit permettre de tester le maximum de configurations possibles. A l'issue de sa réalisation, on doit être capable de connaître les performances du système, les modes d'exploitation et d'entretien et les coûts de réalisation des équipements.

La réalisation du CET doit être confiée à la Société Matra. Son financement, de l'ordre de 130 millions de francs (valeur décembre 1982), est conditionné par l'acceptation de la Région pour sa participation. Cette décision doit normalement être prise à la fin du mois de janvier 1984.

Pour terminer, je souhaiterais aborder trois thèmes : ARAMIS et Recherche, ARAMIS et Structures, ARAMIS et VAL.

ARAMIS et Recherche

L'intérêt d'ARAMIS réside notamment dans le caractère novateur du système du point de vue fonctionnel et/ou technique; c'est le cas notamment pour :

- le canton mobile déformable;
- l'aiguillage embarqué;
- le moteur à réluctance variable;
- les liaisons entre doublets en hyperfréquence et par ultrason;
- le traitement en sécurité de l'information à partir de microprocesseur;
- de nouvelles procédures d'exploitation, de maintenance et d'informations des voyageurs;
- la définition d'une nouvelle structure du PCC;
- la réalisation d'un système de transmission voie-machine.

Deux remarques fondamentales s'imposent :

- le résultat de ces études peut dans la plupart des cas être utilisé pour d'autres applications, notamment dans le cas des métros futurs

ou également pour le VAL et, par conséquent, le projet CET ARAMIS s'inscrit pleinement dans le cadre de la relance de la recherche novatrice menée à la RATP;

— l'approche des problèmes dans le cas du système ARAMIS est une approche globale et non au coup par coup; l'ensemble le plus flagrant se situe au niveau du système de transmission voie-machine.

Classiquement à la RATP, on a tendance à associer à une fonction un dispositif technique, par exemple pour le Pilotage Automatique (PA), la signalisation, la radiotéléphonie, le Dispositif d'Aide à la Maintenance (DAM), le suivi d'exploitation, l'information des voyageurs, etc., on a vu dans le cas du Système d'Aide à la Conduite, l'Exploitation et la Maintenance (SACEM) une première tendance à « casser » ce mode de raisonnement et à rechercher à regrouper les fonctions PA, signalisation et le DAM associé.

Dans le cas d'ARAMIS le raisonnement est poussé encore plus loin; on raisonne en terme de structure de transmission, placée sous une seule autorité, permettant d'assurer l'ensemble des liaisons continues qu'il s'agisse de liaison :

Mobile ↔ Mobile
Mobile ↔ Sol
Sol ↔ Sol

L'ensemble de ces liaisons est bilatéral. A ces liaisons continues sont associées des liaisons ponctuelles à haut débit.

Cette structure qui est très largement redondancée permet une disponibilité globalement bien meilleure que celle de la conception précédente. C'est cette démarche qu'il faudra suivre dans le cas des métros futurs. D'autre part, elle permet de traiter les problèmes de compatibilité ou d'interférence par une même autorité et de définir un taux d'occupation du canal optimisé contrairement aux réseaux actuels.

ARAMIS et Structures

Structure du groupe projet CET

La structure comprend outre la cellule coordination du projet située au service études, des responsables de groupe d'ouvrage respectant le découpage traditionnel :

- infrastructure;
- bâtiment;
- voie;
- énergie;
- automatisme;
- véhicule.

Le responsable de groupe d'ouvrage est soit attaché à la cellule de coordination du service des études (cas du véhicule), soit travaillant dans son service (cas de l'infrastructure, bâtiment, voie).

Le rôle de ces responsables de groupe d'ouvrage est de faire la synthèse entre les exigences de leur service d'origine et les spécificités du système ARAMIS et du caractère particulier du CET.

Ce rôle est délicat car ces agents appartiennent toujours à une hiérarchie et peuvent être amenés à prendre des décisions en accord avec la direction du projet mais en contradiction avec le point de vue exprimé par leur service.

Relation du projet CET avec la structure « ligne »

Pour la ligne ARAMIS, des études d'Avant-Projet Sommaire APS ont été entreprises par les services traditionnels de la RATP qui ont été amenés à se poser un certain nombre de questions relatives par exemple à la configuration des stations, au mode d'exploitation, etc. Des groupes ont été désignés pour réfléchir sur ces questions; ceux-ci n'ont d'ailleurs pas fonctionné; de plus, la relation entre ces groupes, la structure « ligne » et le groupe projet, n'a pas été clairement définie.

Groupe projet ARAMIS et hiérarchie

Le groupe projet ARAMIS qui est rattaché au service des études de la Direction des Services techniques (TT) fonctionne de fait comme une

division classique du même service.

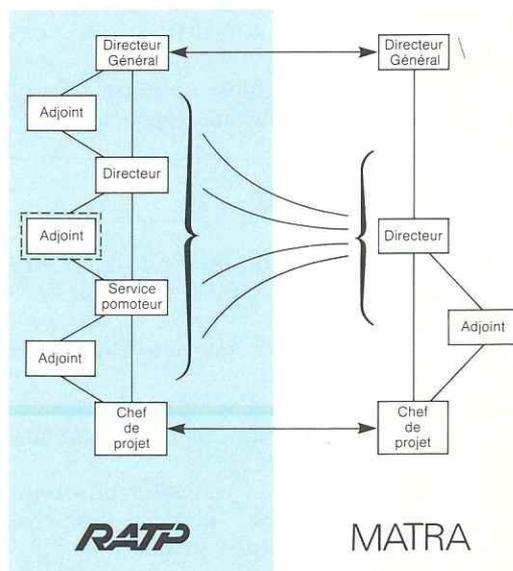
Cela signifie que hiérarchiquement se situe au-dessus du Chef de projet, un ingénieur en chef adjoint, le Chef du service puis le Directeur (son adjoint n'intervenant pratiquement pas pour ARAMIS), puis le Directeur général adjoint et enfin le Directeur général.

Du côté Matra, le Chef de projet est coiffé uniquement par le Directeur de la branche transport et son adjoint et le Président-Directeur général (cf. figure 6).

Cela présente les inconvénients que l'on devine. En particulier, les relations entre Chefs de projet des deux entreprises et les Directeurs généraux sont clairement établies; par contre, au niveau intermédiaire, l'interlocuteur du Directeur de la branche transport de chez Matra est multiple, ce qui entretient un flou, des risques au niveau des négociations et une certaine déresponsabilisation.

L'intérêt du projet ARAMIS est d'inviter les directions à fonctionner autrement (structure projet parallèle, responsabilisation du personnel). Encore faudrait-il que la structure mise en place pour suivre le projet aille en ce sens afin de rendre les objectifs crédibles !

Une façon de régler le problème consisterait à utiliser une structure hiérarchique calquée sur celle de



6. ARAMIS et Structures.

	ARAMIS	VAL
Rendez-vous	oui	non
Regroupement	oui	non
Branche à branche	oui	non
Facilité d'insertion	oui	non
Places assises uniquement	oui	non
Faible gabarit	oui (2x10)	non (62)
CMD (canton mobile déformable)	oui	non
Aiguillage embarqué	oui	non
Liaison par ultrasons	oui	non
Liaison hyperfréquences	oui	non
Sécurité par microprocesseur	oui	non

7. ARAMIS et VAL.

Matra, telle qu'elle existait d'ailleurs lors du lancement de l'opération ARAMIS en 1974.

ARAMIS et VAL

Pour terminer, il semble intéressant de comparer au niveau des grandes fonctions les deux systèmes de transport ARAMIS et VAL. Le tableau présenté en figure 7 en dresse une liste.

Il est toutefois important de faire remarquer que la comparaison porte sur ARAMIS qui n'existe pas encore et le VAL tel qu'il existe à Lille. Il est facile d'imaginer que dans le cadre d'un nouveau développement du VAL (pour une autre ville par exemple), des améliorations s'inspirant des fonctions imaginées pour ARAMIS pourraient être prévues tel que le canton mobile déformable ou le traitement en sécurité par microprocesseurs.

Conclusion

La réalisation du CET-ARAMIS constitue une opportunité pour l'entreprise de :

- promouvoir un nouveau mode de transport;
- promouvoir de nouvelles procédures d'exploitation et des techniques nouvelles;
- apprendre à travailler différemment, approche globale des problèmes, structure projet.

Il serait dommage de ne pas la saisir.

Discussion

ARAMIS

Gérard Garnier (RP) : Pourriez-vous préciser ce qu'est un aiguillage embarqué ?

Alain Sniter : Un aiguillage classique exige un appareillage sur la voie pour orienter le véhicule soit sur la branche A, soit sur la branche B. Pour l'aiguillage embarqué, cette commande s'effectue avec un bras implanté à bord du véhicule, c'est indispensable pour pouvoir prendre les fourches.

André Ferrière (NS) : Comment les véhicules se débranchent-ils pour s'arrêter en station ?

Alain Sniter : Cela, c'était la version des années 70. Les systèmes en gestion continue, les dessertes point à point ont été abandonnés parce qu'on s'est rendu compte que, sur une ligne très simple, c'était facile mais cher, et que, sur un réseau, on ne savait plus comment exploiter. Par conséquent, la desserte est omnibus, c'est une marche en rames, il n'y a plus de débranchement dans le projet d'exploitation actuel.

François Saglier (FE) : Quelle est la différence entre rendez-vous et regroupement ?

Alain Sniter : Deux rames se donnent rendez-vous, tandis que deux doublets qui sont isolés se regroupent pour constituer une rame.

Gérard Teilhout (FE) : Quelle est la longueur maximale du convoi que l'on peut former avec des doublets ?

Alain Sniter : Théoriquement, il n'y a pas de limite; techniquement, il y en a certainement une : on ne sait pas trop ce que donnerait la marche en rames avec vingt doublets accouplés...

André Ferrière : Vous avez parlé d'accouplement immatériel : est-ce

que les deux véhicules d'un doublet sont accouplés ou bien est-ce qu'ils circulent côte à côte ?

Alain Sniter : L'élément de base constituant une rame est un module, appelé doublet, constitué de deux voitures couplées mécaniquement. Mais les doublets sont couplés entre eux de façon immatérielle à l'aide d'un système de transmission par ultrasons, qui permet la marche en rame. Le couplage est immatériel, c'est-à-dire qu'il n'y a rien qui, mécaniquement, relie les deux doublets. Cela permet, on le conçoit aisément, de faire des bifurcations plus facilement puisqu'il n'y a pas de liaison mécanique entre doublets.

Gérard Teilhout : Qu'est-ce que recouvre exactement le principe de détection négative ?

Michel Gire : Il permet de passer en sécurité d'un canton à un autre sur la ligne; les détecteurs négatifs sont là pour contrôler le passage des véhicules et signaler l'absence éventuelle de l'un d'eux.

Le moteur

Gérard Garnier : Qu'est-ce qu'un moteur à reluctance variable ?

Alain Sniter : Le moteur à reluctance variable présente un certain nombre de caractéristiques intéressantes au niveau des performances; le rapport entre ces performances et le poids est plus intéressant que pour les moteurs classiques. C'est un moteur dont le principe est différent, adapté directement à la roue, qui présente des avantages non seulement pour ARAMIS, mais aussi pour l'entreprise.

Serge Guibereau (FR) : Pour autant que je sache, le moteur à reluctance n'a jamais été essayé sur le site... Aujourd'hui on sait que le moteur à reluctance peut fournir les puissances demandées par ARAMIS, mais on ne peut pas le monter sur un axe de roues et donc on a un projet sans moteur; est-ce la seule voie pour ARAMIS ?

Alain Sniter : Je ne m'avance pas trop en disant qu'on a un moteur actuellement sur ARAMIS, mais pas forcément le moteur définitif. A cet égard, il y a d'autres recherches qui sont entreprises et imaginées dans le cadre qui dépasse un peu celui du CET mais qui s'intégrerait dans la démarche ligne. On n'a pas exclu que le moteur à reluctance variable soit éventuellement remplacé par un moteur reposant sur un autre principe. Mais, pour l'instant, il me semble y avoir une controverse entre des habitudes conceptuelles et des démarches novatrices sur ce point...

Pierre Lecompte (FR) : Il y a surtout une différence de langage entre les services techniques et le service du matériel roulant (FR) à cet égard. Nous estimons à FR que le moteur à reluctance variable est intéressant, mais n'est pas encore un moteur industriel, il n'a pas franchi le stade de la maquette. Nous étions inquiets à propos de ce moteur tant qu'on avait à assurer très rapidement la liaison pour l'exposition universelle. Mais, à partir du moment où l'on a plus de temps, nous sommes au contraire très intéressés par le CET qui permettra de mettre au point ce moteur et d'aboutir au stade industriel. C'était une étape qui nous paraissait essentielle et qu'on avait cru voir disparaître.

Originalité d'ARAMIS

Émile Gaumart (RC) : Ne pensez-vous pas que le projet ARAMIS a été dénaturé par rapport aux premières idées, en particulier par l'abandon du principe de la desserte point à point ?

Alain Sniter : Ne fallait-il pas le dénaturer pour le rendre exploitable ?

Émile Gaumart : C'est un peu dommage : il avait une originalité sensationnelle...

Alain Sniter : Sous sa forme actuelle, il a encore de grandes origi-

nalités. Peut-être encore trop et c'est ce qui fait sa difficulté de voir le jour...

Pierre Beuchart (FC) : Justement : est-ce que le parti pris d'accumuler le maximum d'éléments nouveaux – qui est contraire à celui qu'à pris la SNCF avec le TGV par exemple – n'augmente pas les risques de non-aboutissement du projet ?

Alain Sniter : Obligatoirement, le risque est accru par rapport au TGV par exemple... Cependant, tous les éléments ne sont pas nouveaux. Quand j'évoquais la variation des concepts d'ARAMIS, il y a eu quand même des constantes entre ce qui a été fait en 1974-1976 sur la base d'Orly par exemple et ce qu'il est imaginé de faire maintenant. Lorsque les études de SACEM en matière de sécurité aboutiront, ce ne sera plus tellement de l'innovation pour nous. Un des aspects novateurs qui pose le plus de problèmes, c'est le matériel roulant. En ce qui concerne les automatismes, c'est un peu ma conclusion de tout à l'heure, il n'est pas du tout exclu que, dans une nouvelle génération du VAL, on réalise des automatismes du style ARAMIS.

La démarche

Christian Guibert (PF) : Vous avez dit que le projet ARAMIS mettait en œuvre une démarche systémique, j'avoue n'avoir pas bien compris : pourriez-vous le préciser par exemple au niveau des rapports entre système technique et système informationnel ?

Alain Sniter : Il s'agit d'une démarche appliquée dans la réalisation de systèmes nouveaux. Pour réaliser une transmission, ou bien on ajoute systématiquement des systèmes de transmission pour la fonction 1, la fonction 2, etc., ou bien on évalue la capacité nécessaire de transmission, et on définit un système qui l'assure. Cette démarche, au lieu d'être fragmentaire, est cohérente. Pour expliquer mon propos par une anecdote, je dirais

qu'il s'est trouvé que des services, travaillant dans l'ignorance des travaux les uns des autres, ont conçu pour des besoins différents le même système à la même fréquence ; heureusement, ils s'en sont rendu compte à temps...

Jean-Yves Beguec (PF) : En ce qui concerne la sécurité, notamment en cas d'incident lorsqu'une voiture ne fonctionne plus, comment ça se passe ? Par ailleurs, quelle liaison pourra avoir le voyageur avec la RATP ?

Michel Gire : Sur le premier point, le principe actuellement retenu est le suivant : le doublet en panne sera soit poussé comme sur le VAL, soit tiré pour dégager la ligne. Si le doublet ne peut plus redémarrer, l'intervention risque d'être longue car il faudra se rendre sur place, mais cela n'arrivera que si les deux véhicules du doublet sont en panne.

Sur le deuxième point, il est prévu à l'intérieur de chaque véhicule un interphone à l'aide duquel le voyageur peut entrer en communication avec l'exploitant.

Le comportement des voyageurs

Hubert Nove-Josserand (GS) : Une question concernant l'attitude des voyageurs confrontés à la nécessité de monter dans des véhicules où la station debout n'est pas possible ; c'est sans doute une chose admissible dans un petit véhicule assimilable à un taxi – c'était le projet initial – mais lorsqu'on s'approche d'un système de transport de masse, n'est-ce pas plus difficilement acceptable ?

Alain Sniter : La personne qui pénètre dans un véhicule peut tenir debout, car le système d'ouverture de porte le permet. C'est lorsque la porte se ferme qu'il vaut mieux qu'elle soit assise. Cela étant, le comportement des voyageurs dans de petites structures est une question essentielle à étudier pendant l'étape du CET... La réalisation du Centre d'Expérimentation Techni-

que a pour objectif de démontrer que le système peut fonctionner au sens large, y compris en ce qui concerne les modes d'exploitation et le comportement des voyageurs.

Un intervenant : Je voudrais savoir ce qui est prévu comme système de surveillance pour assurer la sécurité des voyageurs. Du fait de la dimension petite des véhicules, il peut advenir des situations conflictuelles entre certains voyageurs, des agressions...

Joëlle Dreyfus (GS) : A-t-on étudié la réaction que pourraient avoir des voyageurs à quai devant une rame allant dans une direction différente ?

Alain Sniter : ARAMIS comporte encore beaucoup d'incertitudes et d'inconnues à éclairer à l'aide du CET ; par exemple, il faudra étudier s'il convient de mettre la signalétique à bord des véhicules ou au niveau de la station, pour que le voyageur puisse se positionner avant que la rame arrive.

La capacité de transport

Pierre Lemaréchal (FE) : Sur le projet de desserte retenu actuellement à Paris, je présume que vous vous êtes livrés à une étude des capacités de transport ; il me semble que l'axe principal qui longe la petite ceinture devrait avoir moins de voyageurs que les branches, l'axe vers Petit-Bagneux ou le prolongement de la 5 de Place d'Italie à Porte d'Italie par exemple ?

Jean-Claude Grousseau (GP) : L'étude de trafic a été faite surtout dans la perspective d'une rocade dont il ne faut pas sous-estimer le potentiel de trafic. On ne peut pas extrapoler le trafic de l'autobus PC actuel, 1 200 personnes à l'heure, qui a de considérables difficultés de circulation. Cependant, la surcharge de la rocade par des antennes importantes peut poser des problèmes et il faut demander au service des études s'il peut assurer la capacité de 9 000 personnes.

Alain Sniter : Cela se calcule facilement : pour une structure de rames constituées par cinq ou sept doublets, compte tenu de l'intervalle que j'ai annoncé, un calcul simple montre que cette capacité peut être assurée.

Pierre Lemaréchal : Cette rocade recoupe les terminus d'un certain nombre de lignes de métro existantes ; dans cette configuration ARAMIS est-il considéré comme faisant partie intégrante et tarifairement du système métro ? Y a-t-il des correspondances sous contrôle prévues à chaque point de recouplement avec le métro ?

Jean Hubaut (FC) : Je peux répondre, car j'ai participé à un séminaire au mois de juillet sur les grands principes de cette ligne. Il est prévu que la ligne ARAMIS soit incorporée au métro du point de vue tarification et on envisagerait de mailler cette ligne avec le réseau existant, partout où cette ligne couperait une ligne de métro ou de RER, notamment du côté de Cité Universitaire ; on étudierait des stations avec des correspondances.

Pierre Lemaréchal : Les travaux risquent d'être assez onéreux parce que les distances à parcourir entre les stations actuelles du métro de chacune des portes et la petite ceinture sont loin d'être négligeables...

Jean Hubaut : Une précision quant à l'inquiétude sur le comportement des voyageurs qui vont voir arriver des voitures d'une capacité très faible (chaque porte dessert un petit compartiment qui comporte cinq sièges). Les personnes qui veulent monter soit risquent de ne pas trouver le nombre de sièges libres qui correspond au nombre de personnes qui les accompagnent, soit ne voudront pas s'insérer dans un compartiment de petit volume avec des gens qui ne leur inspirent pas confiance. En conséquence, au cours du séminaire du mois de juillet, le réseau ferré, qui est censé être le futur exploitant de cette ligne, a demandé que la capacité de

transport théorique soit minorée de 20 à 25 % dans le cadre de la préparation d'un schéma de principe de cette ligne.

L'étude comparative pour la desserte de la Petite Ceinture

Philippe Ventejol (RC) : Dans l'étude comparative effectuée pour la desserte de la Petite Ceinture, est-ce qu'on a fait des comparaisons multicritères avec d'autres modes ?

Michel Gire : Il a été fait une étude multicritère à la Direction du développement. A chaque fois que l'on propose le système ARAMIS, on nous demande toujours de justifier ce choix par rapport au tramway, au trolleybus, etc.

Nicole Dupont (GP) : Dans le cas de l'autobus articulé, du trolleybus ou du VAL, ces réseaux sont complétés par des prolongements de métro aux emplacements indiqués pour des branches ARAMIS. Une étude assez grossière a été faite des fréquences de passage à assurer en fonction des trafics attendus, du coût d'insertion (dans l'hypothèse faite ARAMIS réclame moins de protections visuelles que les autres modes). On aboutit à des bilans comparés qui mettent ARAMIS dans la meilleure position, notamment pour le trafic qu'il attirerait.

Un intervenant : Avez-vous comparé les dépenses nécessaires au système pour l'exploitation et pour la maintenance entre ARAMIS, un métro classique, un RER, un bus ? Très automatisé, ARAMIS devrait permettre des gains de productivité importants.

Alain Sniter : Il y a eu des évaluations, mais il serait hasardeux de donner des chiffres alors qu'il y a encore bien des incertitudes. Ce que vous évoquez touche les procédures de maintenance des matériels, qui ne sont pas réglées. ■

MÉTRO 2000

par Pierre Lecompte, Ingénieur chef de division à la Direction du réseau ferré.

Qu'entend-on par Métro 2000 ?

Sous le vocable « Métro 2000 », ont été regroupées les études et recherches développées par le service du matériel roulant du réseau ferré de la RATP (FR) pour préparer la génération de matériels roulants de la fin de ce siècle.

Il ne s'agit donc pas de l'étude d'ensemble d'un système métro, mais d'une partie de ce système : le matériel roulant.

Pourquoi avoir lancé Métro 2000 ?

La RATP vient de terminer le premier renouvellement complet de son matériel roulant et, à part deux opérations ponctuelles que sont le renouvellement du matériel articulé et du MP 55, le prochain renouvellement d'importance sera celui du MP 59 des lignes 1 et 4 qui devra commencer dans les années 1995.

En examinant le planning joint, on s'aperçoit qu'il faut 10 ans pour préparer une nouvelle génération

de matériel. En effet, compte tenu que ce matériel comprendra des innovations importantes et que le service FR souhaite en assurer au maximum la mise au point avant la livraison des trains de série, il faut réaliser un ou deux prototypes et les soumettre à une série d'essais complets.

Il en ressort que l'appel d'offre du prototype doit être lancé en 1986.

Comment s'est lancée l'étude Métro 2000 ?

La manière dont les études ont été lancées résulte de plusieurs constatations.

La première constatation est celle d'une complication progressive des matériels que la RATP a acquis ces vingt dernières années depuis le MP 59 jusqu'au MI 79, complication fonctionnelle et technique. Les conséquences de cette évolution sont bien entendu une augmentation du coût des matériels et une diminution de leur disponibilité. Il apparaît donc nécessaire de réagir contre cette évolution qui n'a pas de raison d'être inéluctable.

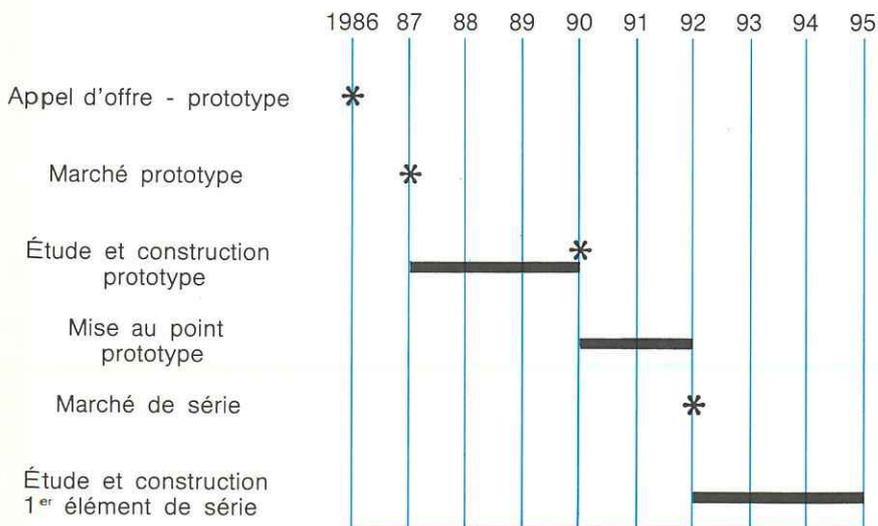


La deuxième constatation est que les industriels français ont de plus en plus de difficultés à placer leurs produits sur le marché international où la concurrence est de plus en plus vive. Or, il est normal qu'une entreprise nationale comme la RATP favorise la percée des industriels français sur le marché international et donc les aide à développer des matériels de qualité à des prix concurrentiels. Cette orientation est d'autant plus nécessaire que la RATP diminue de façon sensible ses propres commandes.

La troisième constatation est celle de l'évolution très rapide des techniques et notamment de l'électronique, qu'elle soit de commande ou de puissance. Cette évolution remet en cause bon nombre d'idées reçues et conduit à se poser la question du mode de réalisation de certaines fonctions. Ainsi, avec les progrès de l'électronique, le moteur à courant continu et à excitation série n'est plus le seul moteur de traction ; de même, certaines fonctions réalisées avec des relais pourraient avantageusement être réalisées par de l'électronique.

La quatrième constatation est celle de l'évolution des modes de vie et notamment des moyens d'information. Ces moyens se développent actuellement très rapidement et vont probablement créer des besoins d'information qu'il faudra satisfaire. Une des questions que nous devons nous poser est de savoir dans quelle mesure le matériel roulant doit participer à cette évolution de société et comment.

Partant de ces constatations, le service FR a donc lancé ses études sous deux formes :



Planning « Métro 2000 ».

— la première est une étude fonctionnelle du métro futur ; il s'agit de définir les fonctions qui doivent être réalisées par les trains ;

— la deuxième est une série d'études techniques sectorielles permettant de vérifier la faisabilité technique de certaines fonctions.

Étude fonctionnelle

Cette étude a pour but de déterminer les spécifications fonctionnelles du métro futur. Ce métro devra remplir le service demandé au coût le plus juste.

Pour être certain que cette étude soit complète, il a été décidé de la mener au sein d'un groupe de travail interservices comprenant des représentants des différents services intéressés par le matériel roulant, à savoir : TT, FC, GC, FR. Par ailleurs, il a été décidé de travailler suivant une méthode de travail dite d'analyse de la valeur.

Parmi les avantages attendus de l'utilisation d'une telle méthode, nous pouvons citer :

— la possibilité de poser le problème d'une manière suffisamment exhaustive et sans a priori de solution ;

— la possibilité d'augmenter les chances de trouver des solutions performantes et originales, tant sur le plan des services à rendre que des contraintes et des coûts d'investissement ;

— la possibilité de profiter au mieux de l'association entre les techniques déjà maîtrisées et les techniques nouvelles.

La démarche s'appuie sur les points principaux suivants :

— recherche des fonctions principales et des fonctions contraintes à remplir par le matériel roulant et contrôle de validité de ces fonctions ;

— établissement des critères de valeur et investigation sur leurs niveaux possibles et leur évolution ;

— choix et classement des fonctions à réaliser en ne retenant que le juste nécessaire.

Cette étude devrait permettre d'envisager et de sélectionner un certain nombre de choix possibles sur :

- les services à rendre ;
- les niveaux de remise en cause par rapport aux solutions utilisées à l'heure actuelle ;
- des répartitions différentes des fonctions actuelles ;
- des combinaisons et associations originales de solutions techniques connues ou nouvelles.

Elle servira également de base pour :

— l'établissement du cahier des charges fonctionnelles à destination des industriels ;

— la mise en évidence d'axes de progrès possibles ;

— la détermination d'objectifs de coût.

Elle se terminera par la rédaction

de documents qui devront servir de guide aux décideurs et aux concepteurs des services concernés par l'étude. Ces documents devront être conçus pour être très évolutifs en fonction de l'évolution des critères de valeur.

Études sectorielles

Parallèlement à cette étude fonctionnelle, le service FR a lancé des études techniques concernant la conception et l'organisation des éléments constitutifs des matériels :

Systèmes de traction et de freinage

- transmissions hydrostatiques,
- traction par moteur asynchrone,
- hacheur de 2^e génération,
- nouveaux types de moteur adaptables au matériel roulant,
- freins à friction indépendants de l'énergie pneumatique,
- freinage indépendant de l'adhérence — patins magnétiques à aimants permanents.

Architecture d'un train et roulement

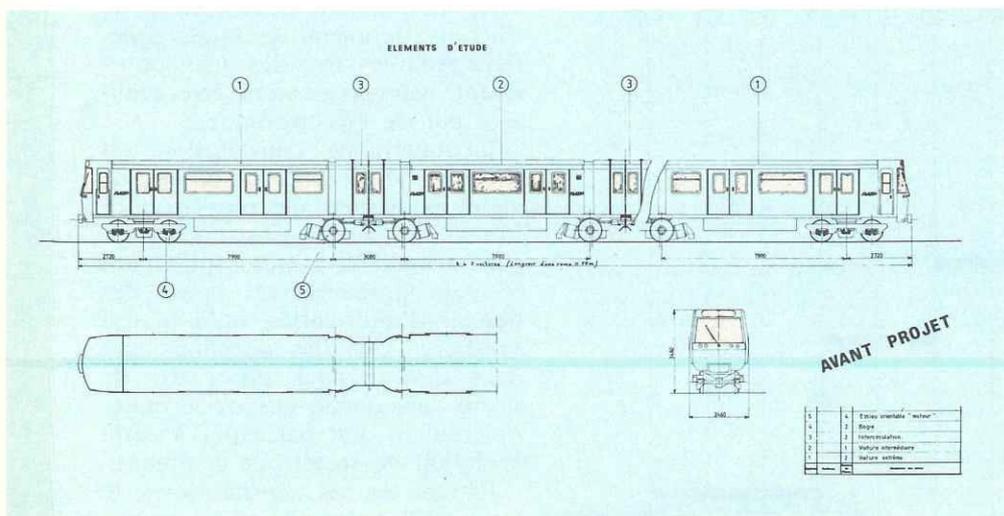
- métro à caisses courtes et essieux orientables,
- intercirculation voyageurs entre caisses,
- nouveaux systèmes de portes.

Systèmes d'information

- transmission et traitement des informations non sécuritaires de surveillance de l'état d'un train,
- transmission d'informations de sécurité,
- synthèse de la parole,
- mesure de vitesse,
- utilisation de fibres optiques.

Service d'un train

- accumulateur au plomb étanche,
- stockage d'énergie par volant d'inertie.



Discussion

MÉTRO 2000

Georges Canal (RT) : En ce qui concerne les matériaux structurants, est-ce que vous envisagez autre chose que des alliages légers ; je pense par exemple aux composites, aux préimprégnés qu'on voit apparaître dans l'aéronautique, mais compte tenu des coûts, je ne sais pas si MÉTRO 2000 peut les utiliser...

Jacques Bancelin (FR) : Pour l'instant, on en reste principalement à des techniques de profil aluminium. Nous étudions également des solutions utilisant des matériaux composites et notamment des solutions de type nid d'abeille pour des éléments particuliers.

Jean-Louis Moyen (EB) : Est-ce que vous avez envisagé des trains modulables comme sur le RER, cela présente-t-il un intérêt sur le métro ?

Jacques Bancelin : MÉTRO 2000 est effectivement parti sur l'idée d'éléments modulables afin d'avoir des trains courts aux heures creuses et des trains longs en pointe. Mais une recherche sur les fréquentations en fonction des heures de la journée et une tentative d'optimisation du nombre de voyageurs par voiture et par zone de la voiture, ont montré que cela n'avait pas d'intérêt. Pour l'instant, la modularité a donc été abandonnée au profit d'une intercirculation qui sans l'interdire la complique notablement.

Jean-François Sancier (ML) : Vous avez parlé de métro à caisses courtes à essieux orientables. Comment vous situez-vous par rapport au matériel articulé qui n'était pas une réussite, me semble-t-il ?

Pierre Lecompte : Le matériel articulé comporte des bogies, les bogies se trouvent entre deux caisses ; l'architecture à laquelle nous pensons actuellement, c'est une voiture sur deux essieux, chaque voiture

ayant ses deux essieux propres orientés par la voiture adjacente.

Jean-Claude Grousseau (GP) : Votre réflexion sur le matériel roulant comporte-t-elle plusieurs filières de développement, à la fois pour le guidage fer et pour le guidage pneu ? Ou bien vous posez-vous la question de revenir à un système unique ? Va-t-on continuer à avoir un réseau avec quatre lignes pneu et le reste fer ?

Pierre Lecompte : Les riverains et la RATP apprécient généralement le roulement pneu. Et, si on ne l'a pas développé davantage sur le métro, c'est pour des problèmes de coût de transformation d'une voie fer en voie pneu. Actuellement, nous n'avons aucune envie de revenir totalement à un roulement fer : le pneu a trop d'intérêt. Dans nos réflexions, nous estimons que le réseau va garder sa structure actuelle. Cela étant, si on trouvait un moyen simple de passer d'un roulement fer à un roulement pneu sans introduire trop de perturbations dans l'exploitation, et à un coût acceptable, peut-être pourrait-on se poser la question de l'extension du pneu.

Jean-Claude Grousseau : Vous avez dit qu'on allait réduire le nombre d'essieux. Or, chacun sait que si l'on veut avoir un roulement fer relativement silencieux, il convient d'utiliser des roues élastiques... Si l'on diminue le nombre des essieux, on va en sens inverse de ce que l'on souhaite ; n'aurait-il pas fallu au contraire faire des bogies à trois essieux avec des roues élastiques ?

Pierre Lecompte : La roue élastique, peut-être, mais il y a d'autres systèmes, notamment la roue insonorisée. L'avantage de l'essieu sur le bogie est qu'il est plus facile à inscrire dans une courbe de très faible rayon. Un bogie a une certaine rigidité alors qu'un seul essieu, surtout si l'on arrive à l'orienter de façon qu'il soit à peu près parallèle au rayon de la courbe, est beaucoup plus souple. On a commencé à faire quelques essais et cela ne se présente pas trop mal.

Jean-Claude Grousseau : La justification des essieux orientables est connue depuis le début du siècle : les tentatives ont été innombrables et, dans ces problèmes de guidage, les microprocesseurs ne sont pas d'une grande utilité : a-t-on vraiment une chance d'aboutir cette fois à quelque chose de nouveau ?

Pierre Lecompte : Je vous dirai cela dans un an : c'est vraiment une opération de recherche. Nous avons développé ces essais pour voir si, aujourd'hui, on était capable de faire mieux, mais tant que nous n'aurons pas trois caisses à essieux, tant que nous ne les aurons pas fait circuler sur le réseau, on ne pourra pas conclure ; en mécanique, on ne sait pas toujours très bien où on va, on n'est jamais sûr de gagner et notamment lorsqu'on parle d'usure ondulatoire.

Jean-François Sancier : Est-ce que vous envisagez un système avec des portes sur les quais comme sur le VAL ?

Pierre Lecompte : Il n'appartient pas au service du matériel roulant de décider s'il faut mettre des portes sur les quais ; si l'on nous dit qu'il y aura des portes sur les quais, nous nous adapterons. C'est pourquoi nous devons proposer des éléments très évolutifs.

Gérard Teilhout (FE) : Est-ce qu'on envisage une exploitation sans agent à bord du train ?

Jacques Bancelin : C'est, en effet, un problème que de savoir si, sur MÉTRO 2000, il y aura ou non un conducteur. La question a été posée et, comme il n'y a pas de réponse, on a décidé de faire comme s'il n'y avait pas d'agent à bord, sachant que si l'on sait faire sans, on saura faire avec...

Jacques Veinberg (GP) : Vous avez dit travailler à réseau constant. Alors, qu'en est-il du schéma directeur des sites propres, des projets de tramways en région parisienne, du développement du tramway en France ? Les critères que vous avez

retenus sont spécifiques de métros en site propre intégral, mais certaines particularités comme le pantographe, le guidage s'il s'agit d'un roulement sur pneumatique, le plancher bas, etc., pourraient aussi faire l'objet de recherches.

Pierre Lecompte : Le réseau de tramways est assez indépendant du réseau de métro. On s'est tout de même posé la question au début de l'étude : faut-il envisager des prolongements de ligne de métro dans un site banal, de type tramway ? On a tourné un peu autour et puis cela ne nous est pas apparu raisonnable : on n'arrivera pas à exploiter une ligne de métro si, à ses extrémités, il y a des véhicules qui circulent dans un site banal. On a donc repoussé cette hypothèse. Quand au tramway, matériel ferroviaire, il bénéficie des études réalisées pour les matériels métro. Des études spécifiques sont également lancées concernant notamment la structure de la caisse pour faciliter l'accès des voitures aux handicapés.

Une autre question paraît intéressante : est-on capable de faire un tramway sur pneumatiques ? On a commencé à y réflé-

chir, et c'est pour cela que je parlais d'un nouveau roulement sur pneumatiques : on se pose des questions, mais cela ne fait pas encore l'objet d'une opération de recherche bien définie.

Yves Amsler (GS) : Pour être certain que l'étude soit complète, vous avez créé un groupe de travail interservices où vous avez intégré TT, FC, GC, FR. Avez-vous jugé inutile d'y inviter un représentant de la direction technique de SOFRETU ?

Pierre Lecompte : La réflexion MÉTRO 2000 vise d'abord le métro de Paris. Bien sûr on espère bien qu'il y aura des répercussions pour SOFRETU. Mais il est vrai qu'on ne s'est pas posé la question de savoir si SOFRETU avait des demandes particulières à émettre. On s'est dit qu'en prenant des techniciens, des commerciaux, des exploitants, on avait fait le tour du problème et que SOFRETU bénéficierait des résultats...

Alain Sniter (TT) : Cela soulève une question de fond qui touche à la définition d'un produit : ce produit

doit-il être défini sur un plan interne à l'entreprise ou doit-il avoir un objectif plus ambitieux...

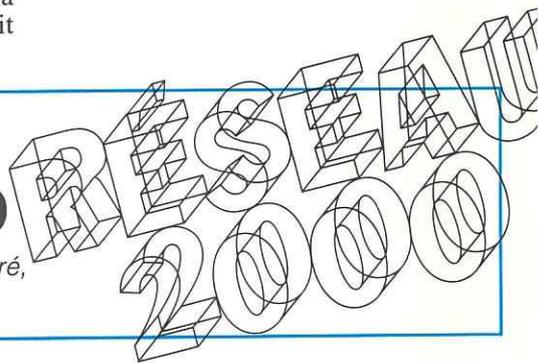
Pierre Lecompte : Je ne suis pas certain que ce soit une nécessité de trop élargir le cadre d'autant que plus on est, plus on a de difficultés à avancer... Toutefois, toutes nos recherches sont menées, bien évidemment, avec des constructeurs et en liaison étroite avec eux.

Pierre Beuchard (FC) : Est-ce qu'il y a des expérimentations faites en commun avec d'autres réseaux ?

Pierre Lecompte : Non, pas pour l'instant, mais cela va peut-être venir. On parlait tout à l'heure de nouveaux systèmes de portes. A titre d'exemple, l'université de Lille a développé à partir d'une porte du VAL une commande à microprocesseurs. Il est probable que nous allons développer nos relations avec ce groupe de recherche qui vient d'être créé dans le Nord entre l'université de Lille, l'université de Valenciennes, l'IRT et des constructeurs. ■

LE PROJET DE RECHERCHE RÉSEAU 2000

par René Darfel, Inspecteur principal à la Direction du réseau ferré, et Jean-Pierre Ragueneau Inspecteur principal au SCRIB.



LORS du séminaire de mai 1982 consacré à la relance de la recherche, le diagnostic établi alors avait fait ressortir les points suivants :

- Les actions de Recherches et Développement (R et D) sont surtout sectorielles.

Chaque secteur d'activité de la RATP conduit ses études à partir d'un ensemble d'hypothèses qui lui sont propres et selon des priorités qui peuvent varier suivant les secteurs de l'entreprise.

Il s'en suit certaines difficultés en

général traitées au sein de structures de coordination. Ne perd-on pas ainsi certains effets de synergie ?

- Les actions de R et D relèvent surtout des sciences exactes.

Si certaines recherches se fondent sur les sciences de l'homme et de la société, elles ne représentent qu'un faible pourcentage des dépenses externes et internes. Or, l'activité actuelle de la RATP — transporter des hommes à l'aide d'autres hommes — ne peut plus se réduire à une étude technique des phéno-

mènes. La ville, le citoyen, l'utilisateur, le riverain, l'agent de la RATP sont « sujets » des sciences de l'homme et de la société.

- Les actions de R et D portent principalement sur le court et moyen terme (soit 3 à 5 ans).

Il y a peu de recherches se situant délibérément dans le long terme alors que, dans le secteur d'activités qui nous concerne, l'impact de certaines décisions ne se fait sentir parfois que 10 ou 15 ans après.

- Les actions de R et D se situent le plus souvent en extrapolation de l'existant.

Peu d'hypothèses prennent en compte des changements pouvant constituer des « ruptures » dans nos raisonnements habituels.

- Enfin, certains problèmes tels que, par exemple, la fraude ou la concurrence voiture particulière/transport en commun, paraissent assez mal appréhendés à l'heure actuelle.

Ce diagnostic, qui comportait par ailleurs divers aspects positifs, a conduit à l'idée du projet de recherche RÉSEAU 2000.

Les caractéristiques du projet RÉSEAU 2000

En premier lieu, il s'agit d'un projet de recherche; c'est-à-dire, d'une part, qu'il vise à acquérir des connaissances et à développer des méthodes de travail nouvelles; d'autre part, que le droit au non-aboutissement, voire à l'erreur, est reconnu.

Il convient ensuite de souligner que ce projet de recherche s'intéresse au long terme, il est prospectif. Son objectif n'est pas de prévoir l'avenir (ce qui est manifestement impossible), mais, s'inscrivant dans une perspective historique, de cerner avec plus ou moins de précisions certaines des évolutions probables, de dégager les tendances lourdes et les faits porteurs d'avenir, et d'essayer d'en déduire les conséquences pour les domaines qui nous intéressent.

Ce projet de recherche est global; par une démarche systémique, il tente d'appréhender les différents aspects des problèmes qu'il aborde: les aspects techniques, économiques, sociaux, culturels...

Enfin, il admet la possibilité qu'interviennent des évolutions, voire des ruptures, dans tous les domaines, avec prépondérance des aspects qualitatifs sur les facteurs quantitatifs:

- au plan démographique: la population de la région se stabilise; elle peut même se mettre à décroître et il faut s'attendre à un

desserrement de Paris et de la première couronne au bénéfice de la seconde couronne;

- au plan technologique: en particulier par l'utilisation des possibilités offertes par l'électronique;

- au plan culturel: par d'éventuels changements dans la hiérarchie des valeurs, dans les comportements à l'égard du travail et de la vie dans la ville.

Orientations initiales

Pour donner corps au projet, deux groupes de travail interdirectionnels ont été constitués à l'automne 1982. Le groupe QUOI avait pour objectif de définir les premières orientations relatives au contenu du projet. Le groupe COMMENT avait pour tâche de proposer des modalités pour sa conduite. Ainsi, s'est affirmée dès le départ la volonté d'accorder une même importance au processus de conduite du projet et à ses résultats.

Outre une définition élargie du concept de « réseau » (*), les orientations fournies par le groupe QUOI peuvent se résumer ainsi:

- Il convient de situer la réflexion dans le cadre de l'évolution de la vie urbaine et d'inscrire les activités de déplacement dans la perspective plus générale de « la fonction circulation » en région Ile-de-France et des services qui peuvent lui être articulés; parmi ces services, l'information, sous toutes ses formes, occupe une place importante. En outre, on tente de saisir l'ensemble des effets directs et indirects des activités considérées.

- Le principe fondamental de RÉSEAU 2000 est « l'organisation », conçue comme aptitude à traiter la complexité et à permettre la flexibilité.

- La RATP s'efforce de développer son expertise en matière d'organisation de « la fonction circulation ».

Le groupe COMMENT a proposé des modalités d'organisation du

projet, afin qu'il soit ouvert et fédérateur.

Il est ouvert en ce sens qu'il sollicite les différents savoirs et compétences qui existent au sein de la RATP (c'est un projet de recherche de toute l'entreprise), mais aussi à l'extérieur, dans les universités et les laboratoires de recherche, afin de permettre une approche globale et prospective des problèmes.

Il a le but d'être fédérateur, dans l'organisation qu'il met en place fondée sur une participation assez large des agents de la RATP, et dans son contenu, par la conception d'idées-forces susceptibles de regrouper l'ensemble de l'entreprise autour d'objectifs communs.

Les modalités d'organisation du projet RÉSEAU 2000

Pour atteindre les objectifs précédents, le groupe COMMENT a suggéré les modalités d'organisation suivantes pour la première phase du projet (février 1983 - septembre 1984):

Le Groupe Pilote

Il est composé de dix cadres, appartenant aux différentes directions de la RATP, et travaillent à mi-temps sur le projet RÉSEAU 2000. Il regroupe des personnes émanant de formations diverses (ingénieurs, sociologues, formation interne...), de compétences et de sensibilités variées.

Il a pour tâche:

- de définir progressivement le contenu du projet, de proposer un plan de travail, de faire la synthèse des résultats;

- de gérer le projet;

- de le promouvoir à l'intérieur comme à l'extérieur de l'entreprise.

Le Comité Directeur

Constitué d'un membre du personnel dirigeant de chaque direction de la RATP, il est présidé par M. Guieysse, Directeur général adjoint. Il comprend, en outre, Bernard Roy, conseiller scientifique.

Il se réunit environ tous les trois

(*) Les lecteurs de RATP Études-Projets ont pu lire une présentation du projet de recherche RÉSEAU 2000 dans le numéro d'avril-mai-juin 1983.

mois pour décider des orientations à donner au projet sur la base des propositions du Groupe Pilote. Il décide de la constitution des groupes de travail transversaux.

En outre, chaque membre du Comité Directeur est responsable de la contribution de sa direction au projet RÉSEAU 2000.

Les Groupes de Travail

L'approfondissement des thèmes de recherche identifiés par le Groupe Pilote et approuvés par le Comité Directeur est réalisé par des Groupes de Travail transversaux, réunissant des cadres de l'entreprise et des intervenants extérieurs venant de l'université de laboratoires de recherche et de sociétés de conseil.

Ces groupes de travail peuvent réunir des personnes émanant de plusieurs directions de la RATP, de compétences et de sensibilités variées (ils sont alors appelés transversaux). Mais ils peuvent aussi envisager un champ d'investigation plus étroit, ressortissant du domaine de compétence d'un service de l'entreprise (il s'agit alors d'actions internes aux services).

La première phase

Le projet de recherche est rythmé et comprendra plusieurs phases aux objectifs bien identifiés. Au terme de chaque phase, une évaluation des résultats obtenus (le QUOI) et une analyse des modalités de fonctionnement (le COMMENT) seront effectuées.

L'objectif de la première phase est une large exploration des possibles de l'évolution des transports en la Région Ile-de-France. Elle vise à élaborer une nouvelle manière de poser les problèmes relatifs à la vie et au développement d'un réseau de transport collectif et à fonder ces nouveaux points de vue sur et dans la culture actuelle de la RATP.

La deuxième phase, d'une durée d'environ un an, devra permettre la mise en cohérence des travaux précédents et conduire, éventuellement par l'élaboration de divers

scénarios, à la préparation des premiers choix destinés à alimenter le plan stratégique.

Les thèmes de réflexion du projet

Le Groupe Pilote a structuré sa réflexion en cherchant à moderniser les rapports entre un réseau de transports et son environnement. Ce modèle – qui ne fera pas l'objet d'un exposé dans ce forum – a permis de définir un plan de travail cohérent pour la première phase et sera à la base de la synthèse des résultats qu'il conviendra d'opérer.

Il s'articule autour de neuf thèmes :

1 — Les évolutions du milieu : détection des tendances lourdes et des faits porteurs d'avenir

Dans une perspective diachronique, trois axes de réflexion ont été distingués :

— un axe technologique qui comporte, notamment, les thèmes suivants : les matériaux, l'utilisation des télécommunications, les systèmes experts... ;

— un axe socio-économique qui envisage les perspectives en matière de populations, d'emplois de la région Ile-de-France (les tendances lourdes du schéma directeur) et l'évolution de certains comportements (attitude par rapport au travail, temps contraint/temps choisi, etc.) ;

— un axe culturel qui retient deux actions principales : d'une part, l'organisation d'un séminaire de deux ans, intitulé « Crise de l'urbain – futur de la ville », qui réunit chaque mois des historiens, sociologues, urbanistes... et des responsables de la RATP ; d'autre part, le lancement d'une analyse socio-historique de l'entreprise RATP.

2 — L'organisation, principe fondamental de RÉSEAU 2000

Face à des évolutions plus qualitatives que quantitatives, il semble que seule la perspective organisa-

tionnelle permette d'atteindre la flexibilité souhaitée pour des réseaux de transport. L'organisation est ici conçue comme aptitude à percevoir et à traiter la complexité croissante des systèmes et à en articuler les divers aspects technique, économique, social, ... au travers de processus d'apprentissage collectifs, laissant une large place à l'autonomie des acteurs.

3 — Les services produits par le réseau - Sa contribution à l'évolution de l'environnement

Ce thème de réflexion s'interroge sur les finalités du réseau dans la perspective élargie d'activités articulées à la « fonction circulation » en région Ile-de-France. Il s'efforce de proposer des axes conduisant à la création d'activités nouvelles ou de concevoir les activités actuelles en saisissant l'ensemble des effets directs ou indirects sur les différents acteurs concernés.

4 — La formation et la transformation du réseau

On ne s'intéresse pas ici au fonctionnement du réseau mais à la formation et à la transformation de ses formes (le tracé d'une ligne, un matériel roulant), de ses normes (un règlement), de ses enjeux (un objectif de trafic, par exemple).

Les questions qui se posent sont alors les suivantes : Comment se négocient et se décident les formes, les normes et les enjeux du réseau ? Quels acteurs participent à la négociation ? Quelles modalités de changement préconisent-ils ? Quelle est la part de l'institutionnel et du non-institutionnel, de l'explicite et de l'implicite ? Comment les décisions sont-elles mises en œuvre ? Quelle est la rétro-action du fonctionnement du réseau sur son évolution ?

5 — Les frontières du réseau

Le Groupe Pilote a détecté, dans la définition des frontières du réseau et dans leurs modalités de franchissement, un thème d'investigation qu'il espère porteur d'idées nouvelles.

Considérant que ces frontières d'ordre technique, juridique, spatiale, etc., revêtent également un fort caractère symbolique, le problème a été posé en termes de « rites » d'entrée et de sortie. Il convient de vérifier le bien-fondé de cette hypothèse et d'étudier si elle permet d'appréhender certaines questions délicates (la fraude, par exemple) et de conduire à diverses préconisations pour l'avenir.

6 — La vision macroscopique du réseau - La régulation

Le réseau peut être considéré selon deux perspectives : une perspective macroscopique, une perspective microscopique.

La perspective macroscopique correspond à la vision de l'ingénieur qui conçoit le fonctionnement du réseau en termes de flux. Les individus sont alors considérés comme identiques à une référence statistique moyenne.

La régulation de ces flux, nécessaire au fonctionnement du réseau, met en œuvre :

- une connexion/déconnexion de flux (humains, matériels...);
- une mise en mouvement/stockage de ces flux.

7 — La vision microscopique : la dimension individuelle

La perspective microscopique considère chaque individualité comme potentiellement différente des autres (susceptible de stratégie, de désir), et tente de saisir de manière spécifique les caractéristiques de son comportement.

8 — L'articulation de l'individu et du système régulé

Les deux visions précédentes demandent à être articulées afin de permettre leur prise en compte respective et de faire jouer éventuellement leur synergie.

Cette articulation macro/micro est une problématique centrale du projet RÉSEAU 2000.

9 — Les supports matériels

Compte tenu des hypothèses et des résultats des thèmes précédents, il convient de s'interroger sur les règles générales auxquelles les supports matériels devront satisfaire en termes d'adaptabilité, de potentiel de réserve, etc.

Conclusion

On l'a vu : ce projet de recherche s'efforce de porter un regard nouveau sur l'évolution et le fonctionnement d'un réseau de transport dans son environnement urbain et régional. Plutôt que de définir des structures rigides, susceptibles d'être vite dépassées, il cherche à concevoir des organisations du réseau capables de prendre en compte autant que faire se peut les évolutions de l'environnement.

Le projet RÉSEAU 2000 vise à proposer des orientations à long terme pour la RATP et à mettre en œuvre les processus d'apprentissage et de changement permettant de les atteindre. Cependant, ce n'est que dans une étape ultérieure, lorsque certaines de ces orientations auront été éventuellement approuvées par les responsables de l'entreprise, qu'elles seront intégrées dans le plan stratégique de la RATP.

Discussion

RÉSEAU 2000

Patrice Couka (RC) : Une chose m'a un peu surpris, c'est qu'on ne prononce pas le mot demande, avec ses diverses facettes. Est-ce que vous vous préoccupez de l'évolution des habitudes en matière de déplacement ?

René Darfel : Dans un exposé de vingt minutes, on ne peut pas tout dire... L'analyse des évolutions possibles de l'environnement, notamment en matière de comportements, est au centre des préoccupations de RÉSEAU 2000. Il vise à les saisir dans le cadre de ce qu'on a

appelé les systèmes d'observation des tendances lourdes et des signaux précoces. Au niveau des demandes, RÉSEAU 2000 va tenter de les appréhender au travers de ce que nous appelons les diverses « logiques » : celles des usagers, des pouvoirs publics, des collectivités locales, etc.

Edith Heurgon : Au travers de ce qu'a dit René Darfel, il est clair que RÉSEAU 2000 tente de dépasser la problématique traditionnelle de l'offre et de la demande qui, s'agissant d'un projet à vingt ans, n'est pas nécessairement pertinente. En revanche, la prise en compte, dès le stade de la conception du projet, des points de vue des divers acteurs paraît potentiellement riche.

En ce qui concerne l'analyse des évolutions prévisibles dans les différents domaines, je citerai l'initiative que vient de prendre la RATP d'organiser un séminaire de deux ans intitulé « Crise de l'urbain - futur de la ville », sous la présidence de l'historien Jacques Le Goff et qui réunira chaque mois des historiens, sociologues, architectes, urbanistes, etc., et divers responsables de la RATP, pour étudier de manière très large les évolutions de la société urbaine.

Alain Sniter (TT) : Pourriez-vous expliciter quelque peu le terme de rupture ?

René Darfel : Il y a deux façons d'appréhender les évolutions : d'une part, dans une certaine continuité, il convient de dégager les tendances lourdes, d'autre part, il faut aussi discerner ce qu'on appelle des signaux précoces ou des faits porteurs d'avenir. On peut penser en effet que, dans ce qui se déroule aujourd'hui, il y a des faits significatifs qui annoncent une rupture. Évidemment, la notion de rupture est relative. Est-ce que la régionalisation est une rupture ? Certains comportements à l'égard du temps ou du travail sont-ils annonciateurs de transformations plus radicales ?

Un intervenant : Comment pouvez-vous intégrer l'hypothétique ré-

forme des transports en région Ile-de-France ?

René Darfel : Pour l'instant, on ne l'intègre pas explicitement. Dès qu'on aura des éléments, on les prendra en compte.

Edith Heurgon : Prospective ne veut pas dire prévision. RÉSEAU 2000 ne prétend pas connaître l'avenir ni à propos de la réforme régionale, ni en matière de conséquences des nouvelles technologies, etc. Toute la démarche de RÉSEAU 2000 consiste à dire : l'environnement change, devient de plus en plus complexe, nous devons nous préparer, et notamment au travers de ce qu'on a appelé « l'organisation », à nous adapter rapidement aux transformations qui peuvent advenir. Dans les entreprises japonaises, on parle de management réactif. L'enjeu est bien d'accroître notre réactivité qui n'est pas considérable, compte tenu de certains de nos fonctionnements internes, mais aussi des rapports que nous entretenons avec nos tutelles. Le projet RÉSEAU 2000 a un objectif très clair : essayer d'accroître nos marges d'autonomie, dans la perspective d'une négociation plus ouverte avec les divers partenaires (État, région, usagers, personnel...).

Joëlle Dreyfus (GS) : A propos de recherche, on a beaucoup parlé des usagers, de l'environnement, mais on a peu parlé de l'entreprise. Est-ce que, dans RÉSEAU 2000, il y aura une partie qui concernera non seulement les tendances lourdes mais aussi les signaux précoces qui pourraient modifier l'entreprise RATP en tant qu'ensemble d'hommes et en tant qu'organisation ?

Jean-Pierre Ragueneau : Il y a plusieurs éléments de réponse. D'abord, le Groupe Pilote conduit une réflexion spécifique sur l'articulation du RÉSEAU 2000 et des entreprises qui seront chargées de la produire et de l'exploiter.

Deuxièmement, nous allons lancer une analyse socio-historique de la RATP.

Troisièmement, il est clair que les grandes options prises pour le RÉSEAU 2000 auront des répercussions sur la structure de l'entreprise. Il faudra, le moment venu, se saisir de ces questions. Comment assurer des systèmes plus flexibles que ceux dont on dispose aujourd'hui ? Comment intégrer des modes de transport nouveaux ? Comment prendre en compte les sollicitations des élus locaux, etc.

Enfin, il y a un groupe de travail transversal qui essaie de réfléchir sur « l'organisation », thème central de tout le projet RÉSEAU 2000.

Edith Heurgon : Dans cette recherche, l'« organisation » est entendue dans un sens assez différent de son acception traditionnelle. Il s'agit surtout d'aptitude à la mise en œuvre du changement, condition d'adaptabilité à des sollicitations diverses de l'environnement. L'hypothèse sous-jacente, qui se rattache à toute une école de pensée émanant des théories de l'organisation des systèmes vivants, est la suivante : pour être apte à réagir rapidement aux évolutions rapides de l'environnement, voire à ses menaces, il faut soi-même être complexe, varié, susceptible de mettre en œuvre une grande diversité de comportements.

Le groupe de travail étudie, à partir de cas concrets de la RATP d'aujourd'hui, comment est appréhendée la complexité par les différents acteurs et quelles sont leurs marges d'autonomie ; il essaie de voir comment cette complexité est traitée et étudie les freins à la mise en place des changements.

Ce qu'il apparaît, c'est que la RATP d'aujourd'hui est plutôt stable, rigide, homogénéisante, alors que si l'on suit notre hypothèse, il conviendrait qu'elle soit plus ouverte, plus flexible, plus différenciée.

Il est clair que RÉSEAU 2000 n'aura pas une grande influence si, par la mise en place dès aujourd'hui de processus d'apprentissage de la complexité, il n'y a pas une certaine évolution des comportements et des mentalités. C'est pourquoi nous di-

sons que RÉSEAU 2000 est un projet organisationnel.

Jean-Pierre Biard (GS) : De quelle manière allez-vous développer l'étude des facteurs culturels et des mentalités à la RATP ?

René Darfel : Nous allons lancer une analyse socio-historique de la RATP pour tenter de discerner l'évolution des mentalités de l'entreprise, ce qu'on peut appeler ses tendances lourdes d'une certaine façon, au niveau des structures, des comportements. On ne peut pas avoir un projet prospectif visant à certaines transformations profondes sans l'ancrer dans l'histoire de la maison...

Jean-Pierre Biard : Vous n'envisagez pas une démarche interne ?

René Darfel : On partira des matériaux, des archives de la RATP, on procédera aussi par interviews, et un groupe interne sera mis en place pour suivre et piloter cette recherche qui s'effectuera avec un groupe d'universitaires et de chercheurs du CNRS (historiens, sociologues, anthropologues...). C'est l'affaire de plusieurs années.

Michel Christen (GP) : Tu as parlé des stratégies de l'entreprise, on peut se poser la question de savoir comment le projet RÉSEAU 2000 se situe par rapport au service qui, normalement, est chargé d'élaborer la stratégie de l'entreprise.

Edith Heurgon : Premier point : le service GS auquel tu fais allusion n'est pas chargé d'élaborer la stratégie de l'entreprise, mais une de ses facettes : la stratégie de développement des réseaux.

Deuxième point : RÉSEAU 2000 est un projet de *recherche* ; certes, nous espérons qu'à terme il influencera la stratégie de l'entreprise, mais, pour l'instant, il explore des possibles très larges pour l'organisation des transports en région Ile-de-France, et ce n'est qu'en 1985 que certaines options stratégiques seront prises.

Troisième point : RÉSEAU 2000

est un projet *transversal* à toute l'entreprise qui admet le principe méthodologique suivant : l'ensemble des compétences internes (planificateurs, commerciaux, exploitants, techniciens, responsables de l'entretien, gestionnaires des ressources, etc.) doivent être associés dès le départ à cette recherche. De même, les divers points de vue (transporteurs, usagers, élus, représentants du personnel...) doivent être pris en compte au même stade. RÉSEAU 2000 n'est donc pas le projet d'un service ou d'une direction de l'entreprise, mais chacun apporte sa pierre à l'édifice commun.

Jean-Paul Ulrich (ST) : La crédibilité du projet me semble dépendre, en effet, de la participation de la SNCF et de l'APTR...

Edith Heurgon : Son succès dépend en effet des rapports qu'il saura établir avec ses partenaires, mais pas seulement avec ses partenaires transporteurs. La qualité des échanges qu'il pourra assurer avec ce qu'on appelle les différentes « logiques » est déterminante.

Nous avons eu une réunion de travail avec l'Institut de Recherche des Transports (IRT) et le projet RÉSEAU 2000 a suscité un tel écho que nous avons intégré des chercheurs de l'IRT dans certains des Groupes de Travail transversaux.

Avec la SNCF, nous avons également organisé une rencontre et l'accueil, quoique intéressé, nous a semblé plus limité. Le programme de recherche de la SNCF ne paraît pas, pour l'instant, prendre les mêmes orientations. Nous verrons par la suite si nous irons vers une plus large coopération ou si, dans un premier temps, cela restera au niveau de l'information.

Nous avons aussi présente le projet au Comité de direction d'Études et Recherches à l'EDF qui a été intéressé par l'approche développée.

En ce qui concerne les usagers, nous allons mettre en place un groupe réactif de personnalités à sensibilité d'usagers, aptes à intervenir dans le cadre d'un projet de recherche.

Mais toutes ces démarches ne font que s'amorcer. RÉSEAU 2000 est un projet de recherche piloté par la RATP et, la première année, il a fallu définir à l'intérieur de l'entreprise un premier cadrage du projet pour préciser nos options.

Marie-Pierre Devaux (GP) : Quelles relations avez-vous avec l'IAURIF ?

Edith Heurgon : Pour le moment, elles passent par le Directeur du développement, M. Gérard... Bien sûr, au niveau de l'observatoire socio-économique, il faut se brancher sur les éléments dont dispose l'IAURIF, car bien entendu il n'est pas question de refaire ce qui existe déjà ailleurs, il faut surtout coordonner, aller chercher ce qui se fait dans différents secteurs, au CESTA en matière technologique. En outre, M. Gérard a organisé à notre intention un certain nombre de réunions pour nous faire partager ses connaissances relatives aux tendances lourdes du schéma directeur de la région Ile-de-France, aux évolutions économiques de la région, etc.

Pierre Darrort (SE) : Je constate que cette recherche est particulièrement novatrice pour une entreprise qui, d'un certain point de vue, peut apparaître comme une vieille dame. Le fait qu'une des fonctions du Groupe Pilote soit d'assurer la promotion de cette recherche dans l'entreprise ne veut-il pas dire que vous estimez qu'il y a quelque chose à vendre et donc des non-convaincus ? Ma question sera la suivante : est-ce que vous avez déjà pu mesurer l'audience de votre recherche ? Quelle a été la réaction de vos interlocuteurs ?

Jean-Pierre Ragueneau : Si l'on essaie de faire cette promotion c'est d'abord qu'il nous a semblé que, de manière générale, les activités de recherche étaient mal connues à la RATP.

Pour RÉSEAU 2000, la question est encore plus cruciale. D'une part, le projet attache une importance égale aux résultats qu'il vise à obtenir et aux modalités de travail

qu'il met en œuvre dans l'entreprise. Il se veut donc, par principe, participatif. D'autre part, il s'agit d'un projet qui fait une large place aux sciences sociales et qui ne s'inscrit pas, pour l'instant, dans la culture dominante, plutôt technicienne, de la maison. Enfin, par son caractère prospectif, il cherche à forger un nouveau vocabulaire qu'il faut tenter de promouvoir.

La promotion, on peut la regarder de trois façons. A l'extérieur de la maison, à l'intérieur auprès du personnel dirigeant, et auprès des cadres de façon générale.

A l'extérieur, on a contacté divers universitaires plutôt orientés vers l'analyse de systèmes, l'organisation, ou l'analyse des comportements et, jusqu'à présent, l'accueil a été très largement favorable.

Au niveau des cadres de direction, le message passe relativement bien dans les directions fonctionnelles, qui y voient au moins un intérêt intellectuel ; un peu moins bien dans les directions opérationnelles. Cela ne nous surprend pas tellement car le discours du projet remet un peu en cause une certaine indépendance de l'appareil technique. On dit : avant de mettre des microprocesseurs ou des boullons partout, il faudrait peut-être réfléchir aux diverses conséquences : sur les qualifications du personnel, sur l'image de marque de la maison, etc.

Ayant constaté certaines de ces réticences, on a commencé à faire des exposés tests aux cadres des différentes directions. Sur les fiches d'évaluation que nous avons rassemblées, il apparaît qu'environ un tiers des participants sont peu passionnés, mais que deux tiers sont assez ou très intéressés et, même, qu'un tiers souhaite travailler dans les divers groupes. En conclusion, il nous semble que la démarche préconisée correspond à une certaine attente de la part des cadres.

René Darfel : Dans les divers Groupes de Travail transversaux, il y a des participants de toutes les directions de l'entreprise et cela se passe assez bien. Chacun semble trouver cela enrichissant.

Anne Roussel (PF) : Dans ces groupes, il n'y a pas que des cadres qui font des études ou de la recherche, il y a aussi des exploitants, des responsables de lignes, de dépôts...

Edith Heurgon : On peut dire que plusieurs des groupes de travail RÉSEAU 2000 essaient de se fonder sur l'analyse de cas de la RATP d'aujourd'hui; il s'agit donc d'un travail plus concret que celui du Groupe Pilote et dont l'objectif est d'ancrer cette nouvelle façon de poser les problèmes de transport dans les situations concrètes des transports collectifs de l'agglomération parisienne.

Émile Gaumart (RC) : N'y a-t-il pas lieu d'être très prudent quant à la diffusion d'un tel dossier ? J'imagine que l'évolution des vingt prochaines années peut être assez sensible et remettre en cause des plans complets de l'entreprise... Par exemple, le développement du travail à domicile peut conduire à une diminution du nombre des déplace-

ments et, donc, à une restriction de certaines de nos activités...

Jean-Pierre Ragueneau : La question des substitutions possibles télécommunications-déplacements est assez controversée. Le service du développement commercial a fait faire une très intéressante étude par Batelle. Il semble que le nombre total des déplacements ne diminuerait pas de manière considérable (au maximum de 10 %) mais qu'ils se répartiraient autrement entre les divers motifs.

Cela dit, il est vrai que les organismes (au sens biologique du terme) n'aiment guère les discontinuités, mais il me semble que c'est justement lorsqu'il y a des risques qu'il faut prévenir.

Edith Heurgon : RÉSEAU 2000 a pour ambition de préparer le futur de la RATP en montrant sa force de propositions et son aptitude à penser l'avenir, même s'il est assez radicalement différent de ce qu'elle connaît aujourd'hui. C'est pour cela que le champ de travail de RÉSEAU 2000 excède la notion de

transport et de déplacement, et se situe dans la perspective de ce qu'on appelle la fonction « circulation » en région Ile-de-France dont le déplacement n'est qu'une des composantes. Le domaine de réflexion, finalement, c'est la vie dans la ville et l'organisation de ses échanges.

Yves Amsler (GS) : On parle d'un projet qui s'appelle URBA 2000. Avez-vous des informations à cet égard ?

Edith Heurgon : Vous avez peut-être entendu le Président de la République en parler dans son allocution du mois de septembre. C'est un projet dont la DATAR assure la coordination et auquel le CESTA apporte son soutien technique. Il consiste en une prospective de l'impact des nouvelles technologies sur le tissu urbain. Il a trois objectifs : créer une zone expérimentale, réaliser une vitrine du savoir-faire technologique français, réconcilier la technique et les aspirations sociales... C'est tout un programme... ■

DÉBAT GÉNÉRAL

Jean-Louis Cibot (FR) : Je voudrais faire part d'une impression générale : pour plusieurs projets comme ARAMIS, MÉTRO 2000 ou RÉSEAU 2000, on sent qu'il y a une réflexion de fond. En revanche, pour R 312 ou SACEM, cette réflexion a peut-être eu lieu au départ mais les développements laissent un peu croire que l'on fait de la technique pour la technique. J'aimerais avoir l'avis du groupe sur ce point, mais ces projets, SACEM ou R 312, ne sont-ils pas des opérations classiques de développement ?

Gérard Saint-Aubin : Dans un premier temps, le R 312 a bénéficié d'une réflexion générale : la DTT avait lancé un concours d'idées international auquel un certain nombre de constructeurs ont répon-

du. Par ailleurs, divers groupes de travail avaient été formés avec les exploitants. Donc, le R 312 n'est pas un exercice de style purement technique, ce n'est pas seulement une synthèse de technologies récentes, puisqu'il prend en compte les besoins et les contraintes qui lui ont été fixés. Par exemple, la cinématique est la conséquence du plancher bas demandé, mais aussi des exigences des réseaux de province qui ont voulu une troisième porte à l'arrière avec une plate-forme.

Jean-Louis Cibot : Certes, il y a eu des besoins d'exploitants posés a priori, puis l'on a développé un produit mais, somme toute, l'essentiel c'est un bloc-moteur mis à l'arrière d'un bus. Sur le plan du transport, cela ne change pas sensiblement le produit. De même pour

SACEM, où un certain nombre d'objectifs ne semblent pas devoir être atteints : il est clair par exemple que, par rapport au pilotage automatique, la voie ferrée ne sera pas simplifiée.

Christian Galivel : On peut difficilement comparer SACEM à RÉSEAU 2000 parce que les objectifs sont différents, et même à ARAMIS qui part de l'hypothèse d'un réseau nouveau, alors que SACEM doit s'adapter à un réseau existant.

Quant à l'accusation de manque de réflexion, je voudrais répondre que SACEM a trois objectifs qui, me semble-t-il, vont être atteints : une modularité, une adaptabilité et une réflexion sur la maintenance. La preuve en est que des projets comme ARAMIS vont reprendre des modules conçus pour SACEM

et les intégrer dans leur propre conception.

Il faut dire aussi que SACEM peut évoluer : j'ai parlé de l'indépendance de la sécurité vis-à-vis des modes de transmission ; si jamais il y a un développement permis par ARAMIS relativement à une optique système pour la transmission, SACEM peut s'y adapter, c'est-à-dire qu'on a voulu éviter d'avoir une sécurité qui soit dépendante de la technologie. Si, par exemple, un câble rayonnant existe sur un réseau, il suffit d'adapter le protocole de transmission de SACEM sur ce réseau.

Quand au reproche que vous faites sur la non-simplification de la voie ferrée, je ne suis pas tout à fait d'accord ; il me semble que, entre le tapis continu du PA du métro et la simple utilisation des rails pour SACEM, il y aura plus qu'une légère différence.

Edith Heurgon : Il n'est pas question de délivrer des palmarès aux différents projets présentés ce matin ; ils se situent chacun à des époques et dans des conditions assez différentes. L'autobus futur est en voie d'aboutissement : il s'agissait de la conception d'un nouveau produit pour lequel on a adopté une démarche relativement originale. SACEM est un projet qui constitue vraiment de la recherche sur le plan technique. Les autres projets présentés comportent certes une réflexion plus amont, ils adoptent une démarche de système global.

Yves Amsler (GS) : Je me demande si l'on prend les problèmes par le bon côté, notamment en ce qui concerne MÉTRO 2000. N'est-il pas trop orienté sur Paris ? Quant au tramway, ou au trolleybus, on a l'impression que personne n'en veut, ni le réseau routier, ni le réseau ferré ; c'est un peu dommage car c'est un marché pour l'exportation qui est déjà très important et le sera sans doute encore plus dans l'avenir.

Laurent Méret (FR) : Je voudrais apporter une précision en ce qui

concerne le tramway. L'exposé sur MÉTRO 2000 a pu donner l'impression que le service FR ne s'occupait pas du tramway, alors que les recherches sectorielles qui ont été évoquées s'appliquent pour une bonne part à la technologie tramway. Certaines de ces recherches – les transmissions hydrostatiques ou le stockage de l'énergie à bord des trains – n'auraient qu'un faible intérêt dans le cadre strict du métro de Paris. En revanche, elles présentent un intérêt fondamental pour des applications de moyens de transport plus légers. Donc on s'intéresse aussi au tramway mais MÉTRO 2000 concerne essentiellement le renouvellement dans les années 1995 du matériel roulant. Il n'exclut pas un certain nombre de recherches particulières, comme celles qui concernent des caisses à plancher bas, de peu d'intérêt pour le métro de Paris.

Jean Leymarie (FC) : Il y a quelque chose qui m'étonne : on a fait le VAL à Lille et, maintenant, on parle d'ARAMIS à Paris. N'aurait-on pu faire ARAMIS avant le VAL ? Ce qui, à mon avis, a été créatif à Lille, c'est la mise en œuvre d'un métro qui fonctionne sans personnel. Est-ce que, à la RATP, on aurait pu le faire ? On arrive certes à adapter des solutions techniques connues, mais est-on vraiment capable d'innover de cette manière ?

Alain Sniter : Du point de vue technique, je dirais que le VAL n'est pas très différent du pilotage automatique que l'on a aujourd'hui sur nos réseaux. En revanche, à la question : est-ce qu'on aurait pu faire ARAMIS avant le VAL ? Je réponds non car il eut été bien difficile de réaliser ARAMIS avec des automatismes anciens : les fonctions d'ARAMIS ne peuvent pas être conçues sans nouvelles technologies.

Jean Leymarie : Mais, à Paris, peut-on concevoir un système sans agent ?

Alain Sniter : Sur cette question, il y a deux écoles : au départ, on avait

dit qu'il n'y aurait pas d'agent en station dans ARAMIS, puis l'on a pensé qu'il serait bon qu'il y ait des agents en station... Cela dépasse le cadre strict de la recherche.

Dominique Silhol (GC) : Dans la même perspective, je voudrais partir d'une constatation sur les exposés qu'on a entendu ce matin : d'une part, avec l'autobus futur et MÉTRO 2000, deux projets que l'on peut raccrocher à chacune des directions d'exploitation et qui leur sont bien propres ; puis un projet de nature technique qui, s'il soulève des problèmes humains et organisationnels, est de plein droit attribué au service des études de la Direction des services techniques. Ensuite, il y a eu l'exposé concernant ARAMIS, et Alain Sniter, avec humour – s'agissant d'ARAMIS et structures – a mis en évidence les difficultés qu'il rencontrerait pour gérer son projet du fait de la longueur de la chaîne hiérarchique au-dessus de lui et de par la position un peu ambiguë du projet dans l'entreprise.

Alors, ma question est relative à RÉSEAU 2000 : une des réflexions importantes à conduire sur l'évolution de l'entreprise concerne, à mon avis, sa capacité à exploiter d'autres modes que du métro et des autobus. Ce problème est-il abordé dans RÉSEAU 2000 ? A quel niveau prenez-vous en compte ce problème de l'organisation de l'entreprise ?

René Darfel : Plusieurs thèmes de RÉSEAU 2000 s'intéressent à cette question : d'abord, l'analyse historique de l'entreprise dont l'un des objectifs est de discerner au travers de ses évolutions passées de quelle façon elle va pouvoir évoluer et quelle est son aptitude à se transformer ; deuxièmement, le thème qui traite de la formation et de la transformation du réseau dont la problématique centrale est celle du changement ; enfin, le thème qui travaille sur la reconnaissance du facteur organisationnel comme principe fondamental du projet RÉSEAU 2000.

Edith Heurgon : Je suis d'accord

DÉBAT GÉNÉRAL

avec Dominique Silhol. Par sa structure actuelle, notre entreprise sait bien exploiter des métros et des autobus, mais rencontre certaines difficultés pour intégrer d'autres modes : qu'il s'agisse d'ARAMIS ou même du tramway.

Des réflexions sur la nécessité d'adaptations structurelles nous permettant de concevoir et de gérer un réseau de transport multimodes sont apparues déjà lors de la réflexion prospective de 1980, proposant que l'on passe d'une organisation par mode à une organisation par type de dessertes... L'accueil avait été à l'époque plutôt mitigé.

Cela dit, il est clair que RÉSEAU 2000 doit porter cette question au centre de sa réflexion, dans la mesure où l'un des objectifs premiers du projet est de développer une compétence sur « l'ingénierie de réseau » qui permette, grâce à un langage renouvelé, de s'abstraire des notions de mode.

Jean-Paul Ulrich (ST) : Quelque chose me gêne dans ces présentations sur des modes de transport : l'autobus, le métro et ARAMIS – je mets RÉSEAU 2000 un peu à part. Est-ce qu'il y a une certaine concertation entre ces trois équipes-projets au sein de la RATP ? Car, en fin de compte, ce sont les mêmes voyageurs qui se déplaceront : ils prendront peut-être ARAMIS, peut-être l'autobus, peut-être le métro. Donc, ce qu'il faut considérer c'est l'environnement et le système de déplacements.

Edith Heurgon : Il y a un certain nombre de structures qui coordonnent les projets de développement : d'abord, la Direction du développement, dont la mission est la coordination du développement de l'ensemble des modes et des systèmes de transport de la RATP ; et, au niveau de la recherche, il y a un organisme de coordination qui est la Commission de la Recherche.

Alain Sniter : Sur la question de la concertation entre les différentes équipes, je dirais que les modalités classiques de fonctionnement plutôt hiérarchisées et cloisonnées de la RATP ne s'y prêtent pas facilement. Il faut faire appel à des méthodes de travail qui ne sont pas encore bien reconnues et cela ne peut être fait que progressivement. Cela commence à se faire : le projet SACEM en est un exemple, mettant en relation des personnes du service des études, du service du matériel roulant...

Edith Heurgon : Ce forum vise aussi à faire un pas dans cette direction. Si c'est utile, on continuera. C'est un des rôles du SCRIB et du Groupe des animateurs de la Recherche (GARE) que de faciliter les relations entre les chercheurs. C'est une question d'animation de comportements : il faut que les relais soient multiples et que chacun accepte de parler de ses recherches...

René Héroult (FC) : En résumé, les différents intervenants de ce matin ont traité des éléments d'un même ensemble : cet ensemble, c'est justement RÉSEAU 2000. Je ne sais pas jusqu'où l'on poussera la réflexion de RÉSEAU 2000. Elle en est actuellement au plan des grands principes. C'est la première démarche nécessaire pour aboutir à une vue élargie sur les implications de RÉSEAU 2000. Mais, ce sont justement ces implications dont on parle ce matin. MÉTRO 2000 est très engagé maintenant, il sera ce que ceux qui l'étudient actuellement le feront ; il ne faudrait pas que, par la suite, RÉSEAU 2000 en arrive à des conclusions différentes... Il y a une mise en cohérence à faire, mais peut-être est-il déjà trop tard ?

Edith Heurgon : Si nous avons lancé RÉSEAU 2000, c'est que nous avons senti la nécessité de conduire une réflexion globale qui aborde la question du transport collectif, non plus seulement du point de vue des modes, mais comme une contribution plus large à la fonction circulation de la région Ile-de-France.

Mais il ne faut pas que RÉSEAU 2000 arrête toutes les recherches de l'entreprise. On parle parfois de paralysie par l'analyse, c'est ce qu'il convient d'éviter. On met en œuvre des processus et il faut qu'on sache faire des progrès à des rythmes différents, sans arrêter l'ensemble des recherches.

Quand on fait de la recherche, il faut concilier ce qui est de l'ordre d'une démarche globale et ce qui est nécessairement le fait de projets sectoriels. Les divers projets qu'on vous a présentés ce matin ne sont pas nécessairement en cohérence. Il est bon qu'il y ait, dans une entreprise de la taille de la nôtre, une recherche éventuellement concurrentielle, c'est une position que la Direction générale assume parfaitement. Une des difficultés constamment évoquée à propos de RÉSEAU 2000 est ce problème de « raccord ». On nous demande : quand est-ce qu'on va se raccorder à MÉTRO 2000, à SACEM, etc. Pour l'instant, on ne cherche pas à raccorder RÉSEAU 2000. Il s'agit d'une réflexion originale qui se situe beaucoup plus amont et qui ne peut pas dans l'immédiat définir des spécifications fonctionnelles pour MÉTRO 2000... A cet égard, il y a peut-être une certaine ambiguïté dans l'utilisation de la date 2000 : dans un cas, c'est plutôt 1995 ; dans l'autre, plutôt 2010-2020...

Alain Sniter : On a tendance à vouloir opposer la recherche avec la définition de produits. Or, à mon avis, il ne faut pas les opposer. En revanche, l'essentiel est de mettre en place une démarche nouvelle au niveau de l'entreprise qui, s'agissant de recherche, ne préconise pas une cohérence excessive : il est intéressant que les recherches aillent dans différentes directions. En revanche, quand il s'agit de démarches produits, il faut que la définition dépasse largement le cadre de l'entreprise. Dans le cas de l'autobus futur, un grand pas vers cet objectif a été fait, puisque la définition du véhicule est sortie du cadre de la RATP. De même, pour SACEM : la conception n'est pas le fait de la seule RATP. Seulement, ce que

j'aurais tendance à dire, c'est qu'on n'a peut-être pas été assez loin...

Serge Guibereau (FR) : En Allemagne, la recherche est coordonnée au niveau national, toutes les sociétés de transport ont des représentants qui se rencontrent pour développer des projets avec l'industrie. En France et, à la RATP, on travaille seuls... Avec les constructeurs certes. Mais pourquoi ne pas associer les autres réseaux de transport pour concevoir le transport de l'an 2000... Je pense à Marseille, à Lyon, à Nantes, à Lille...

Edith Heurgon : Il convient de nuancer quelque peu votre propos. En tout cas, l'un des objectifs de la politique de recherche de la RATP aujourd'hui, c'est l'ouverture. Nous souhaitons que, pour les différents projets et actions de recherche que nous entreprenons, une ouverture plus systématique soit faite sur l'ensemble des partenaires de la recherche, de l'industrie et des transports. Cela dit, la coordination au plan national va s'effectuer dans le cadre de la Mission Transports Terrestres dont je vous parlais tout à l'heure : un certain nombre de comités de développement et de comité de thèmes auxquels la RATP participera vont être organisés : sur les transports guidés, sur les transports urbains et régionaux, sur les sciences sociales appliquées aux transports, etc. Par ailleurs, l'Union des Transports Publics va organiser, en janvier 1984, avec la participation des divers exploitants de réseaux, un colloque sur la recherche dans les transports publics.

En ce qui concerne RÉSEAU 2000, il faut dire qu'il s'attache de manière assez spécifique à la région Ile-de-France, dans la mesure où certaines évolutions pourraient lui être assez particulières...

Alain Kerebel (FC) : Quelle est la part de SOFRETU dans l'orientation de la recherche à la RATP ?

Edith Heurgon : Son président siège à la Commission de la Recherche et SOFRETU a un représentant au

sein du Groupe des animateurs de la Recherche (GARE).

Dans le cadre de l'axe prioritaire relatif à « la compétitivité internationale », nous souhaitons que les liens s'accroissent avec SOFRETU jusqu'à peut-être définir un programme de recherches communes dont l'objectif premier serait l'exportation.

Pour l'instant, la participation financière de SOFRETU est nulle.

Yves Amsler : Quels sont les moyens de la recherche à la RATP ? Quels sont les effectifs ? Comment ont-ils évolué ?

Madeleine Cuzin (D) : Pour 1983, nous disposons de 26 millions de francs sur le compte 201 qui sera remplacé par le Compte Incitatif Recherche, géré par la Direction générale. Cela représente, en gros, un tiers de l'effort que la RATP consacre à la recherche. En effet, un autre tiers est financé sur budget d'exploitation, et le dernier qui concerne des opérations de développement, sur programme d'investissement.

Quant aux effectifs, on peut considérer qu'ils représentent 130 personnes équivalent plein-temps, ce qui correspond bien sûr à un nombre de chercheurs plus important.

Dans la perspective de la relance, il avait été décidé que la RATP augmenterait son effort en volume de 8 % par an jusqu'à 1985. Si ces chiffres ont été respectés en 1982 et 1983 sur le compte 201, il est juste de dire que les dépenses globales de recherche ont augmenté de manière plus significative encore.

Pendant, compte tenu de la crise et de la période de rigueur actuelle, nous avons été contraints de décider de maintenir constant notre effort de recherche pour 1984.

Alain Sniter : Je voudrais revenir sur le montant du Compte Incitatif Recherche (27 millions de francs en 1984). Pour moi, la recherche est une condition de survie de l'entreprise, c'est une assurance pour l'avenir. Par ailleurs, au cours de la matinée, on s'est posé la question

suivante à plusieurs reprises : est-ce que le rôle de la RATP est de définir des équipements pour ses besoins propres ou bien faut-il sortir de ce cadre et définir des équipements avec le souci de pouvoir les exporter ?

De ce fait, je suis amené à me demander si les moyens consacrés à la recherche dans notre entreprise sont suffisants et s'ils nous permettent de satisfaire à des objectifs aussi importants en matière de survie et en matière de promotion et de vente de produits à l'étranger.

Jean-Pierre Ragueneau : C'est un sujet qui me préoccupe aussi. L'objectif national en 1985 est d'atteindre 2,5 % du Produit Intérieur Brut, soit la somme des valeurs ajoutées de tous les agents économiques et de la TVA. On peut comparer l'effort de Recherche et Développement par rapport à la valeur ajoutée de l'entreprise : à l'EDF, l'effort de recherche représente 1,89 %, à la RATP : 0,6 %... Il faut réfléchir sur ces chiffres. Pour moi, il y a problème...

Pierre Lecompte : Oui, mais il faut dire que nous ne sommes pas les seuls à financer la recherche. Les constructeurs investissent aussi, et les pouvoirs publics. Par exemple, le développement d'une transmission asynchrone coûte environ 20 millions de francs. Or, je vous ai parlé de trois transmissions. Le financement est assuré pour une part, par la RATP, pour une autre part, par l'ANVAR, mais le constructeur doit prendre en charge les deux tiers...

Gérard Teilhout (FE) : Quelles sont les relations entre la recherche et les objectifs du plan d'entreprise ? Comment ça se passe ?

Edith Heurgon : La stratégie de recherche est l'une des composantes du plan stratégique. Il convient donc qu'elle s'articule aux autres stratégies qui doivent intégrer, de leur côté, les apports spécifiques de la recherche.

Depuis deux ans, nous tentons d'accroître l'articulation entre ac-

DÉBAT GÉNÉRAL

tions de recherche et stratégies de l'entreprise : c'est un problème difficile. L'année dernière nous avons tenté un petit exercice : confronter les actions de recherche telles qu'elles étaient proposées par les chercheurs et les stratégies de l'entreprise telles qu'elles étaient formulées dans le plan 1983-1987. Or, ce travail est très délicat parce que l'articulation n'est pas immédiate : le langage n'est pas le même, les vitesses de progression non plus. C'est pourquoi cette année nous avons introduit une sorte de médiation entre les formulations stratégiques du plan et les actions de recherche proposées par les chercheurs. Nous avons donc proposé de structurer la stratégie de recherche autour, d'une part, des grands projets qu'on vous a exposés ce matin et qui, en eux-mêmes, sont partie prenante de la stratégie de recherche et, d'autre part, sans doute encore provisoirement, autour de neuf axes stratégiques. Ces axes sont des formulations qui correspondent à des orientations stratégiques ou à des activités permanentes de la RATP, mais qui sont aussi des sujets de recherche. Il convient qu'à partir de ces énoncés, les chercheurs soient capables de faire des propositions intéressantes et porteuses d'avenir pour notre entreprise.

Serge Guibereau : Parmi les axes stratégiques que vous avez énoncés, y en a-t-il qui sont privilégiés ? Il me semble que, dans certains services, il y a des axes plus fournis que d'autres ? N'en est-il pas de même au niveau de la RATP ?

Edith Heurgon : Certes. Ces axes constituent en quelque sorte un appel pour que les chercheurs se mobilisent sur un certain nombre d'axes jugés importants pour l'entreprise. Il est clair que, traditionnellement à la RATP, la recherche se préoccupe essentielle-

ment des moyens techniques de l'offre et de la gestion des ressources matérielles, donc beaucoup d'actions se regroupent autour de l'axe « conception des offres ». Les problèmes liés à l'exploitation, et, plus récemment, à l'information des voyageurs, sont aussi bien fournis. En revanche, il y a encore peu de recherches considérées comme telles sur la question des lieux d'échanges. Comme c'est un problème essentiel aujourd'hui pour la RATP, nous proposons cet axe afin de recueillir un certain nombre de propositions.

Yves Amsler : Mais alors, d'où viennent les idées de recherche, d'en haut, d'en bas ? Comment sont-elles coordonnées ?

Edith Heurgon : A mon avis, elles peuvent venir de tout le monde : aussi bien du Directeur général que des exploitants ou des chercheurs. Ensuite, se pose le problème traditionnel du pilotage de la recherche par l'aval ou par l'amont. Disons que, majoritairement à la RATP, les idées de recherche viennent des chercheurs et, donc, des services et des directions. Il y a alors un processus de remontée des propositions au travers des fiches de recherche et un arbitrage par la Commission de la Recherche. De cette façon, s'initient bien les recherches qui visent à l'amélioration de l'existant et qui rentrent dans les compétences des services. La recherche prospective, à long terme, ou à cheval sur plusieurs disciplines, a plus de mal à s'initier de cette manière. D'où la nécessité de disposer à la Direction générale d'un budget incitatif qui permet d'encourager des recherches plus risquées ou qui se situent à l'articulation de plusieurs services. D'où le lancement, par la Direction générale, du projet RÉSEAU 2000.

De mon point de vue, il faut associer les deux démarches de manière pragmatique : des recherches qui naissent par la pratique même de la recherche et des recherches émanant de la stratégie de l'entreprise et des grandes options que prend la RATP pour son développement.

En résumé, les idées de recherche naissent un peu partout, tout le monde peut en avoir. Cela dit, pour le lancement des projets, il doit y avoir une discussion assez large : les idées doivent être mises à la question et il faut voir quels sont les différents partenaires qu'il convient d'associer à la mise en place du projet.

Jacques Flahaut (TT) : L'organisation de la recherche est plutôt décentralisée à la RATP. Ne ressent-on pas actuellement une certaine forme de centralisation, dont RÉSEAU 2000 serait l'un des signes ?

Edith Heurgon : La décentralisation est une notion relative. Sa mise en œuvre implique une certaine forme d'identité et de coordination, il faut l'admettre. Sinon, il y a risque d'incohérence, voire d'anarchie. Au niveau de la recherche, il nous a semblé que, s'agissant d'une activité très décentralisée, pour qu'elle contribue davantage aux objectifs de l'entreprise, il fallait accroître quelque peu la coordination d'ensemble. Certaines interventions de ce forum ont d'ailleurs abondé dans ce sens.

Quant à RÉSEAU 2000, on a mis en place une structure-projet horizontale, à laquelle chaque secteur de l'entreprise doit apporter sa contribution.

Alors, certes, ce type de fonctionnement n'est guère apprécié par les hiérarchies qui reposent sur des cloisonnements. Mais, de là à parler de centralisation, il y a un pas...

Comme je l'ai expliqué il y a un instant, la Direction générale a pris l'initiative de lancer ce projet, mais sa réalisation s'effectue de manière décentralisée.

Jean Hubaut (FC) : Lorsqu'il y a deux ans la RATP a décidé de participer à la relance gouvernementale de la recherche, cela a été présenté, au niveau des services, comme une ouverture de la recherche à tous. Est-ce que, après deux ans, vous estimez que cette ouverture a été effective dans l'entreprise ?

Edith Heurgon : C'est à vous de répondre. Il y a eu de gros efforts, mais l'entreprise est grande... Est-ce que l'esprit de la recherche, est-ce que l'ouverture des comportements se sont développés ? Je crois qu'il y a encore beaucoup à faire.

Patrice Couka (RC) : Le problème se double d'un problème de communication. Je fais partie du Groupe des Animateurs de la Recherche du réseau routier. A l'origine, on nous a dit : il faut que tout le monde se sente concerné par la recherche. Or, on a l'impression que la communication passe mal. D'une certaine façon, la recherche continue d'être le privilège de quelques-uns... Comment faire passer notre message ?

Edith Heurgon : Les choses se font progressivement. Il y a dans notre entreprise une réelle difficulté de communication qui n'est pas le propre de la recherche. Tout notre effort tend à faire que de plus en plus de personnes se sentent concernées par la recherche. Il me semble qu'il y a un certain progrès et nous allons essayer de poursuivre avec le GARE et les animations spécifiques qui s'organisent dans certaines directions, au réseau routier par exemple.

Un intervenant : On a du mal, actuellement, à connaître tous les développements techniques qui se font dans les différents services de la RATP. Est-ce qu'une banque de données est prévue ? On parle beaucoup de microprocesseurs, il y a des techniques employées chez les uns et chez les autres. Ne serait-il pas intéressant de mettre les choses en commun ?

Edith Heurgon : Vous avez raison, c'est un problème essentiel. Il y a un fort besoin, pour la RATP et pour SOFRETU, de développer un service de documentation performant. C'est l'une des tâches auxquelles doit s'atteler la nouvelle Direction des systèmes d'information.

Jean-Paul Ulrich : La recherche, as-tu dit, est une activité stratégique de l'entreprise au même titre que la formation par exemple. Il me semble qu'il y a des retombées importantes de la recherche sur les structures et l'orientation de la formation. Or, je n'ai pas bien ressenti cet aspect dans vos propos. La recherche, les grands projets devraient avoir des retombées au niveau de la politique de formation de l'entreprise.

Edith Heurgon : En effet. On parle de formation par la recherche et, effectivement, la recherche est un moyen de formation enrichissant. C'est pourquoi nous menons, avec le service formation et développement PF, beaucoup d'actions communes. La recherche permet de développer les compétences et c'est une des raisons pour lesquelles elle est une nécessité et une volonté pour notre entreprise. En ce qui concerne RÉSEAU 2000, un des objectifs du projet est explicitement de mettre en place des processus d'apprentissage, et de promouvoir un certain nombre de méthodes de travail.

Jean-Paul Ulrich : Certes, cette volonté de développer la recherche est jeune à la RATP, mais comment appréhende-t-on par exemple les retombées des technologies nouvelles ? Peut-être est-ce prématuré ?

Edith Heurgon : Il nous semble qu'il faut travailler davantage à la valorisation des résultats de la recherche. Comment les mettre en valeur, les utiliser à l'intérieur de la RATP ? C'est une question qu'il faut mettre à notre programme de travail pour l'année qui vient.

Pierre Lecompte : S'il y a un aspect formateur de la recherche évident, envisager d'emblée la formation au niveau des résultats des recherches me paraît prématuré. Une recherche, par définition, n'est pas sûre d'aboutir, et on ne peut pas définir des formations sur des techniques qui ne sont pas vraiment maîtrisées ; et si la technique est

maîtrisée, ce n'est plus de la recherche. Il faut avoir, à mon avis, une approche pragmatique ; on fait des opérations de recherche, on va jusqu'au bout, puis on parle des implications de ces recherches.

Jean Tissier (FC) : Les interventions que je viens d'entendre me conduisent à observer qu'on retombe toujours dans RÉSEAU 2000, à propos de la recherche en général, à propos de la façon dont est prise en compte l'organisation, à propos de l'effort de cohérence que l'on cherche à établir entre la recherche et la stratégie. Toutes ces questions sont inscrites dans le champ de ce qu'on appelle RÉSEAU 2000, car ce sont des problèmes d'organisation.

Par ailleurs, je pense que la façon dont on saura, dans RÉSEAU 2000, répondre à la question COMMENT, c'est-à-dire dont on saura conduire le projet, y associer le maximum de gens, donner toutes informations quant à son évolution, conditionnera fortement la façon dont on saura répondre à la question QUOI. Cela me paraît assez fondamental. Car, en fait, RÉSEAU 2000 s'interroge sur les caractéristiques de l'organisation du réseau futur de manière à lui assurer une flexibilité suffisante pour s'adapter aux évolutions de l'environnement. Il en est de même pour répondre à la question COMMENT : comment va-t-on progressivement adapter l'organisation du projet ? Les deux questions sont liées.

Edith Heurgon : Je ne puis qu'être d'accord avec vos propos. Cela dit, au terme de cette matinée très riche, je tiens à remercier tous les conférenciers pour la qualité de leur présentation et vous tous qui avez permis, par vos questions, d'amorcer un dialogue que j'espère nous poursuivrons dans d'autres occasions. Notre propos, ce matin, était de faire un tour d'horizon, nécessairement trop rapide, sur les divers projets de recherche que conduit aujourd'hui la RATP. Merci de votre coopération. ■

ÉLÉMENTS POUR UNE SOCIOLOGIE DE LA MOBILITÉ

par Jean Dekindt, Inspecteur à la Direction du développement.

Jean Dekindt, sociologue à la Division marketing du service du développement commercial, est également Secrétaire du séminaire « Crise de l'urbain-futur de la ville » organisé à l'initiative de la RATP avec la participation d'universitaires et de chercheurs en sciences sociales (1).

Ce texte, qui constitue une synthèse personnelle des réflexions menées depuis plusieurs années à la RATP, a été prononcé lors du colloque que l'Union des Transporteurs Publics (UTP) a consacré à la recherche dans les transports en janvier 1984 (2).

Malgré la difficulté que peut présenter un tel texte pour des personnes peu familières des sciences sociales, l'accueil très favorable des participants au colloque de l'UTP nous a incités à en faire une publication intégrale dans ce numéro de notre revue.



(1) Les travaux démarrés en octobre 1983 vont se dérouler sur deux ans et font régulièrement l'objet d'une publication intégrale dans la revue « Temps libre ».

(2) Voir résumé dans la revue de l'UTP de 1984.

ABORDER devant vous la question de la mobilité du point de vue pour lequel je suis requis : la sociologie, va être pour moi l'occasion de vous faire part d'un certain nombre de réflexions et d'hypothèses relatives à trois domaines.

L'anthropologie que j'entendrais dans ses liens à l'ethnologie et à l'histoire.

L'urbanisme relativement aux énoncés hygiénistes fondateurs de la circulation entendue comme une nécessité de l'organisation sociale.

La prospective enfin en disposant un certain nombre d'hypothèses et d'interrogation qui se posent à nous à un moment où la nébuleuse d'inquiétudes, d'interrogations et de transformations désignée sous le vocable de crise amène à des interrogations sur la nature et les transformations possibles de la mobilité.

Pourquoi vous proposer d'introduire mon propos par l'anthropologie ? Pour deux raisons qui me paraissent essentielles relativement au concept de mobilité.

Il me semble en effet fondamental de penser la mobilité comme une donnée non triviale de l'humanité. Être mobile c'est un effort. Un effort pour se détacher du fixe entendu comme substrat sur lequel la culture s'ancre, pour plonger dans l'inconnu. Par ailleurs, et c'est la deuxième raison d'importance à mes yeux pour faire ressortir le lien nécessaire de la mobilité à l'anthropologie, par ailleurs donc la mobilité est attachée à des récits. Elle n'est pas uniquement la traduction d'une capacité relativement contemporaine à énoncer l'espace comme une donnée abstraite, pliable aux exigences de la technologie et sur lequel pourrait régner l'ordre et le silence – j'aurais l'occasion d'y revenir –, mais elle est aussi le lieu essentiel d'histoires, d'un ensemble de données expressives et sensibles qu'il convient de prendre en compte en ce qu'elles réfèrent à des archaïsmes importants à penser dès lors que l'on s'occupe de mobilité et sur, bien entendu, des expériences.

Je préciserai l'importance du fixe, de la stabilité dans les sociétés primitives en citant ici René Girard.

Analysant la fonction des rites dans les sociétés primitives, il écrit dans la violence et le sacré : « *On pourrait dire qu'ils (les rites) visent tous à perpétuer et à renforcer un certain ordre familial et religieux, etc. Leur objet est de maintenir les choses en l'état* ». Ces choses maintenues en l'état le sont parce que, selon Girard, toute modification affectant l'ordre culturel de la communauté est un acte violent qu'il conviendra d'expulser. La communauté a donc les limites de son ordre culturel et tout ce qui est extérieur à cet ordre appartient au « *sacré sauvage qui, je cite encore Girard, ne connaît ni hommes ni frontières. A ce royaume du sacré appartiennent non seulement les dieux et toutes les créatures surnaturelles, les monstres de toutes sortes, les morts mais aussi la nature pour autant qu'elle est étrangère à la culture, le cosmos et même les autres hommes* ».

La communauté primitive se définit bien comme ayant un dehors et un dedans et l'action rituelle qui caractérise le dedans de cette société « *n'a jamais qu'un but, et ce sera ma dernière citation de René Girard, qui est l'immobilité complète ou, à défaut de celle-ci, le minimum de mobilité* ». Passer du dedans au-dehors est donc un acte redoutable et redouté, un acte dangereux parce que le sujet qui est acteur de ce voyage n'est jamais certain d'échapper à la violence qui l'entoure. De même les passages que sont les changements de statut, par exemple de l'enfance à l'âge adulte, sont des moments redoutés à l'intérieur cette fois de la communauté. Elles donnent alors lieu à une série spécifique de rites : les rites de passages qui ont pour but de codifier très strictement cette transformation de manière à ce que la violence qui s'exprime lors de ce changement de statut ne dégénère pas, n'affecte pas la communauté en son entier et que donc la violence, que la nature impose à l'intérieur même de la vie de la communauté, soit soigneusement circonscrite.

Je voudrais que l'on retienne donc de ce premier éclairage anthropologique plusieurs choses : — premièrement qu'il existe dans

les communautés humaines un dehors et un dedans de la communauté ;

— deuxièmement que rien n'est sûr, passées les frontières de la communauté ;

— troisièmement que les passages, expression d'une mobilité interne ou externe à la communauté, doivent être soigneusement réglés.

On reconnaîtra déjà ici quelques-uns des traits qui font question dès lors que l'on raisonne la mobilité en termes sociologiques. Je voudrais en souligner trois.

Le premier c'est que les modes de transport ont toujours pour fonction de relier entre eux, notamment dans les cas de déplacements domicile-travail, des lieux connus réputés stables et structurants pour la personne. Tels sont les cas du domicile et du lieu de travail où la personne est différenciée alors que le déplacement, lui, se caractérise, par l'indifférenciation, la perte de statut. On n'est plus dans les transports une personne mais un individu parmi d'autres.

Le deuxième point découle du premier : c'est le sentiment d'insécurité qui caractérise les usagers des transports. A défaut de statut reconnu clairement pour soi et pour les autres, l'espace de transport devient le lieu de tous les possibles de l'agression. Celle-ci est bien entendu conjurée à son tour sous la forme de rituels interpersonnels tels que la conservation d'un espace personnel, de la réserve situationnelle, de la place que chaque individu marque et qui sont autant de concepts proches de l'éthologie que j'emprunte à Goffman. Je noterai simplement qu'ils sont l'expression de la défense d'un territoire minimal de la personne là où tout autre est susceptible de prendre, par défaut de statut reconnu et reconnaissable, la figure d'un ennemi.

Troisièmement la ville n'échappe pas à des représentations liées à la sauvagerie même si à certaines époques elle l'exclut. Car si comme le remarque Jacques Le Goff « *dans l'occident médiéval (...) la grande opposition n'est pas celle entre ville et campagne comme dans l'antiquité (urbs, rus, chez les romains avec les*

développements sémantiques urbanité-rusticité) mais le dualisme fondamental culture-nature (qui s'exprime davantage à travers l'opposition entre ce qui est bâti, cultivé et habité (ville, château, village, ensemble) et ce qui est proprement sauvage (mer, forêt, équivalents occidentaux du désert oriental), univers des hommes en groupe et univers de la solitude » si donc le Moyen-Âge était une coupure franche entre le domaine habité, de la culture et le lieu du désert, de la nature, de la forêt, nombre de textes réintroduisent cette forêt inquiétante dans la ville à partir du XIX^e siècle.

Je ne prendrai ici que l'exemple d'Eugène Sue qui, s'inspirant fortement de Fennimore Cooper, réintroduit dans les Mystères de Paris cette dimension de l'étranger dans la ville comme étranger à la nature humaine, « tous les méchants du roman, je cite ici l'étude de ce roman faite pour la RATP par le philosophe Raphaël Lellouche, sont représentés avec les moyens de la physiognomonie. C'est-à-dire que les caractères sont représentés sous forme de figure animale exprimant ces caractères moraux considérés comme une nature. On a la fouine (le fils de bras rouge), le rat (Tortillard) qui vivent dans leur taverne souterraine des Champs-Élysées, il y a la louve (rude mais maternelle), le notaire Ferrand qui est un ours (...), la chouette (...), le monde aquatique des Martial maîtres des communications fluviales, etc. Comme si des étrangers à la nature humaine elle-même, des êtres appartenant à une autre nature (animale) avaient envahi la cité sans que l'on s'en soit aperçu. Ce thème de l'invasion par des êtres d'une autre nature, mais indiscernables, connaîtra une grande fortune notamment comme thème de science-fiction : c'est déjà les extra-terrestres, ces êtres sont là, parmi nous, certains d'entre nous en sont peut-être, mais on ne peut pas le savoir, parce que ce qui caractérise la ville et « (l'homme de masse) » c'est que c'est un homme « sans caractères », sans qualités » (comme chez Musil), c'est un homme a-caractéristique. On ignore complète-

ment qui est notre prochain, on le côtoie quotidiennement, mais on ignore qui il est ».

Cette longue citation a à mes yeux une double importance.

Premièrement, elle souligne que la nature est toujours présente comme thème mythique à la fois dans la ville du XIX^e siècle et, alors, elle valide la démarche anthropologique que je propose mais en déplaçant l'accent du dehors/dedans. Il ne repose plus ici à mon avis sur une autre qui est à mon avis celle des lieux contrôlés et des autres lieux. Je spécifierai plus avant ce que sont ces lieux contrôlés.

Deuxièmement, même si l'on considère la mutation contemporaine du territoire dont nous verrons plus loin avec Georges Duby qu'elle est un processus de fusion progressive de la ville et de la campagne, nous avons toujours un corpus littéraire qui exprime la présence d'un Autrui dangereux venant d'ailleurs : l'extra-terrestre. Mais ce deuxième déplacement d'accent n'est possible qu'à la condition soulignée par Raphaël Lellouche d'une a-caractérisation de l'homme rendue elle-même possible par le processus de déqualification de l'espace qui s'oppose à l'espace qualifié spécifié par des mythes et des récits sur lesquels je voudrais maintenant dire quelques mots.

Là encore pour cette deuxième partie de mon exposé relative à l'anthropologie, j'emprunterai une citation à Michel de Certeau pour définir la différence existant entre un espace occupé par des crédits et un espace abstrait, formel sur lequel des opérations techniques comme celles du transport, de la mobilité de masse deviennent possibles. Dans l'invention du quotidien Michel de Certeau écrit : « Les premières cartes médiévales comportaient seulement des tracés rectilignes de parcours (indications performatives visant d'ailleurs surtout à des pèlerinages), avec la mention d'étapes à effectuer (ville où passer, s'arrêter, loger, prier, etc.) et de distances codées en heures ou en

jours, c'est-à-dire en temps de marche. Chacune d'elles est un mémorandum prescrivant des actions. Le parcours à faire y domine. (... Citons encore) l'admirable carte aztèque (XV^e siècle) décrivant l'exode des Totomihuacas en un tracé qui n'est pas le relevé d'une « route » (il n'y en avait pas), mais un « journal de marche » – tracé jalonné des empreintes de pas avec des écarts réguliers entre eux et par des figures d'événements successifs au cours du voyage (repas, combats, traversées de fleuves ou de montagnes...) non « carte géographique » mais « livre d'histoire » (...). Mais la carte gagne progressivement sur ces figures ; elle en colonise l'espace ; elle élimine peu à peu les figurations picturales des pratiques qui les produisent. Transformé par la géométrie euclidienne puis descriptive, constitué en ensemble formel de lieux abstraits, c'est un « théâtre » (ainsi appelait-on les Atlas) où le système de projection juxtapose pourtant des éléments bien différents. »

Une telle description appelle plusieurs remarques.

Premièrement l'espace abstrait, homogène, déqualifié tel que nous l'utilisons est une production culturelle datée dans le temps et la pensée. C'est l'objet de mes développements à venir.

Deuxièmement si l'espace abstrait, formel, homogène issu de la pensée euclidienne met le récit à l'écart, celui-ci perdure dans des interstices et je n'en donnerai qu'un exemple. Lorsqu'à Paris nous nous étions posés la question de la démarche informative de l'usager quant à l'autobus, il nous était apparu clairement que deux types de démarches étaient à observer. D'une part, la démarche métro-plan qui fonctionne sur le désir de faire de l'autobus un mode de transport dont l'utilisation serait semblable à celle du métro, c'est-à-dire où le plan est l'outil principal d'information, plan lui-même transparent à celui de la ville. D'autre part, il existe de la part de l'usager une démarche plus spécifique relativement à son trajet. Elle consiste à demander son chemin et à se fonder sur un réseau d'information dépen-

dant de connaissances empiriques qui racontent la ville, en tissent une trame faite de morceaux de récits qui s'ajustent les uns aux autres, afin de conduire mais aussi de rassurer face à un univers de l'auto-bus qui, faute d'être inscriptible dans la figure déqualifiée du plan, nécessite un permanent recours à la parole par rumeurs, oui-dire, connaissance des habitants du quartier ou du personnel du réseau qui qualifient cet espace urbain en racontant par bribes le réseau d'auto-bus.

Troisièmement ces deux conceptions de l'espace s'opposent en ce que l'une est globalisante : tout l'espace répond aux mêmes critères d'homogénéité comme le représentent les cartes de géographie où deux points sont identiques dans leur référence commune à l'échelle, et l'autre localisante : les récits définissent des lieux chargés d'histoire et de sens. Les personnes qui circulent dans cet espace ne sont donc plus a-caractéristiques comme dans le cas de l'homme de masse mais au contraire sujet de leur histoire et de l'histoire du lieu qu'elles parcourent. Cette interrogation ou plutôt ce retour du local là où le global a régné avec des transports de masse cartographiant la ville comme le font des métros me paraît aujourd'hui incontournable par des gestionnaires de réseau car ce qui resurgit derrière elle c'est toute une dimension nouvelle non seulement par rapport à la ville mais aussi par rapport à l'interface expressive des usagers et des entreprises de transport. On sait d'ailleurs à cet égard qu'il y a eu depuis les années 1970, où les réseaux ont fait avec l'automatisation un pas encore plus grand dans l'abstraction des espaces de transport, un fort déficit d'enregistré dans cette interface expressive usagers/réseaux et qu'un des problèmes actuels est bien de savoir aujourd'hui comment réduire cet écart sans pour autant réintroduire du personnel sous les formes anciennes puisqu'il n'est plus alors qu'un spectre, une espèce de fantôme.

Je crois qu'au terme de cet éclairage anthropologique et historique

de la mobilité, nombre de questions importantes formant ce que j'appellerai une sociologie de la mobilité ont pu être abordées, puisque nous avons vu non seulement que la mobilité est un phénomène qui n'est pas indifférent à des conceptions culturelles et historiques de l'espace, que le fait même du déplacement entraîne des rapports spécifiques à l'Autre et que ces rapports supposent des règles et des compétences culturelles, tant du côté des usagers entre eux que dans le rapport des institutions à ces mêmes usagers.

Ces divers points, vous allez maintenant les retrouver dans des hypothèses que je fais sur la circulation des métros, lorsque je la lie au discours hygiéniste du XIX^e siècle dont on sait aujourd'hui toute l'importante relativement à notre actuel urbanisme.

Cette hypothèse peut à mon avis se décrire selon trois principes : principes de fluide, principe de séparation, principe de canalisation.

Principe de fluide

Ce principe s'origine dans les observations faites sur la mortalité lors des épidémies cholériques de 1832 à Paris. Il est alors constaté qu'un lien existe entre l'étroitesse des rues et la propagation de la maladie : la commission d'enquête sur le choléra morbus « a essayé de se rendre compte du degré de violence avec lequel l'épidémie avait pu se développer dans les rues regardées comme les plus étroites, les plus sales, les plus insalubres de la capitale. Elle en a choisi 50 dont elle a opposé les décès à ceux de 50 autres qui jouissent des avantages contraires. Dans les premières, la mortalité cholérique a été dans le rapport de 33,87 décès sur 1 000, dans les secondes de 19,25 sur 1 000 ».

Ce sont donc les milieux aérés, ceux où précisément circulent à grands flots les fluides (air, lumière, eau) qui sont les moins favorables à la propagation de la maladie. Cette pensée est bien entendu celle qui

marquera les grands courants, les grandes réalisations d'urbanisme de notre époque. Il n'est que la charte d'Athènes qui dit « *le soleil, la verdure et l'espace sont les trois premiers matériaux de l'urbanisme* ».

Le principe de fluide est donc en premier lieu réducteur de densités. Partout où celles-ci s'installent, il y a danger physiologique mais aussi, et c'est là l'autre face du discours hygiéniste, danger moral et militaire. Moral en ce que la proximité des corps favorise la dissolution des mœurs, et militaire en ce que là où existent des densités, il peut y avoir des foyers de révolte, mais aussi des protections, des liens de solidarité tissés contre l'autorité légale.

Réduire les densités, c'est-à-dire les dissoudre par l'action des fluides et transformer les espaces en lieux de circulation plutôt que d'agglomération, tel est le principe de fluide.

Principe de séparation

Il se déduit du précédent. Briser les densités, c'est bien entendu opérer des séparations. C'est donc à une autre conception de l'espace que l'on aboutit et qui a comme caractéristique d'être :

— spécialisé, notamment on séparera les espaces de travail et d'habitation ;

— marqué par la présence d'institutions éducatives et correctives ; depuis la création en 1544 de l'hôpital général qui a pour fonction d'assurer la « gestion » des mendiants et indigents de toutes sortes, il y a eu généralisation des institutions d'organisation de la population telles écoles, prisons, usines, etc., dont la fonction est disciplinaire, c'est-à-dire qu'elle travaille chaque corps pour qu'il devienne identique à tous ;

— un facteur de déstabilisation des organisations traditionnelles qui fonctionnaient par regroupement communautaire autour de liens familiaux (famille élargie), professionnels (cf. le compagnonnage ou les quartiers tel le faubourg Saint-Antoine), régionaux, etc. ;

— déqualifié.

Principe de canalisation

Avoir séparé dans une perspective de réduction des densités suppose qu'entre les divers points de réunification à vocation disciplinaire, ne se reproduisent pas, sinon en certains lieux comme les grands magasins (cf. Le Bonheur des Dames de Zola où la foule est porteuse d'une forte charge érotique), de densités qui puissent être marquées par le désir, le contact, le plaisir ou pour reprendre une expression de François Béguin, par le « confort sauvage » caractérisé par toutes les « facilités » qu'offre la promiscuité des corps. De cette séparation s'origine le développement des réseaux mécaniques donnant naissance à notre actuel confort qui est une façon parmi d'autres de limiter les contacts extérieurs en rendant chaque cellule d'habitation autonome. Aussi le principe de canalisation vient-il, par le biais des relais mécaniques nécessaires à amener les fluides (eau, électricité, chaleur, ondes), renforcer le principe de séparation en supprimant les points de rencontre extérieurs qui permettraient, soit de trouver les éléments nécessaires à la vie domestique (l'eau aux fontaines), soit de « suppléer » aux carences d'un habitat inconfortable (fonction du cabaret), soit d'organiser la vie sociale (avec par exemple la circulation d'informations à l'extérieur des structures d'habitations).

La première visée du principe de canalisation est donc, complémentarément au principe de séparation, de créer des structures mécaniques permettant de limiter toute errance, tout vagabondage, tout détour, crochet, arrêt, irrégularité qui viendraient entraver la circulation rendue possible par la réduction des densités.

La deuxième visée du principe de canalisation, c'est – je viens de l'évoquer – le silence. Comme le dit du Creusot Isaac Joseph : « il s'agit d'abolir, lorsqu'on le peut, ou au moins réglementer les espaces de transition entre la rue et l'espace domestique, tout en multipliant les

dispositifs de mise à distance des espaces domestiques (...). Lorsque le trajet de l'usine au logement n'est pas susceptible d'interférences (cabarets, cours communes, corridors, paliers communs), il accède à la pureté fonctionnelle : les cellules de base du corps social ne se rencontrent que sur le trajet de la fabrique pour devenir productives ». Point de crise, point d'entretien qui s'engage. Chacun va de son côté comme des gens qui n'ont rien à se dire et qui songent seulement à être rendus au point où ils ont affaire. » (C'est J. Simon que cite ici I. Joseph.)

La représentation de la circulation que j'ai donnée part donc des idées hygiénistes, dérive rapidement sur des conséquences morales en passant par de nouvelles idées de gestion sociale. Cependant, la circulation n'est pas autonome et ce très court exposé aura laissé entendre qu'elle s'accompagne de ce que Michel Foucault appelle le « renfermement », c'est-à-dire des structures de rabattement perméables au regard du pouvoir et dans lesquelles celui-ci, par divers moyens techniques et divers agents, peut exercer une tutelle de manière à former les comportements correspondant à ses nécessités : « les disciplines en organisant des « cellules », les « places » et les rangs, fabriquent des espaces complexes à la fois architecturaux, fonctionnels et hiérarchiques. Ce sont des espaces qui amènent la fixation et permettent la circulation » (Michel Foucault).

Je pense que c'est sans mal que le métro sera identifié comme réalisation architecturale réalisant les idées de circulation telles que je les ai exposées. Il a vocation de rendre fluides les densités de surface, il permet de séparer les fonctions urbaines parce que les reliant de façon fonctionnelle. Il déstabilise les organisations traditionnelles, il déqualifie l'espace par annulation de tout signifiant autre que la fonction circulatoire (à l'exception de la publicité et aujourd'hui de quelques animations), il est une des plus impressionnantes machines de notre actuel urbain et l'absence presque totale d'interférence en fait un lieu de silence social. A ce titre,

il représente à mes yeux une utopie réalisée, et répond d'assez près à cette nécessité de mouvement perpétuel dans la ville telle que Max de Nantousy en parlait aux alentours de 1850 dans le génie civil : « le fléau dont souffre une grande agglomération du genre de Paris est la promiscuité : elle entraîne avec elle la démoralisation et tous ses dangers au point de vue de l'hygiène. Si l'on ne crée pas, dans une concentration humaine (comme Paris) de grands courants rapides, transversaux, disséminant sans cesse les éléments, les tenant en mouvement et en activité, on arrive nécessairement à voir se déposer en quelque sorte sur toutes les artères de la circulation du travail, le dépôt et la lie des désœuvrés ».

J'ajouterai un dernier mot à ce paragraphe relatif aux pensées hygiénistes de la circulation. Il concerne le réglementaire. Il y aurait beaucoup à dire sur la genèse de cette figure et sur ses liens à la formation du social et donc sur ses liens à l'apprentissage des normes comportementales requises par les formes organisationnelles des sociétés qui l'ont secrété, mais je me contenterai d'observer deux choses relativement à des systèmes de circulation comme les métros.

Premièrement ils ont un règlement qui pendant longtemps leur a permis de vivre avec un régime différent de celui de la surface urbaine. Ce n'est que depuis peu que la police a investi, à Paris du moins, le métro, et qu'avec elle est entrée la forme générale de la loi là où une police des chemins de fer y suffisait.

Deuxièmement le métro est un système qui, comme toutes les grandes institutions réglementées et réglementaires, hôpital, prison, école, usine, etc., est un système clos. Et c'est précisément d'ailleurs au moment où ce système devient poreux à l'extérieur – à la RATP on constate actuellement qu'aux quartiers chauds correspondent des stations chaudes – que le système réglementaire ne satisfait plus au fonctionnement normal du métro.

Ce dernier point exprimant sinon un échec, du moins la fin d'une

période, me permet de vous faire sentir combien est aujourd'hui nécessaire la réflexion prospective relativement à une sociologie de la mobilité.

Celle-ci comprend à mon avis trois volets, on peut en effet faire de la prospective selon trois axes. Le premier est à mon avis de considérer que l'avenir dépend de tendances lourdes qu'il convient de mettre à jour parce que non explicites. Le second est de penser l'avenir comme un réaménagement des données existantes : des déplacements d'accent à l'intérieur de problèmes très généraux. Le troisième est de détecter des signaux précoces annonciateurs de nouveautés modifiant le paysage dans lequel on évolue.

C'est précisément parce que je crois que la prospective est au carrefour de ces trois axes que je me suis permis de développer dans cet exposé des arguments anthropologiques et historiques. Car si l'on reprend quelques-uns des points essentiels que j'ai voulu développer jusqu'à présent, que peut-on constater ?

— Que la mobilité a toujours été lié à une perte momentanée du statut des personnes.

— Que corrolairement à cela elle exprime toujours une opposition entre un dedans structurant et un dehors déstructurant.

— Que le sentiment de la violence lui est toujours attaché – à des degrés divers –.

— Qu'elle est liée à des représentations du monde et de l'espace et nous avons vu ici que deux grands modèles culturels avaient déjà été mis en jeu : l'espace qualifié du récit, des mythes et l'espace déqualifié, homogène, abstrait, homothétique issu de représentations euclidiennes.

— Qu'elle est le lieu d'un débat important entre un ordre du local et un ordre du global.

— Qu'elle s'effectue toujours en fonction de règles que celles-ci s'apparentent à des règles traditionnelles du type rite de passages ou à des règles issues d'une pensée rationnelle du monde dont découle le réglementaire et le disciplinaire.

— Qu'elle est un moment d'apprentissage des règles et des normes de la société.

On voit bien au travers de l'énoncé de ces caractéristiques sociales de la mobilité que nombre de problèmes tels que la violence, la perte de statut, le rapport dehors/dedans, l'apprentissage de règles sont des problèmes très généraux et aussi très contemporains et qu'en cela ils sont avant tout à mes yeux de grands invariants, sujets à des réaménagements en fonction des moments vécus par les sociétés. D'autres problèmes tels que le rapport global/local, la qualification/déqualification de l'espace, l'évolution des règles ont plus trait à des transformations historiques des tendances culturelles lourdes qui régissent les sociétés et qui parfois s'affaissent, se transforment par évolution du savoir et des représentations qui y sont attachées.

Dans ce que l'on perçoit parfois comme « neuf » il y a souvent beaucoup de « vieux » et je ne dis pas cela pour stigmatiser ceux qui voient dans certains problèmes contemporains tels que la violence dans les transports, pour prendre un des points des plus sensibles à l'heure actuelle, quelque chose de « neuf » là où il n'y aurait que du « vieux » car ils n'ont pas tort d'y voir du « neuf » mais cette nouveauté tient peut-être plus de l'affaiblissement de légitimité de règles et à l'émergence de nouvelles qu'à une question radicalement neuve. Je crois l'avoir suffisamment démontré.

Ceci étant dit, je voudrais rapidement explorer maintenant trois points qui me paraissent essentiels comme signaux précoces, annonciateurs de modifications pouvant affecter la mobilité. Ces trois points sont les suivants : le problème de la régression des grandes agglomérations, le retour du local, les transformations relatives au temps.

Dans son introduction à l'histoire de la France urbaine, Georges Duby constate qu'aujourd'hui « la ville se décompose (et ceci) parce que ses traits nécessaires se trouvent l'un après l'autre mis en question, parce que le sentiment s'avère qu'elle est

une prison délétère, où l'on étouffe, dont il faudrait s'évader, et qu'on fuit en effet à chaque occasion. Les vraies richesses ne sont-elles pas ailleurs ? Dans le système de valeurs échafaudé pour les gens des villes, la campagne avait toujours été montrée sous deux aspects opposés : c'était le lieu de l'abrutissement, c'était le lieu du bonheur de vivre. Depuis une centaine d'années, la lumière se déplace peu à peu vers la seconde de ces faces. Elle a commencé de le faire dès que l'espace urbain prit trop de densité et que débuta la désagrégation des formes coutumières de la sociabilité urbaine (...). Voici que, depuis trente ans, les innovations techniques viennent à bout des monopoles culturels que détenaient les villes, amenuisent les obstacles de la distance, qu'elles autorisent les agglomérations à se décontracter, à se répandre dans la ruralité qui les environne, et que les résidences secondaires, les supermarchés, les campus universitaires, les laboratoires, les ateliers qui ne se distinguent plus guère des entreprises agricoles modernisées s'établissent au milieu des champs. Fusion progressive de la ville et de la campagne. »

Georges Duby souligne donc des facteurs concourant à la régression des grandes agglomérations : un facteur idéologique, un facteur d'uniformisation du paysage, un facteur technologique. Je crois inutile d'insister sur le premier aspect. En ce qui concerne le second je rappellerai que seules les petites agglomérations ont crû dans les années 1975-1982, et qu'en ce qui concerne la région parisienne les scénarios prospectifs relatifs à sa population oscillent entre 9,7 et 10,6 millions d'habitants à l'horizon 2000. Une inertie importante est ici constatée. Par ailleurs on sait que le centre des villes a tendance à se dépeupler au profit des banlieues proches ou lointaines.

Un même phénomène est constaté à propos du développement économique. Si la ville industrielle du XIX^e siècle et du XX^e siècle s'est constituée sur le développement de grandes entreprises, Pierre Rosanvallon faisait remarquer au cours

d'une conférence prononcée à l'École Normale supérieure lors de la première séance du séminaire « Crise de l'urbain-futur de la ville » que l'espace économique se modifiait profondément et ceci sous l'effet conjugué du développement des phénomènes micro-économiques (important développement des PME depuis 1970), de la croissance en grappe des entreprises – qui se développent par création de filiales en de nouvelles entreprises –, du développement de l'invisible économique par formation de nouveaux âges sociaux tels que les 16-24 ans et les préretraités.

Il y a donc actuellement une modification importante des paysages, du peuplement des villes et du développement économique favorables à la multiplicité, la décentralisation et ceci ne sera pas sans conséquences à mon avis sur la mobilité et son vécu.

La mutation technologique que remarque Georges Duby et qui concerne tous les développements de la télématique, de la bureautique, etc., n'est pas non plus sans poser le problème d'une substitution des déplacements. Quelles pourraient être les conséquences d'un développement massif de ces nouvelles technologies sur les déplacements est une question qui se pose à tous. Si des auteurs comme Mac Luhan voient de façon utopique le monde se resserrer, se rétrécir avec l'avènement des médias de l'électricité et de l'électronique jusqu'à devenir un « village global » ou tout se touche par un processus « d'implosion » qui recolle les morceaux éclatés des sociétés advenues par la typographie et voit l'homme renouer avec une problématique de cueillette, je le cite : « à l'âge de l'information instantanée, l'homme abandonne son travail spécialisé et fragmentaire et assume un rôle de cueilleur d'informations », si donc des auteurs comme Mac Luhan voient dans ces médias un considérable raccourcissement de la distance et un type de sociabilité nouveau, est-ce pour autant qu'une forte substitution aura lieu entre réseaux de Vidéotexte et de transports ?

Certains arguments peuvent aller dans le sens d'une substitution notamment celui qui dit que l'on pourra grâce à ces moyens agir de chez soi sans intervention d'une tierce personne. Mais de nombreuses nuances sont à apporter. La première est liée à l'équipement. Il ne faut pas, en effet, escompter que la montée en charge des équipements et des services offerts sera satisfaisante avant une dizaine d'années. Par ailleurs, ce type d'équipement souffrira également du mythe de l'ordinateur perçu comme un outil difficile d'accès et de maîtrise. Mais si tous ces problèmes sont solutionnables à terme il y a deux objections à faire quant à la possibilité de substitution aux réseaux de transports par les réseaux de type télématique.

La première de ces objections est liée à la crise de légitimité de la consommation. Dans une conférence au séminaire dont je vous parlais plus haut, Marcel Roncayolo faisait remarquer que l'idée du logement tel que nous le connaissons aujourd'hui est liée à un mode de vie qui signifie l'équipement de ce logement. Or, le système de valeurs lié à l'équipement et à ce mode de vie est contesté parce qu'en fait il représente une forte diminution de la relation sociale. Et ces restrictions programmées dans des idéologies constitutives de logement sont de moins en moins acceptées par les gens. C'est à ce titre par exemple que le télétravail est critiquable : s'il offre la possibilité du travail chez soi, il interdit aux acteurs sociaux la sociabilité de l'entreprise. Le vidéotex comme équipement domestique supplémentaire n'échappera pas à ces ambiguïtés, même si bien entendu elles ne seront pas d'un poids suffisant à la mise à l'écart d'un tel équipement car le problème n'est pas ici d'un tout ou rien mais de limites à apporter dans la perception de tels systèmes, et de ses effets sur la mobilité.

La deuxième objection est déjà largement traitée dans la première puisqu'elle consiste à dire que la mobilité n'est jamais réductible à la réalisation d'une action déterminée.

Elle suppose aussi la dimension expressive du rapport à Autrui et ici vous pouvez voir non seulement une finalité du voyage : rencontrer quelqu'un pour quelque chose, mais aussi une nécessité de plus en plus fréquente chez les utilisateurs des réseaux de transport de ne plus être pris dans cette logique du silence que j'évoquais à propos des énoncés fondateurs d'un système tel que le métro mais bien de trouver dans le temps du transport lui-même une dimension expressive, relationnelle. D'où évidemment un ensemble de règles nouvelles à établir dans le rapport institution de transports/personnes transportées.

Le deuxième indice annonciateur de nouveauté est celui que j'ai annoncé sous l'expression retour du local. Je l'envisagerai selon trois axes : le domaine scientifique, la conception du territoire, l'oligopolisation de la vie sociale.

J'ai à plusieurs reprises laissé entendre dans cette conférence que le problème de l'espace abstrait, homogène, continu, global, était lié à un type de représentation euclidien. C'est à partir de ce type de représentation que se construit l'espace déqualifié qui devient le substrat d'une mobilité délivrée des mythes, des récits, du sacré sauvage qui limitait le développement de la culture au sein de communautés très fixes, très immobiles, comme transies sur elle-même. Si donc la révolution euclidienne relative à l'espace a représenté une transformation essentielle de sa perception et partant de la mobilité, il convient peut-être de la considérer aujourd'hui, elle aussi, comme une simple localité qui « n'était à tout prendre, nous dit Michel Serres, que (celle) des similitudes c'est-à-dire d'une métrique et d'un groupe de déplacements ». Cette autre révolution qui se produit à partir de Leibniz et des travaux de Riemann et Weyl nous amène selon Michel Serres « à changer de loi. Le global désormais ne produit pas nécessairement un local, qui, lui-même est porteur d'une loi, qui ne reproduit pas le global ni toujours ni partout. Le vieil universel n'est qu'un particulier », précise encore cet auteur.

L'émergence d'une luxuriance d'espaces nouveaux n'est pas sans affecter profondément la pensée et une des conséquences qu'il me paraît essentiel de souligner ici c'est que la conception de la centralité ne peut plus être aujourd'hui celle qu'elle fut longtemps : la périphérie ne peut plus se penser comme référée au centre, comme un prolongement de celui-ci. Elle devient autonome et si elle contribue à construire une totalité c'est parce qu'elle participe par recollement avec d'autres localités à l'élaboration de cette totalité mais en tout état de chose elle n'est plus une lointaine dépendance à un centre souverain.

On voit ici quelles peuvent être les conséquences d'une telle transformation de la pensée sur les réseaux et sur l'urbain. Du moins dans cette perspective à long terme qui voit toute construction de l'espace et toute mobilité liée à des données culturelles fondamentales. Mais sans doute ne sommes-nous qu'à l'aube de cette mutation que je tiens néanmoins pour essentielle.

Je préciserai encore ce retour du local sur le territoire en disant qu'en tant que pensée urbanistique elle est héritière de la pensée paysagère qui selon Michel Corajoud « *comprend le système de relations entre les choses* », le local s'oppose ainsi à la pensée architectonique qui toujours selon Michel Corajoud « *veut à tout prix se débarrasser des systèmes interrelationnels* ».

Cette mise en avant de la relation qui surgit ici en parlant des espaces n'est donc pas éloignée de la problématique que je définissais un peu plus haut. Elle est, je crois, une question fondamentale en ce sens qu'elle se pose à nous aujourd'hui aussi bien relativement aux systèmes de transports qu'aux espaces urbains qu'ils contribuent à organiser, ou qu'aux relations entre institutions de transports et usagers, etc. Il y a donc à mon avis autour de la notion de relation quelque chose d'une nouvelle harmonie et de nouvelles règles qu'il nous serait donné d'établir puisqu'aussi bien il ne semble plus possible de raisonner en termes de hiérarchie et de dé-

pendance. J'exprimerai peut-être encore ceci en disant que le réel devient peuplé de singularités et que ce sont ces singularités qu'il nous est désormais donné à traiter dans leurs mouvements relationnels.

Le dernier point que je traiterai relativement à ce que j'ai désigné comme le retour de la localité est celui de l'oligopolisation de la vie sociale. Qu'entendre par-là ?

Pierre Rosanvallon à qui j'emprunte ce mot désigne par-là l'ensemble des phénomènes de corporatisation de la vie sociale qui expriment en fait le déclin de légitimité des grandes instances représentatives. Cela peut sembler éloigné de la problématique de la mobilité mais si j'y fais quand même référence c'est pour deux raisons. La première c'est que si j'ai décrit des entreprises comme la RATP dans ses liens aux grandes institutions nées des pensées rationnelles des XVIII^e et XIX^e siècles, un mouvement comme l'oligopolisation de la vie sociale ne peut pas les affecter. Non seulement dans leur organisation interne mais aussi dans leur rapport à l'utilisateur qui, de ce fait, lui reconnaîtra sans doute de moins en moins de légitimité – si du moins rien ne change –. La deuxième raison c'est que ce mouvement affecte l'organisation du travail les systèmes de transports de liens dans leur essence à cette organisation du travail ne peuvent pas indifférents à ce type de transformation.

Le dernier point que je sou traiter pour cette conférence celui des nouveaux rapports temps. Il y aurait évidemment le coup à dire à ce propos. On pourrait en effet reprendre presque point à point ce que j'ai dit jusqu'à présent pour voir quelles diverses pensées du temps il existait relativement à chacun des moments que j'ai voulu décrire.

La tâche est évidemment bien trop vaste pour être envisagée ici. Aussi je me contenterai de quelques brèves remarques à ce propos.

Tout d'abord, mais c'est une trivialité, il faut tenir compte du développement du temps libre, ce

qui peut affecter la nature de la mobilité par réduction de mobilité pendulaire au profit d'une mobilité plus diversifiée dans ses motifs et plus exigeante quant à ses conditions de transports.

Je crois qu'il faut ensuite noter l'émergence de nouveaux rythmes individuels et collectifs. De nombreux indices tels que des modifications d'emploi du temps, la flexibilité dans la production indiquent que l'on va d'une société synchronisée signifiante d'encombrements vers une société désynchronisée, plus fluide.

Enfin, et ce sera ma dernière remarque, il faut noter que les changements de consommation sont des changements affectant l'ordre temporel, que ce soit le développement de la consommation des instruments de communication, déjà largement évoqués, ou que ce soit le développement des services, nous sommes tous en présence d'une offre économique qui n'est plus faite aujourd'hui uniquement de nouveaux produits mais de nouveaux systèmes horaires. ■

Bibliographie

- | | |
|----------------------|--|
| Beguïn François | <i>Les machineries anglaises du confort (Recherches n° 29, p. 165-186)</i> |
| Cabat Odilon | <i>Généalogie des espaces de transports (DGRST)</i> |
| Corajoud Michel | <i>Conférence au séminaire « Crise de l'urbain-futur de la ville » (à paraître dans Temps Libre)</i> |
| De Certeau Michel | <i>L'invention du quotidien T 1 : 10/18</i> |
| Dekindt Jean | <i>Le Métro questions sociologiques ; axes de recherches RATP</i> |
| Duby Georges | <i>Histoire de la France urbaine (Le Seuil)</i> |
| Foucault Michel | <i>Surveiller et Punir (Gallimard)</i> |
| Girard René | <i>La violence et le sacré (Grasset)</i> |
| Guerrand Roger Henri | <i>Mémoires du métro</i> |
| Joseph Isaac | <i>Disciplines à domicile - Tactiques et figures disciplinaires (Recherches n° 28)</i> |
| Le Goff Jacques | <i>Le désert forêté dans l'occident médiéval (Traverses)</i> |
| Lellouche Raphaël | <i>Pratiques et représentations sociales en réseau rhizomatique (SORGEM/RATP)</i> |
| Mac Luhan Marshall | <i>Pour comprendre les médias (Mame/Le Seuil)</i> |
| Nantouy Max | <i>In R.H. Guerrand</i> |
| Picault Tanguy | <i>Étude sur la substitution des réseaux (Batelle/RATP)</i> |
| Roncayolo Marcel | <i>Conférence au séminaire « Crise de l'urbain-futur de la ville » (à paraître dans Temps Libre)</i> |
| Rosanvallon Pierre | <i>Conférence au séminaire « Crise de l'urbain-futur de la ville » (à paraître dans Temps Libre)</i> |
| Serres Michel | <i>Espace et Temps in Essais de chronogénie (Denoël-Gonthier coll. Méditations)</i> |
| Sue Eugène | <i>Les Mystères de Paris (Hallier)</i> |



NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

ABONNEMENT « CARTE INTÉGRALE »

Un nouveau titre de transport, baptisé « *Carte Intégrale* », est en service depuis le 1^{er} mai 1984. Sa création s'accompagne de l'abandon de la carte orange annuelle, seules restant utilisables celles dont la durée de validité n'est pas encore arrivée à expiration.

En fait, la carte intégrale s'apparente par certains côtés à la carte orange annuelle : comme cette dernière, elle est un abonnement, de 1^{re} ou 2^e classe, permettant un nombre illimité de voyages sur les réseaux de la RATP, de la SNCF et de l'APTR à l'intérieur de 2, 3, 4 ou 5 zones contiguës dans la région des transports parisiens (le découpage des zones est le même que celui relatif à la carte orange).

Mais il ne s'agit pas là d'une simple substitution au niveau de la dénomination de l'abonnement. Car plusieurs caractéristiques en font une réelle innovation :

- **Sa durée**

La carte intégrale est valable durant une année complète à partir du premier jour d'un mois quelconque, mais elle est renouvelable par tacite reconduction sauf résiliation expresse : il s'agit donc d'un *abonnement quasi-permanent*.

- **Sa présentation**

La carte intégrale est composée d'une *carte nominative style carte de crédit*, grise, avec photo d'identité, accompagnée d'un coupon magnétique de couleur jaune-orangé, le tout inséré dans un étui plastique.

- **Son mode de paiement**

Deux possibilités sont offertes : soit un paiement comptant, en une seule fois à la souscription, avec garantie de prix pendant un an ; soit un paiement échelonné (*prélèvements automatiques* mensuels ou trimestriels), toute modification tarifaire étant alors répercutée immédiatement (*).



RATP - Mincoll

- **L'existence d'un véritable « service après-vente »**

A tout moment, le contrat peut être modifié (changement de zones, de validité ou de classe) et même résilié.

De plus, carte et coupon peuvent être remplacés en cas de perte ou de vol : le coupon n'est remplacé qu'une seule fois dans l'année moyennant une indemnité forfaitaire couvrant les frais de dossier ; la carte est quant à elle

remplacée gratuitement, dans un délai de quelques jours.

Toutes ces opérations sont réalisables auprès de l'*antenne commerciale*, dénommée « *Carte Intégrale Contact* », qui a été mise en place dans la salle d'échanges du RER à Gare de Lyon, et qui est ouverte tous les jours sauf les samedis, dimanches et fêtes, de 11 heures à 19 heures (*).

**

Comme on peut le voir, la Carte intégrale se distingue des autres titres de transport par sa grande souplesse et sa grande sûreté d'utilisation.

Pour l'obtenir, il suffit de retourner à la RATP, dûment remplie, une demande d'abonnement disponible dans tous les points de vente ou d'information des réseaux. Elle sera alors chaque année renouvelée, sauf avis contraire, par tacite reconduction.

Et elle donne, bien évidemment, droit au remboursement de 50 % par l'employeur. ■



RATP - Ardailon

(*) En ce qui concerne les agents RATP, les opérations sont simplifiées : souscription, changements de contrat et résiliation s'effectuent sur imprimés spéciaux par l'intermédiaire des bureaux de gestion ; seul est possible le paiement par prélèvement sur solde, mensuel ou annuel.

VUE DES TRAVAUX EN COURS

①



RATP - Travaux neufs

②

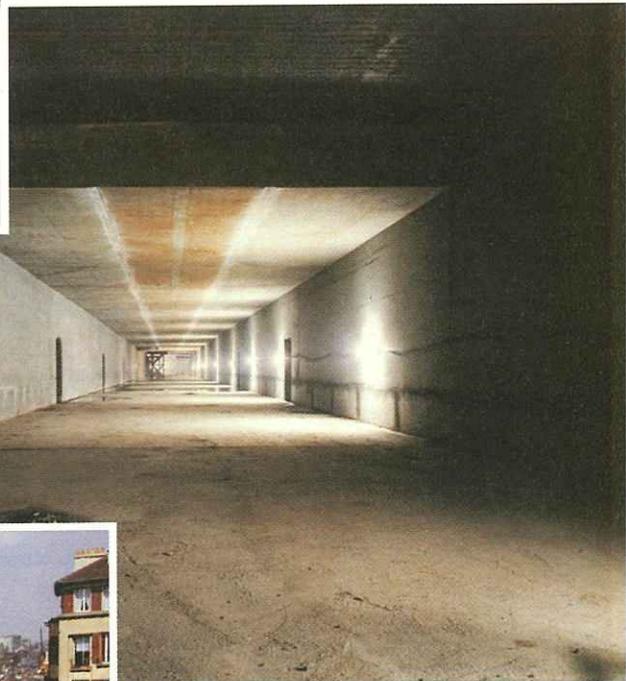


Méto - Ligne 5 : Prolongement à la Préfecture de Bobigny.

- ① Construction du parking d'intérêt régional de Bobigny-Préfecture.
- ② Vue d'ensemble du faisceau de garage avec aire de lavage.

Méto - Ligne 7 : Prolongement au nord, à La Courneuve.

- ③ Le souterrain de garage à l'extrémité du prolongement : gros œuvre terminé.
- ④ Centrale d'injection sur la place du 8 mai 1945, à La Courneuve et emprises du prolongement sur la RN 2.



③



④



5

Méto - Ligne 7 :
Prolongement au sud, à Villejuif.

5 Section « Villejuif II » - « Villejuif III » : les emprises du prolongement au niveau du carrefour « Stalingrad-Gorki » (direction Paris).

RER - Ligne B :
Construction de la gare « Saint-Michel ».

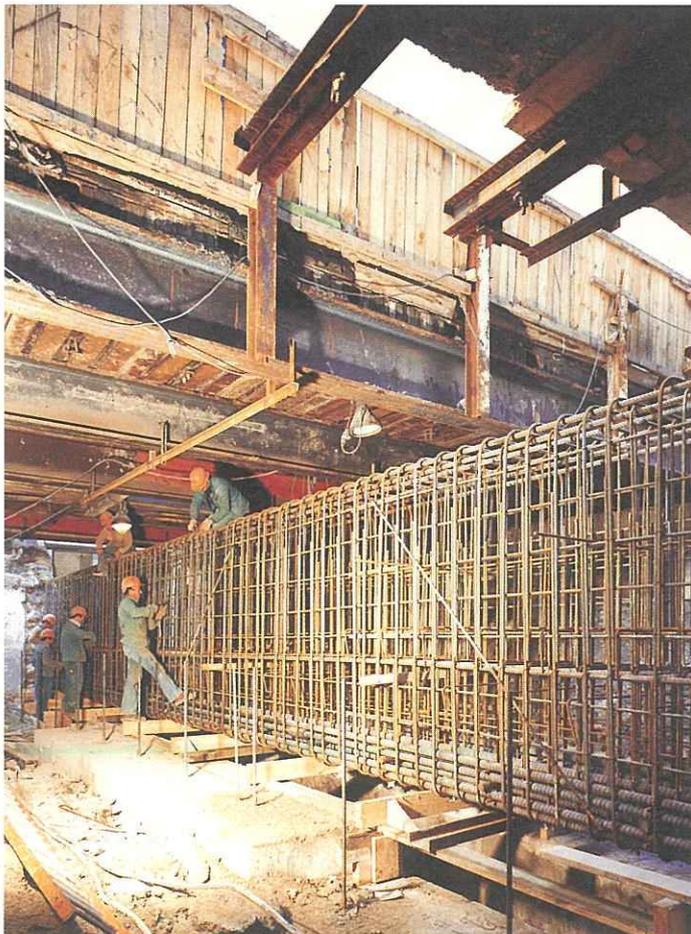
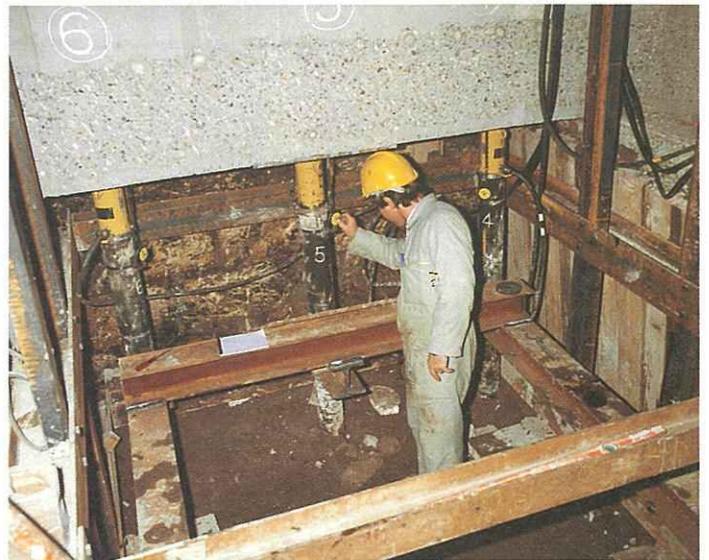
6 Reprise en sous-œuvre de l'immeuble situé au n° 15 du quai Saint-Michel : mise en charge des minipieux.

7 Salle des billets « Cluny » : préfabrication de la poudre transversale de 1,20 m de large.

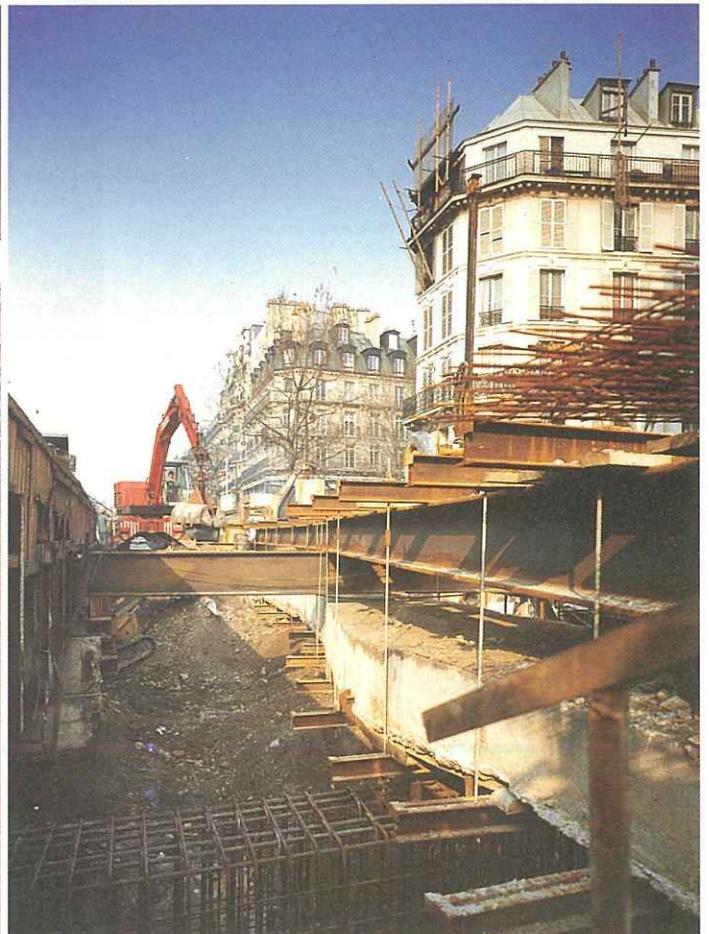
8 Salle des billets « Cluny » : soulèvement provisoire, pendant les travaux, de la multitubulaire PTT.

VUE DES TRAVAUX EN COURS

6



7



8

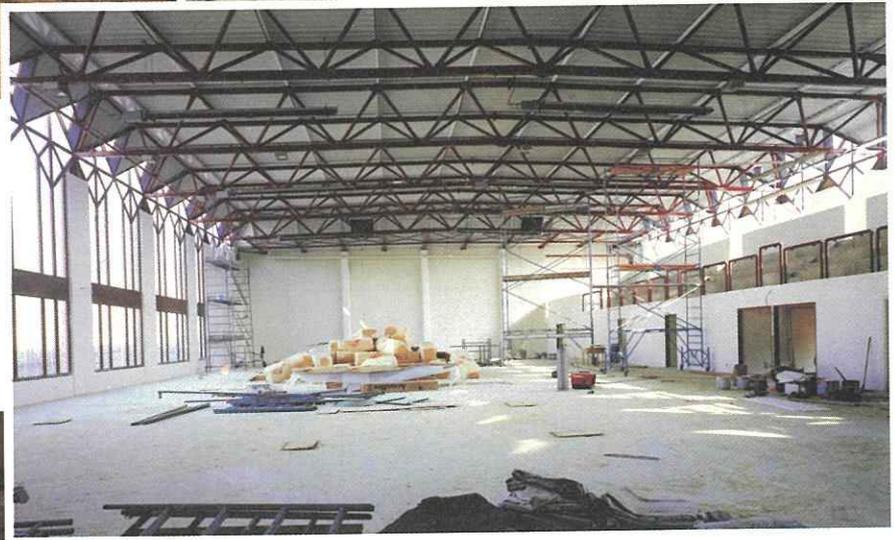
9

10



Transfert de l'École Technique à Noisiel (Marne-la-Vallée).

- 9 Vue générale du chantier côté entrée de l'école.
- 10 L'atelier n° 1.
- 11 Le gymnase : travaux de peinture.



11

Atelier Métro de Saint-Ouen.

- 12 Pose des voies S 1 et S 2 : réglage avant coulage.

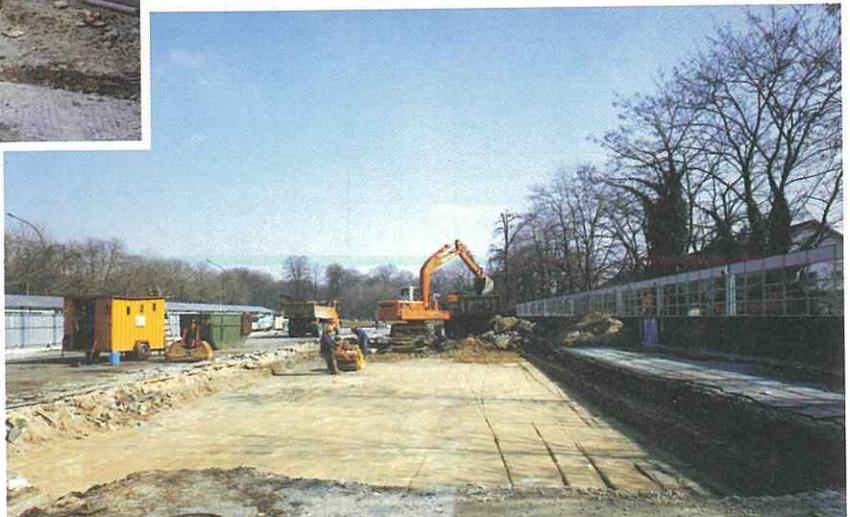
Rénovation de la gare d'autobus de Château de Vincennes.

- 13 Terrassement de la piste sud.

13

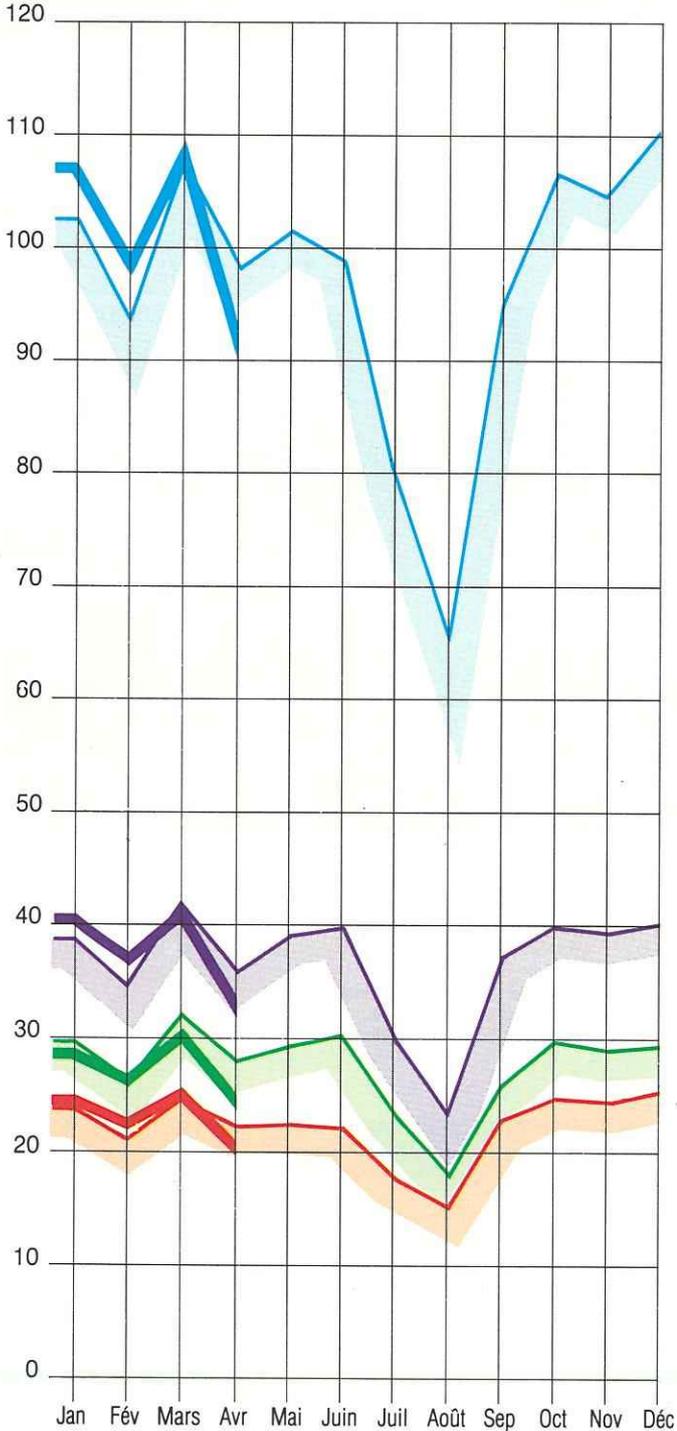


12

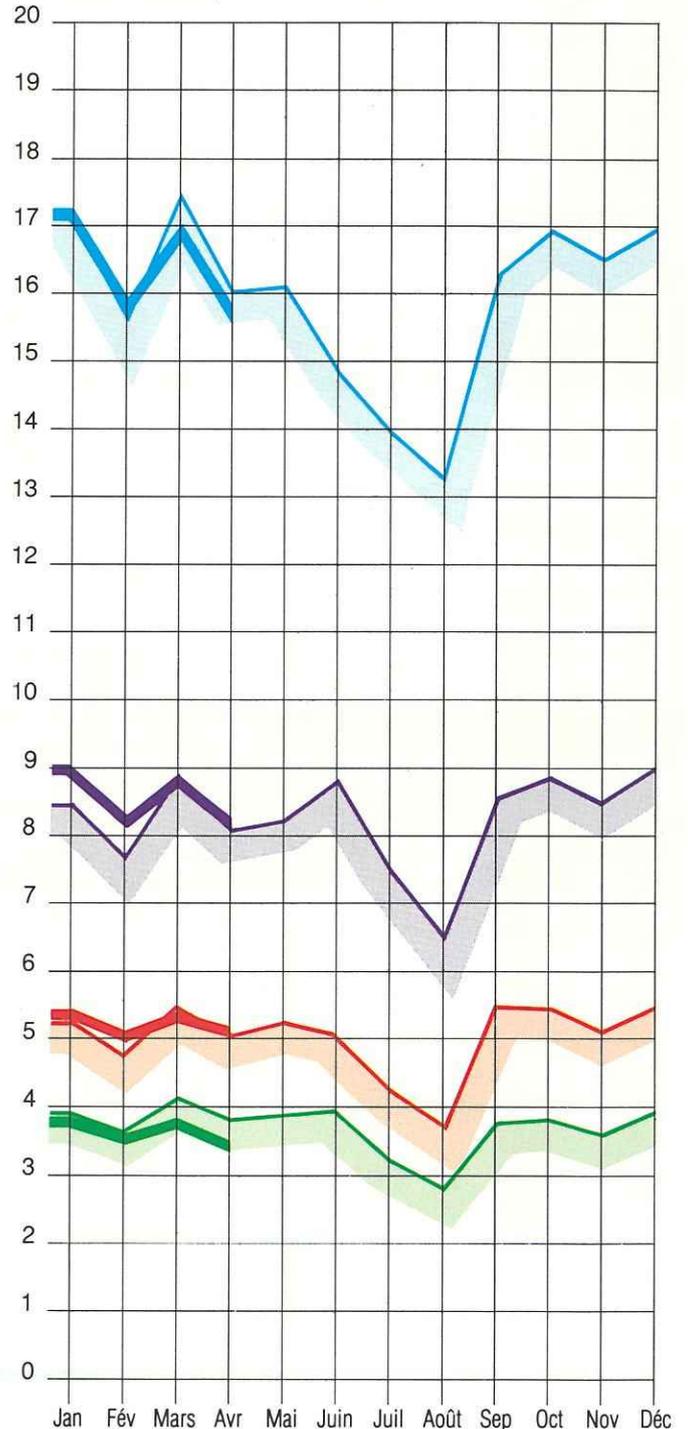


TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1984

Nombre de voyages effectués
(en millions)



Nombre de km × voitures effectués
(en millions)



- Métro
- Autobus de banlieue
- Autobus urbains
- RER

Les courbes en demi-teintes indiquent les résultats des mêmes mois de l'année précédente.

NOUVELLES DIVERSES DE FRANCE



GRENOBLE

Signature du protocole d'accord pour le financement du tramway

Le 15 février 1984 a été signé le protocole d'accord garantissant la participation financière de l'État pour le tramway de l'agglomération grenobloise. D'un coût total de 800 millions de francs, dont 170 millions pour le matériel roulant et 630 millions pour les infrastructures, le financement de l'opération sera pris en charge pour près de 50 % par l'État, le reste étant financé grâce au versement transport et à un emprunt.

Après Nantes, Grenoble est donc la deuxième ville française à avoir opté pour le retour du tramway dans sa nouvelle version française standard. Si la ville de Nantes a déjà passé commande de vingt rames qui entreront en service en décembre 1984, le tramway de Grenoble roulera dès 1987. La première ligne prévue reliera la ville de Fontaine à la Grand'place en passant par le centre de l'agglomération. Elle remplacera ainsi les deux lignes d'autobus les plus chargées du réseau actuel, desservira 18,5 % de la population de l'agglomération et 23 % de ses emplois.

Sa mise en service s'accompagnera, bien entendu, d'une restructuration de l'ensemble du réseau d'autobus, qui permettra à 90 % de la population d'être à moins de 300 mètres d'un arrêt d'autobus ou à moins de 400 mètres d'un arrêt de tramway.

Si le tramway a été choisi à Grenoble, c'est qu'élus et professionnels se sont rendus compte qu'il était devenu impossible de poursuivre le

développement des transports publics, entrepris depuis 1973, sans un nouveau moyen de transport. De 1973 à 1983, le trafic du réseau grenoblois a en effet été multiplié par 2,3 pour atteindre 39 millions de voyages par an, alors que l'offre kilométrique a été multipliée par 2,2 au cours de la même période.

La première ligne, dont la construction commencera en 1984, aura une longueur de 8,9 kilomètres et comportera vingt stations. Les rames, qui circuleront à la vitesse de 18 km/h, relieront les deux terminus en trente minutes, avec une fréquence de quatre minutes aux heures d'affluence. ■

(Transport Public, mars 1984)

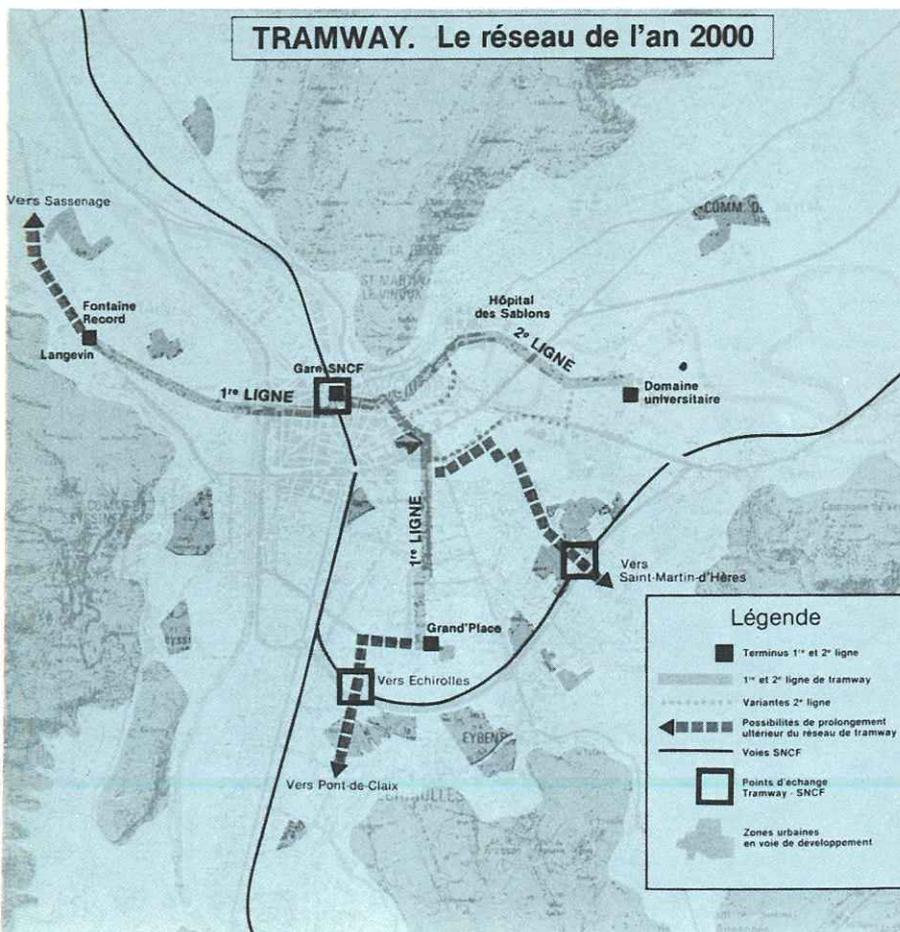


LILLE

VAL : le dix millionième voyageur

Le 15 février 1984, moins de neuf mois après sa mise en service commercial, le métro automatique de Lille, le VAL, a fêté son dix millionième voyageur. La ligne 1, qui doit, en mai prochain, être prolongée de « République », terminus actuel, à « CHR », accueille quotidiennement environ 60 000 voyageurs, ce chiffre devant encore augmenter après la mise en service du prolongement. De plus, la construction de la ligne 1 bis, entre Lomme-Lambersart et la gare de Lille (12 km et 18 stations), a été décidée : les travaux, qui démarrent cette année, doivent être achevés en 1989. ■

(La Vie du Rail, 1^{er} mars 1984)



Le projet de tramway de Grenoble.



MARSEILLE

Une deuxième ligne de métro et un tramway rénové

La cérémonie officielle de mise en service du tronçon central de la deuxième ligne du métro marseillais a eu lieu le 3 mars 1984 : d'une longueur de 4,2 km, ce tronçon entièrement souterrain relie les stations « Joliette » et « Castellane », avec quatre stations intermédiaires, en traversant le centre-ville dans le sens nord-sud.

Le vif succès remporté par la première ligne mise en service en novembre 1977 (9 km, 12 stations, près de 30 millions de voyageurs en 1982) avait incité la ville de Marseille à engager, dès le début de 1980, la réalisation – par étapes, pour des raisons de financement – d'une

deuxième ligne, parallèle au front de mer. Cette nouvelle ligne, lorsque la construction de ses prolongements aura été achevée – en 1986, vers Bougainville au nord, et en 1987, vers Sainte-Marguerite au sud – aura la même longueur et le même nombre de stations que la première ligne.

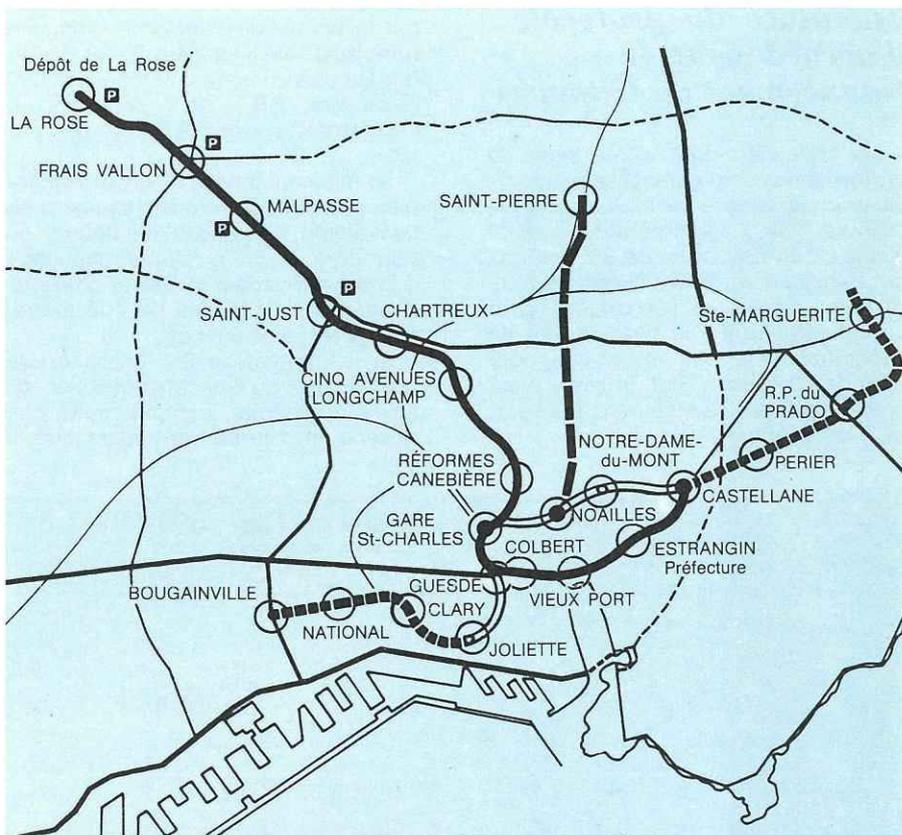


Photo La Vie du Rail/Hérissé

MÉTRO

- Ligne 1 : En service depuis 1977.
 - Ligne 2 : En service depuis Mars 1984.
 - Mise en service prévue pour 1986-1987.
 - Station ordinaire,
 - Station de correspondance,
 - Parking d'échanges.
- #### VOIES SNCF
- Ligne de banlieue.
- #### TRAMWAY
- Ligne 68.
- #### VOIRIE
- Autoroutes existantes,
 - Voies rapides existantes,
 - - - Voies rapides projetées.

Le réseau de métro de Marseille.

Trois des nouvelles stations sont des stations de correspondance : « Saint-Charles » et « Castellane » assurent la correspondance entre les deux lignes du métro, et « Noailles » avec le terminus de la ligne de tramway 68. La station « Saint-Charles », centre d'échange important avec la gare SNCF, est le seul point de jonction des voies des deux lignes de métro, jonction indispensable au transfert des trains de la ligne 2 vers les ateliers de la Rose, situés sur la ligne 1. Les abords des stations ont été traités (espaces verts, espaces piétonniers, mobilier urbain) et intégrés à l'environnement. Quinze rames de trois voitures ont été commandées pour la nouvelle ligne; elles sont d'un type similaire à celles de la première génération, mais de nombreuses modifications techniques, en général non perceptibles pour les voyageurs, ont été apportées.

La mise en service de la ligne 2 du

métro a coïncidé avec la réouverture de la ligne de tramway 68, la seule qui subsiste d'un réseau qui en comportait une trentaine en 1950 : inaugurée en 1893, elle relie, dans le sens est-ouest, « Saint-Pierre » au terminus « Noailles », soit un tracé de trois kilomètres de longueur dont le tiers est un souterrain. Elle a été entièrement modernisée, ce qui a entraîné la cessation de son exploitation de juillet 1983 à mars 1984. La voie, les lignes de contact aériennes, l'alimentation électrique ont été rénovées. Les points d'arrêt ont été redistribués et réaménagés. Les seize motrices ont été totalement démontées et rénovées (attelage automatique, nouveau service des portes, etc.), et leur nombre a été porté à dix-neuf afin de former des rames de deux voitures, doublant ainsi la capacité de transport. Le contrôle continu de la ligne de tramway s'exerce à partir du poste de commande centralisée du

métro, ce qui permet une action corrective rapide en cas d'incidents d'exploitation; en outre, sur la voie publique, la priorité est accordée aux rames de tramway à la quasi-totalité des feux de signalisation, apportant ainsi un gain de temps appréciable pour les voyageurs. Le terminus « Noailles » a été complètement transformé et les cent derniers mètres de la ligne ont été remaniés pour être intégrés aux ouvrages de la nouvelle station de métro, dont les quais sont implantés à vingt-six mètres de profondeur.

L'extension du métro et la modernisation du tramway s'inscrivent ainsi dans le cadre d'une politique visant à créer un réseau de transport collectifs complet et cohérent où tous les modes de transport seront complémentaires.

(RTM Contact, mars 1984)

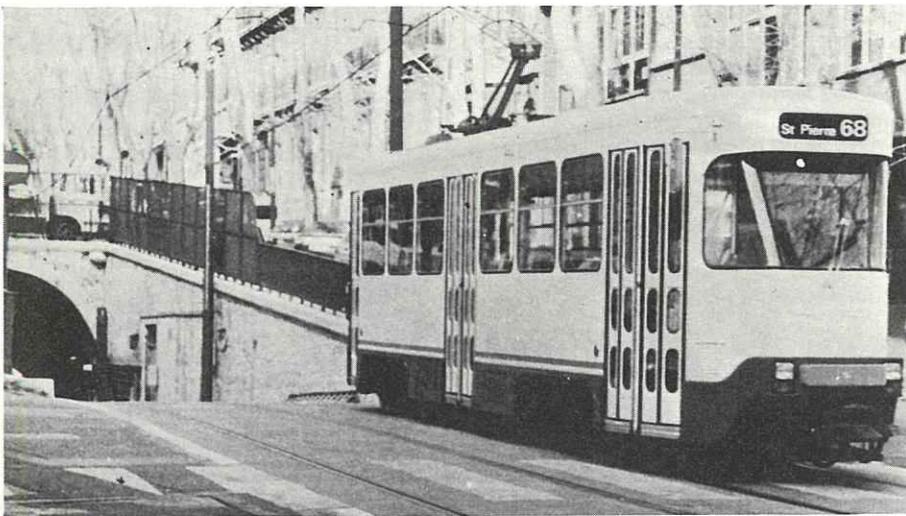
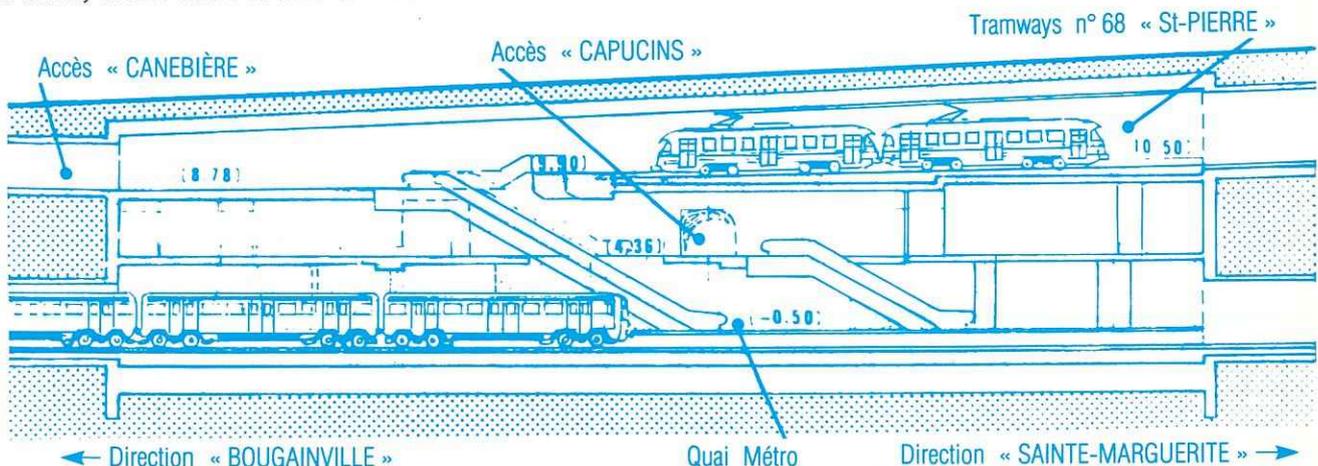


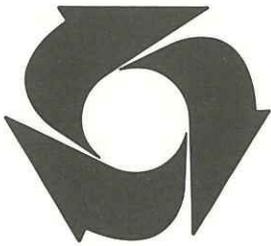
Photo La Vie du Rail/Hérissé

Motrice de tramway rénovée sortant du tunnel de Noailles.



Coupe en long de la nouvelle station « Noailles ».

NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER



LE NOUVEAU MÉTRO DE BALTIMORE

Historique du projet

Le 21 novembre 1983, soit sept ans après le début des travaux de construction, la première section du métro de Baltimore a été mise en service entre Charles Centre et Reisterstown Plaza, sur une longueur de 12,9 km, avec neuf stations.

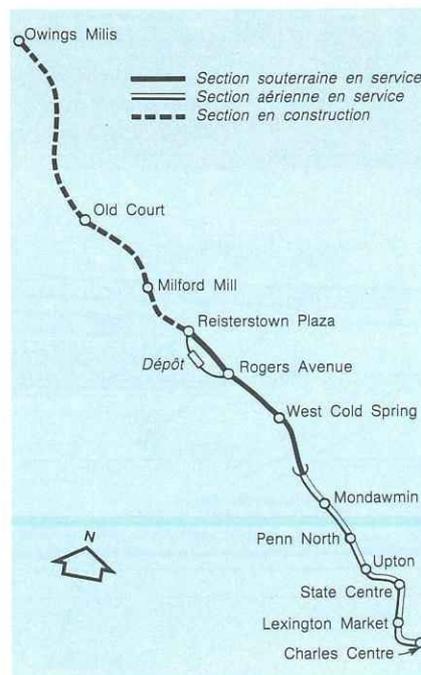
L'agglomération de Baltimore s'étend sur une superficie de 800 km² et est peuplée de plus de deux millions d'habitants. La ville de Baltimore, qui compte 900 000 habitants, est située sur la baie de Chesapeake, à 270 km de la haute mer. Elle est le principal port d'exportation du Middle-West et, également, un important centre industriel ainsi que le siège de trois universités. C'est dans les années 60 que le projet de métro a commencé à être étudié, mais à une échelle plus ambitieuse que celui qui a été réalisé en définitive. En effet, en 1965, la construction d'un réseau de six lignes radiales, d'une longueur totale de 115 km, était envisagée, mais en 1971, un nouveau projet ne prévoyait plus qu'un réseau de 45 km, avec deux lignes, et finalement, en 1975, compte tenu des possibilités de financement, on décida la construction d'une seule ligne dont la mise en chantier débuta en décembre 1976.

L'organisme responsable de la réalisation des études, de la construction et de l'exploitation du métro de Baltimore est la « Mass Transit Administration (MTA) of Maryland » qui, bien qu'étant une des sept directions du Ministère des transports de l'État du Maryland, n'a compétence que pour les transports en commun de l'agglomération de Baltimore. Pour la construction de son métro, qui est le plus petit des États-Unis, la MTA a tenu compte de l'expérience des autres métros construits dans les années 60, tout en cherchant à « faire simple » en raison d'une conjoncture financière moins favorable.

Tracé de la ligne

Le tracé de la ligne part du centre-ville pour se diriger vers le nord-ouest et correspond à l'axe de transport au plus fort trafic. Du terminus « Charles Centre », situé dans le quartier des affaires, à proximité du port, la ligne est souterraine jusqu'à la sortie de la station « Mondawmin », sur une longueur de 7,2 km, et comporte six stations desservant le centre-ville; ensuite, elle est établie en viaduc (4 km) ou au niveau du sol (1,7 km) — sur une emprise adjacente au « Western Maryland Railway » — jusqu'au terminus nord « Reisterstown Plaza », complexe résidentiel et commercial situé à la limite de la ville et du comté de Baltimore, après les stations intermédiaires « West Cold Spring » et « Rogers Avenue ».

Un prolongement de la ligne au nord de Reisterstown Plaza est en construction depuis la fin de 1983 : d'une longueur de 9,6 km, avec trois stations, il sera entièrement en surface, jusqu'au nouveau terminus « Owings Mills ». Ce prolongement sera implanté sur le terre-plein central de la voie express « Northwest Expressway » actuellement en cours de construction. Sa mise en service est prévue pour 1987. Par ailleurs, la MTA envisage la construction d'un nouveau prolongement entièrement souterrain, de



La ligne de métro de Baltimore.

2,4 km de longueur, pour relier le terminus « Charles Centre » au complexe hospitalier Johns Hopkins, qui, avec ses 11 000 employés, est le plus important employeur de Baltimore.

Infrastructure et stations

La construction de la section souterraine s'est effectuée sans trop de problèmes, après quelques difficultés initiales au terminus « Charles Centre », où, en raison de la présence de blocs erratiques, il a fallu utiliser des parois moulées à la bentonite comme méthode de soutènement au lieu de l'enfoncement de piliers à l'aide de vérins, et à la station « State-Centre » où, pour réduire au minimum l'affaissement et le besoin de soutènement, on a eu recours à des injections chimiques.



Mezzanine du terminus « Charles Centre ».

Tous les tunnels en terrain meuble ont été forés sous air comprimé au bouclier hydraulique, alors que dans la partie de la ligne située entre Upton et la sortie du tunnel, où la ligne s'enfonce et pénètre en terrain rocheux, il a fallu, dans certains cas, utiliser le forage à l'explosif. Les six stations souterraines ont été construites par la méthode de la tranchée couverte; chacune d'elles comporte au moins deux niveaux — mezzanine et quais —, mais Charles Centre et Lexington Market disposent d'un niveau supplémentaire pour permettre la correspondance avec d'éventuelles futures autres lignes. La station la plus profonde — « Penn North » — est

Photo Passenger Transport

Document Railway Gazette International

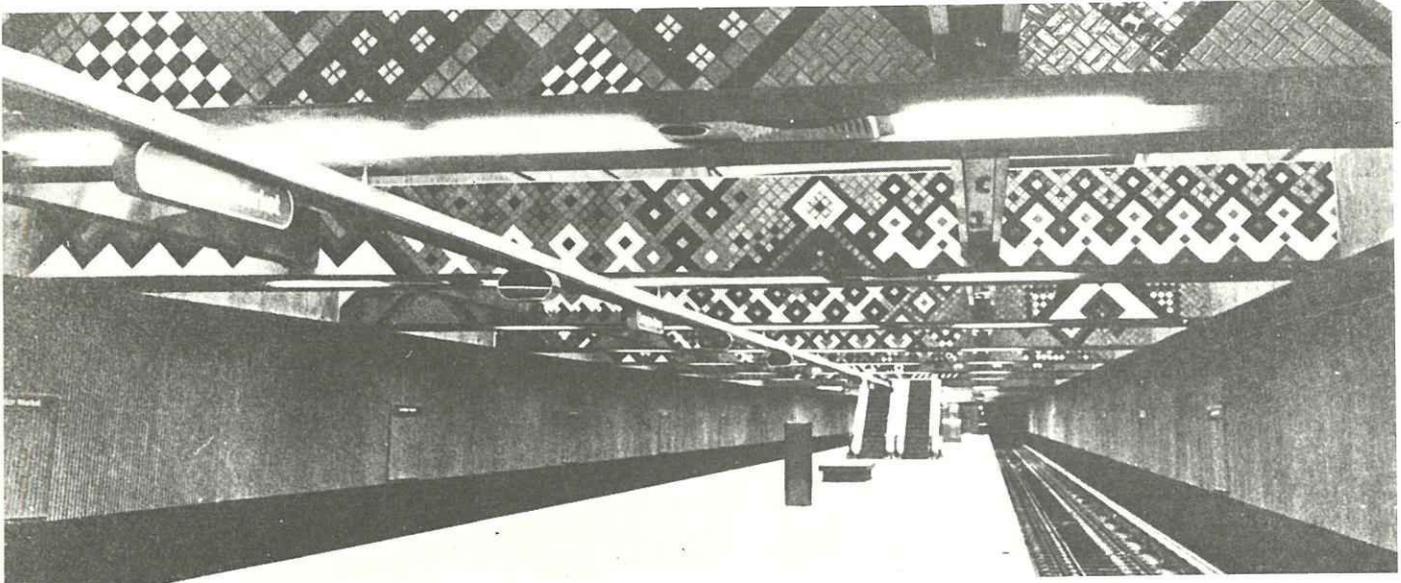


Photo Passenger Transport

Station souterraine « Lexington Market » : mosaïques en céramique.

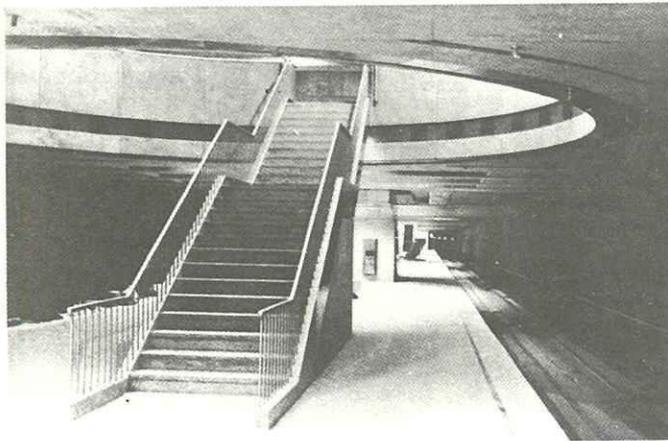


Photo International Railway Journal

Station « State Center ».



Photo Mass Transit

Décoration murale à la station « Mondawmin ».

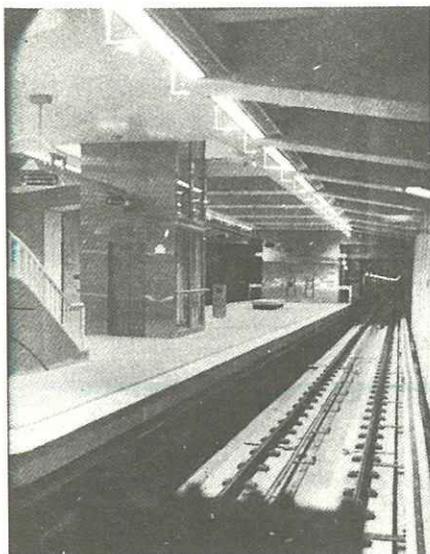


Photo Railway Gazette International

Station souterraine « Penn North » : quai et voie.



Photo Railway Age

Rame en station.

située à 36,5 m au-dessous du niveau du sol. Les neuf stations sont équipées d'un quai central de 137 m de longueur. Chacune d'elles a reçu un traitement architectural différent, mais elles ont toutes été conçues de manière spacieuse, sans piliers ni colonnes, et amplement décorées de mosaïques et d'œuvres artistiques murales.

Équipements techniques

En tunnel, la pose de voie utilisée est réalisée avec des rails fixés directement sur des dalles en béton, avec une semelle revêtue de caoutchouc. Sur les sections en surface ou en viaduc, les rails sont fixés sur des traverses bloc en béton, elles-mêmes posées dans des cavités pratiquées dans la structure en béton préfabriqué, avec enveloppe en caoutchouc pour l'isolation acoustique. La voie est à l'écartement standard de 1,435 m ; le rayon minimal de

courbure est de 225 m et la déclivité maximale atteint 30 %.

L'alimentation en courant de traction continu 700 V s'effectue par un troisième rail revêtu d'aluminium, d'une conductivité supérieure à celle d'un troisième rail tout acier. La distribution du courant de traction se fait par huit sous-stations. Tout le système d'alimentation électrique est commandé à partir du poste de commande centralisée (PCC) d'exploitation.

Par rapport aux métros modernes de San Francisco, de Washington ou d'Atlanta, et compte tenu de leur expérience, le système d'automatisation de l'exploitation des trains du métro de Baltimore est relativement moins sophistiqué, ceci pour des raisons de sécurité et de fiabilité et pour laisser au conducteur un certain rôle, par exemple : annoncer les stations, commander l'ouverture et la fermeture des portes, donner l'ordre de départ. L'équipement de protection automatique contrôle la localisation des rames, l'éta-

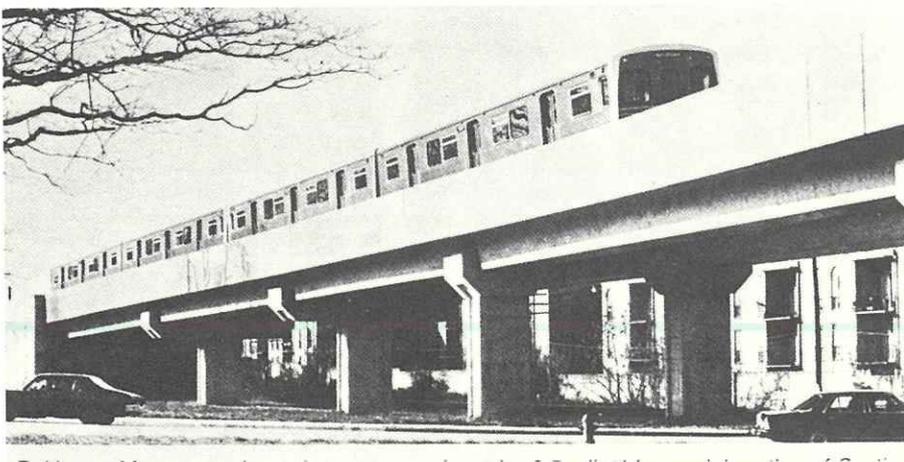
blissement des itinéraires, les limitations de vitesse et la fermeture des portes, en utilisant une signalisation de voie à fréquences acoustiques. L'équipement embarqué de pilotage automatique à microprocesseurs est conçu pour commander l'accélération et la décélération des rames, assurer la régulation de la vitesse et programmer les arrêts en station. La conduite manuelle est possible, avec l'aide de la signalisation de cabine et d'un dispositif de protection contre la survitesse. Par ailleurs, on a mis au point une solution au problème des interférences électromagnétiques entre les circuits de voie à fréquences acoustiques et les équipements à hacheurs des motrices.

La commande centralisée de l'exploitation s'effectue à partir du PCC, situé à la station « Lexington Market », qui dispose de toute une série de liaisons avec les trains et les stations : liaisons radio, télévision en circuit fermé, dispositif d'annonces sonores aux voyageurs, téléphones d'alarme sur les quais et dans les tunnels, etc.

Un système de protection contre l'incendie, considéré comme le plus efficace par rapport aux autres métros américains, permet, à partir du poste de surveillance du chef de station, d'isoler le quai d'un train en flammes, grâce à un « rideau d'eau » créé par une rampe de gicleurs, et de noyer le châssis des voitures.



Train circulant sur viaduc.



Le viaduc.

Photo Mass Transit

Photo Passenger Transport

Matériel roulant

Les soixante-douze voitures du métro de Baltimore ont été commandées à un constructeur américain, en même temps que celles du métro de Miami, dont elles ne diffèrent que par certains équipements intérieurs.

Ces voitures ont une longueur de 22,86 m et une largeur de 3,11 m ; leur capacité est de soixante-seize voyageurs assis et quatre-vingt-dix debout. La caisse est en acier inoxydable ondulé à structure monocoque, avec les extrémités moulées en fibre de verre. Chaque face est équipée de trois portes coulissantes de 1,27 m d'ouverture ; les glaces latérales et frontales sont en verre de sécurité teinté. Chaque voiture est équipée de deux unités de climatisation indépendantes. Toutes les voitures sont des motrices groupées en éléments doubles formant des rames de six voitures au maximum. Chaque motrice possède quatre moteurs de traction, d'une puissance de 130 kW chacun, à commande à hacheurs, et dispose d'un freinage à

récupération. La vitesse maximale s'élève à 110 km/h. Un dispositif d'interphonie permet les liaisons entre les voyageurs et le conducteur. L'entretien du matériel roulant s'effectue dans l'atelier-garage situé entre la station « Rogers Avenue » et le terminus « Reisterstown Plaza ».

Mode d'exploitation

Depuis sa mise en service, le métro ne fonctionne que du lundi au vendredi, de 5 heures à 20 heures. L'allongement du service à 20 heures par jour, du lundi au dimanche, est prévu pour une phase ultérieure, lorsque toutes les conditions de fiabilité seront assurées. Compte tenu du nombre limité de rames disponibles – quatorze des soixante-douze voitures prévues ne seront livrées que dans le courant de l'année 1984 –, l'intervalle aux heures d'affluence est limité à huit ou dix minutes. Les rames effectuent le trajet entre les deux terminus en seize minutes, à la vitesse commerciale de 50 km/h. Au cours des trois premiers mois d'exploitation, le trafic s'est élevé à environ 20 000 voyageurs par jour. L'effectif du personnel comprend environ 350 agents, répartis pour moitié entre l'exploitation et l'entretien du métro.

L'intégration du métro et du réseau d'autobus est déjà réalisée du point de vue tarifaire : en effet, c'est la tarification différentielle par zones en vigueur pour les autobus – 75 cents par zone + 15 cents pour la correspondance – qui a été adoptée pour le métro, mais avec un maximum de deux zones pour la ligne de métro actuelle contre cinq pour le réseau de surface. Le système de péage, de conception française,

comprend des changeurs de monnaie, des distributeurs automatiques de billets et des tourniquets à lecteurs magnétiques. Au printemps 1984, l'intégration des deux réseaux se poursuit, grâce à la création de lignes d'autobus se rabattant sur les six stations du métro les plus éloignées du centre-ville, ce qui devrait conduire à un doublement du volume du trafic voyageurs du métro.

Par ailleurs, les stations aériennes « West Cold Spring », « Rogers Avenue » et le terminus « Reisterstown Plaza » disposent de parcs de liaison d'une capacité respective de 270, 320 et 1 200 places de stationnement.

Le métro de Baltimore a été conçu pour être facilement accessible aux personnes handicapées : toutes les stations, qu'elles soient souterraines ou aériennes, sont équipées d'ascenseurs, en plus des escaliers mécaniques; des passages spéciaux permettent l'entrée dans la station des handicapés en fauteuil roulant, incapables de franchir les tourniquets; dans les voitures, un emplacement pour un fauteuil roulant est réservé près de chacune des portes, etc.

Coût et financement

Le coût des investissements pour la réalisation de la ligne en service (12,9 km) s'est élevé à 797 millions de dollars, dont 80 % ont été financés par le gouvernement fédéral et 20 % par l'État du Maryland. La construction du prolongement à Owings Mills (9,6 km) reviendra beaucoup moins cher étant donné que cette section sera entièrement en surface : 190 millions de dollars. ■

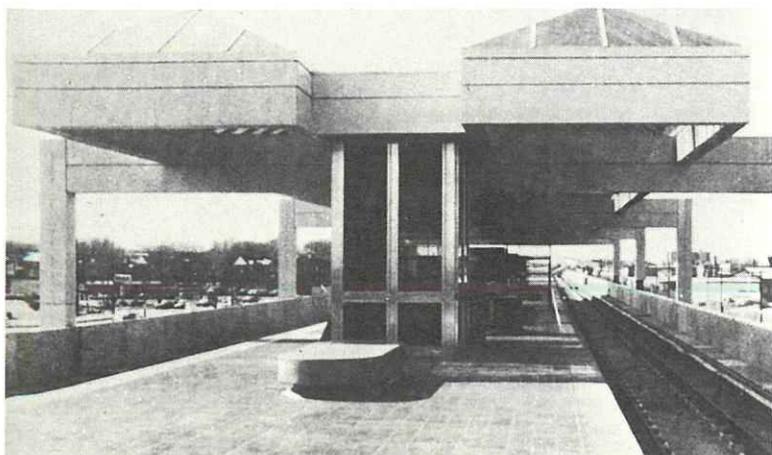


Photo Passenger Transport

Station aérienne « West Cold Spring ».

VAG

NUREMBERG

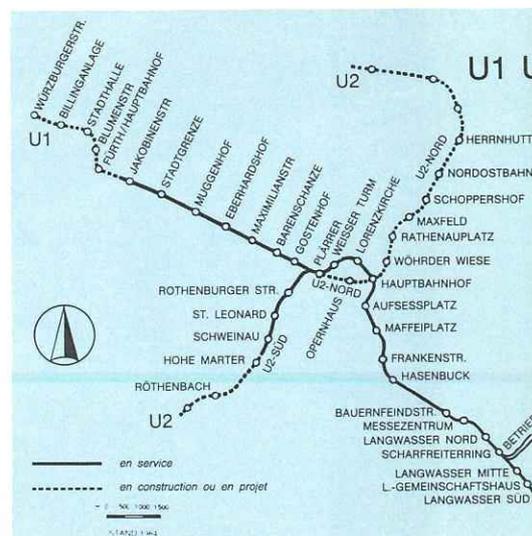
Mise en service de la ligne 2 du métro

Le premier tronçon de la ligne 2 du métro de Nuremberg a été ouvert à l'exploitation le 28 janvier 1984. Entièrement souterrain, il s'étend sur une longueur de 2,5 km avec trois nouvelles stations et relie les quartiers à forte densité de population de Schweinau et St-Leonhard au centre-ville, où il rejoint la ligne 1 à la station « Plärrer ». Tant que le prolongement vers le nord de la ligne 2 ne sera pas en service – sa construction devrait commencer en 1985 –, cette ligne sera exploitée comme une branche de la ligne 1, avec des intervalles de cinq minutes, sauf après 20 heures et le dimanche, où elle sera exploitée de manière autonome, avec des intervalles de vingt minutes.

L'ouverture de la ligne 2 porte à 16,6 km la longueur du réseau de métro, sur lequel circulent 53 motrices jumelées, dont 21 sont équipées de moteurs asynchrones.

Deux prolongements sont en cours de construction, de Jakobinenstrasse à Fürth-Hauptbahnhof (ligne 1) et de Schweinau à Röthenbach (ligne 2), qui seront mis en service respectivement à la fin de 1985 et de 1986. ■

(Der Stadtverkehr, février 1984)



Document Nana

Schéma du réseau de métro de Nuremberg.



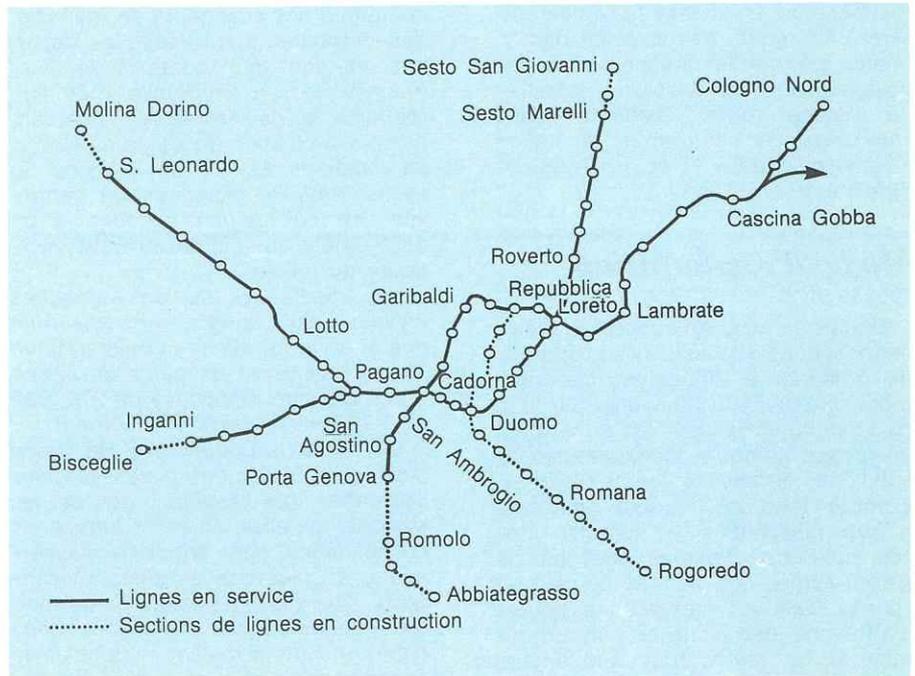
MILAN

Un nouveau prolongement du métro dans le centre-ville

Au mois d'octobre 1983, le prolongement de la « ligne verte » du métro milanais entre Piazza Cadorna et Porta Genova a été ouvert à l'exploitation.

Ce prolongement souterrain de 1,95 km est situé à une profondeur variant entre 9 et 16 m de la surface de la rue. Il comporte deux stations intermédiaires : « San Ambrogio » et « San Agostino ». Cette dernière station présente une disposition originale à deux niveaux avec ses deux voies superposées (comportant des rampes d'accès de 30 et 35 %) : cette solution a été adoptée pour ne pas ébranler les fondations des immeubles anciens du centre-ville, construits le long de rues étroites.

Les deux autres nouvelles stations offrent une disposition classique avec des quais latéraux. A la station terminus « Porta Genova » (terminus provisoire en attendant le prolongement de 0,98 km vers Romolo), le métro est en



Le réseau de métro de Milan.

correspondance avec le réseau de la banlieue sud-ouest des Chemins de fer italiens : ainsi, la « ligne verte » relie désormais entre elles, à travers le centre-ville, cinq gares assurant un important trafic de banlieue (Lambrate, Centrale, Porta Garibaldi, Cadorna et Porta Genova).

La construction de ce nouveau tronçon de ligne a donné lieu à l'expérimen-

tation de deux innovations techniques : d'une part, en certains endroits critiques, une pose de voie avec traverses en polyuréthane et « matelas » en laine de verre pour supprimer les vibrations, et, d'autre part, un système de suspension des caténaires en téflon et résine de verre. ■

(La Vie du Rail, 23 février 1984 ; Rail International, mars 1984)

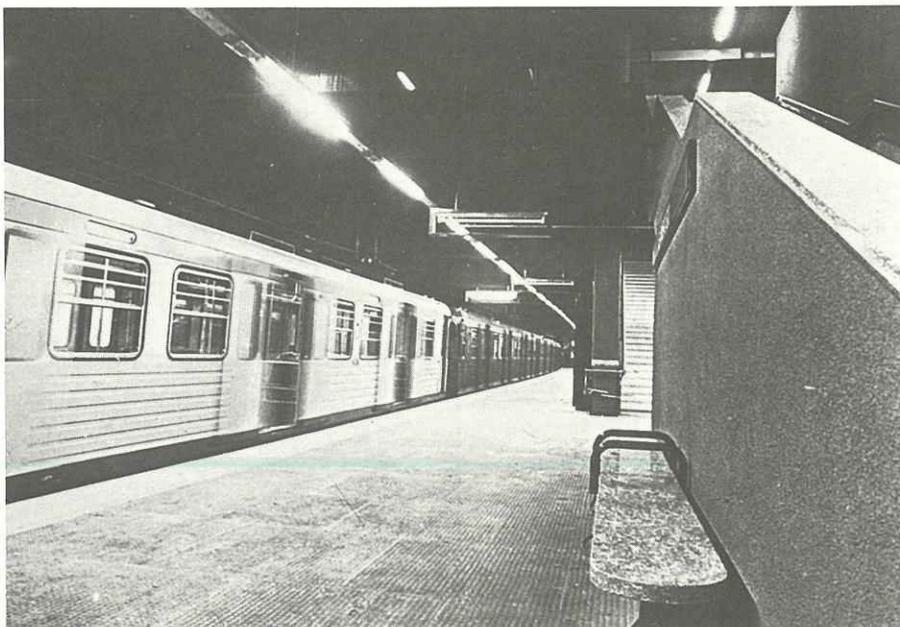


Photo Metropolitana Milanese

Nouvelle station « San Ambrogio ».



UTRECHT

Mise en service du SNELTRAM Utrecht-Nieuwegein

Le « SNELTRAM », tramway rapide reliant la gare d'Utrecht (300 000 habitants) à la ville nouvelle de Nieuwegein (50 000 habitants), a été mis en service le 18 décembre 1983. Les infrastructures et le matériel sont la propriété des Chemins de fer néerlandais (NS), tandis que l'exploitation est confiée à la Compagnie régionale d'autobus West-nederland (le tramway remplace quatre de ses lignes).

Il s'agit d'une ligne à deux branches de 14 km de longueur, entièrement en site propre de surface, mais qui comprend quarante-deux croisements à niveau avec la circulation routière. Elle comporte dix-neuf stations, équipées de quais hauts de 65 m de longueur, dont neuf sont situées sur le territoire d'Utrecht. La ligne est à voie normale et alimentée par caténaire en courant 750 V.

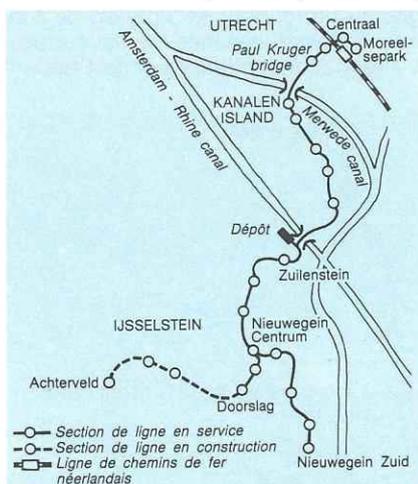
L'intervalle entre les rames varie entre cinq minutes aux heures de pointe et quinze minutes après 20 heures, le parcours entre Utrecht et Nieuwegein étant effectué en vingt-huit minutes (vitesse maximale en ligne : 80 km/h). Des boucles d'induc-

tion placées dans la voie, au voisinage des croisements routiers, permettent aux trams de commander, à leur approche, les feux de signalisation, leur donnant ainsi la priorité sur la circulation automobile.

Le parc de matériel roulant se compose de vingt-sept motrices articulées, longues de 29,80 m, pouvant être accouplées. Chaque motrice offre 80 places assises, plus 18 strapontins et 160 places debout; elles ont été construites en Suisse.

Deux mois après la mise en service du SNELTRAM, le trafic s'élevait à plus de 20 000 voyageurs par jour, soit 40 % de plus que le trafic précédemment assuré par des autobus. L'embranchement qui relie Nieuwegein Centrum à Doorslag est actuellement en cours de prolongement, sur une longueur de 3,5 km, jusqu'à IJsselstein, autre ville nouvelle, et devrait être ouvert à l'exploitation en 1985. ■

(La Vie du Rail, 19 janvier et 1^{er} mars 1984; Transport Public, février 1984)



La ligne de SNELTRAM Utrecht-Nieuwegein.



Station « 5. Mei Plein » de la ligne de SNELTRAM.

GENÈVE

Régulation centralisée des transports en commun

Afin de remédier aux problèmes posés aux voyageurs par les irrégularités d'horaires et les attentes prolongées de bus ou de trams, la Direction des Transports Publics Genevois (TPG) a décidé l'installation d'un système de régulation centralisée (RCT). La RCT a été introduite sur la première ligne des TPG le 29 novembre 1983.

Ce système, de conception et de fabrication suisses, permet d'afficher en permanence au poste central la position et les mouvements de tous les véhicules des transports publics en exploitation sur le réseau, grâce à une liaison radio automatique entre des micro-ordinateurs placés dans chaque véhicule et un ordinateur de grande capacité situé au poste central. Par ce canal automatique, s'effectuent des échanges d'informations entre les conducteurs et l'opérateur central, les conducteurs disposant en outre d'un écran sur le tableau de bord du véhicule qui, de manière permanente, affiche l'écart par rapport à l'horaire (avance ou retard) ainsi que des ordres conventionnels de manœuvres émis par le poste central. Un haut-parleur leur permet de communiquer avec les passagers pour indiquer la prochaine station ou les informer lors d'imprévus. En cas de besoin, il est également fait appel à la communication radiophonique.

Le système de régulation centralisée, qui devrait améliorer sensiblement la fluidité du trafic des TPG aux heures de pointe, devrait être étendu; en effet, les Transports publics genevois prévoient d'équiper d'ici deux ans les 21 lignes de leur réseau, ce qui représente un total de 300 véhicules. ■

(Transport Public, février 1984)

Document International Railway Journal

Photo Der Stadverkehr



MOSCOU

Une neuvième ligne de métro en service

Le métro de Moscou, qui transporte journalièrement plus de sept millions de voyageurs et assure ainsi 42 % du trafic des transports urbains, comporte, depuis le 7 novembre 1983, une neuvième ligne – la ligne Serpoukhovskaïa – qui dessert des quartiers en pleine expansion situés dans le sud de la capitale soviétique, de la station « Serpoukhovskaïa », en correspondance avec la station « Dobrininskaïa » de la ligne circulaire, à la station « Youjnaïa », au sud.

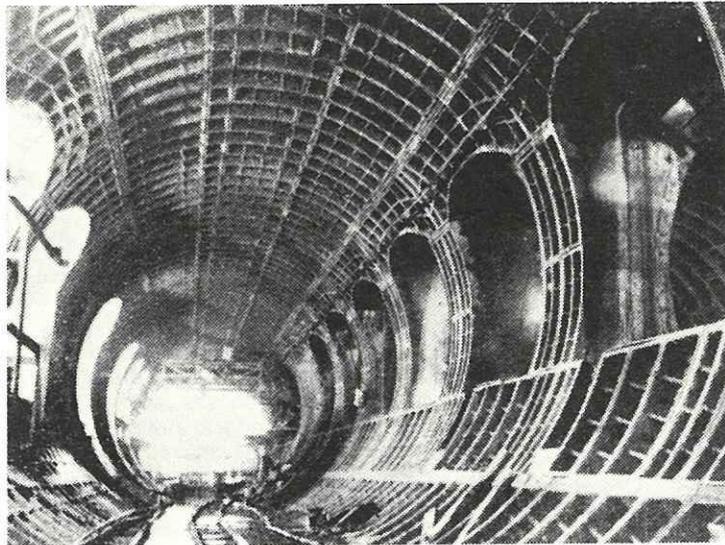


Photo Gorodskoïé Khoziaïstvo Moskv

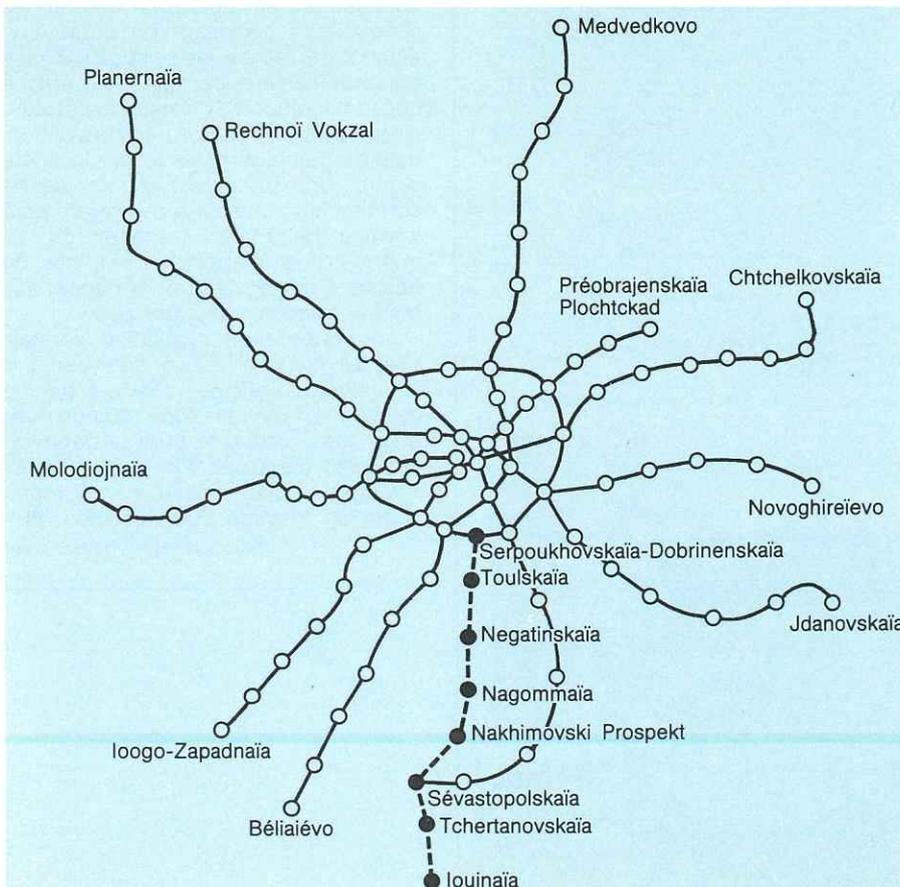
La station « Serpoukhovskaïa » en construction.

La longueur totale de la nouvelle ligne, entièrement souterraine, atteint 13,9 km, dont 2,1 km de tunnels à grande profondeur et 11,8 km de tunnels à faible distance de la surface. L'interstation moyenne est de 1 860 m,

la plus courte étant de 1 250 m et la plus longue de 3 100 m. Les rames, composées de huit voitures et qui relient les deux terminus en seize minutes, circulent à la cadence de quarante par heure dans chaque sens, cette cadence devant être portée à quarante-huit ultérieurement. Selon les estimations, le volume de trafic annuel de la ligne devrait s'élever à près de 150 millions de voyageurs. Avec l'ouverture à l'exploitation de la ligne Serpoukhovskaïa, la longueur totale du métro moscovite s'élève à 198 km, avec 123 stations.

Deux prolongements de la ligne Serpoukhovskaïa sont en cours de construction, d'une part, vers le sud, et, d'autre part, vers le centre-ville, où elle sera raccordée à la future ligne Timiriazevskaïa – dont la construction doit commencer prochainement – pour former la ligne transversale nord-sud Serpoukhovsko-Timiriazevskaïa. ■

(Der Stadtverkehr, février 1984; Gorodskoïé Khoziaïstvo Moskv, octobre 1983)



Le réseau de métro de Moscou, après la mise en service de la ligne Serpoukhovskaïa (en pointillés).

SINGAPOUR

Début de la construction du métro

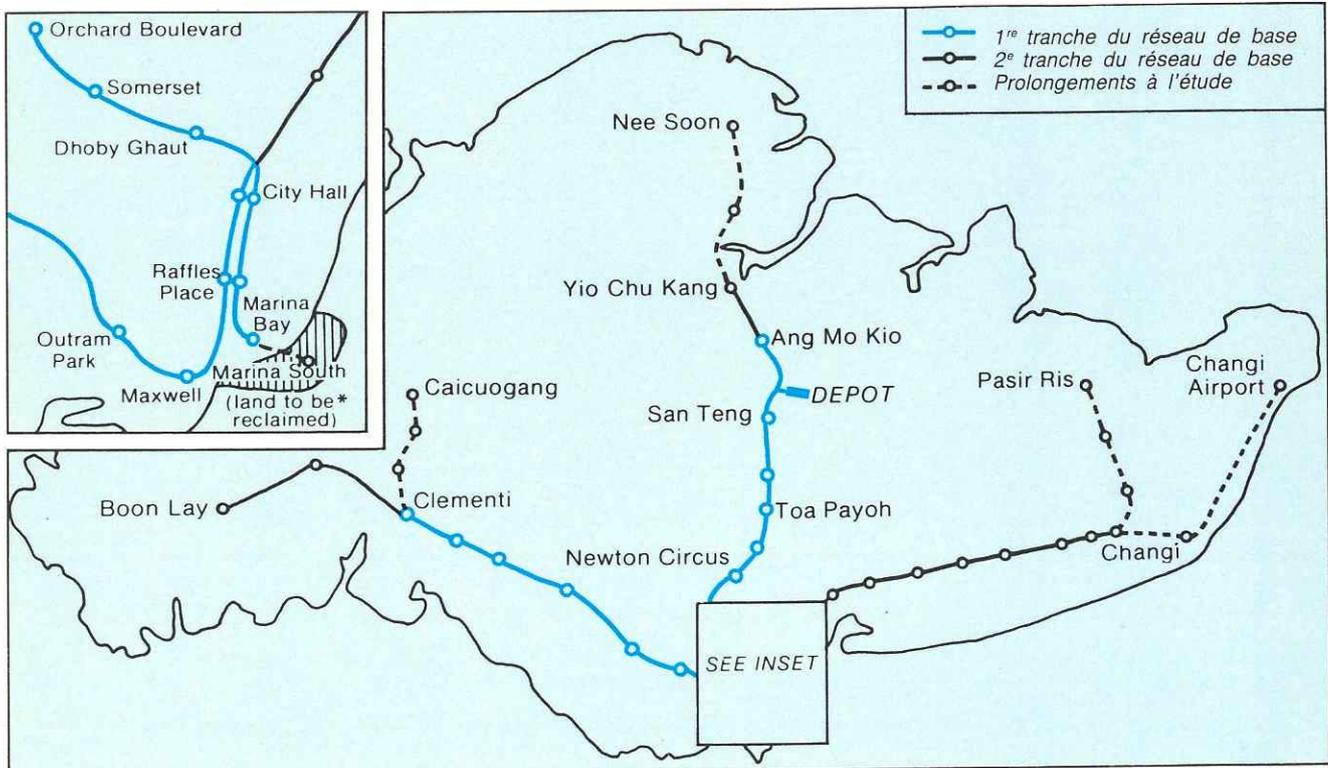
La cérémonie officielle d'inauguration des travaux de construction de la ligne nord-sud du métro de Singapour a eu lieu le 22 octobre 1983. C'est en 1982 que le gouvernement de l'État de Singapour – une île de 581 km², fortement urbanisée et peuplée de 2,5 millions d'habitants – avait donné le feu vert à la création du métro dont l'étude préliminaire avait commencé en 1979, après dix ans d'investigations sur

la meilleure solution à adopter pour la desserte de l'île. Le réseau de base prévu comprend deux lignes – nord-sud et est-ouest – d'une longueur totale de 47 km avec des extensions envisagées pour une phase ultérieure. La première tranche de ce réseau comprend 28 km de lignes, dont 16 km en souterrain et 12 km en viaduc et au niveau du sol, avec vingt stations, dont deux de correspondance. La mise en service de cette première tranche devrait s'échelonner entre la fin de 1987 et les premiers mois de 1988.

L'alimentation en courant de traction 750 V se fera par troisième rail. Les

stations auront des quais d'une longueur de 132 m, permettant le stationnement de trains de six voitures, et ces quais, dans les stations souterraines, seront équipés de portes palières s'ouvrant en coïncidence avec celles des voitures, de façon à assurer une climatisation économique des stations. L'automatisation de l'exploitation permettra d'obtenir un intervalle minimal de deux minutes pour la circulation des trains. Dans la phase initiale, le parc de matériel roulant sera constitué de 136 voitures. ■

(International Railway Journal, décembre 1983)



Le futur réseau de métro de Singapour.
(* Zone qui sera asséchée).

*Revue éditée par
la Direction des Systèmes d'Information
et de l'Organisation*

Imprimerie Laboureur et Cie, Paris - Dépôt légal n° 6214 - 2^e trimestre 1984
ISSN 0760-2456

