



**RATP**  
ÉTUDES / PROJETS

**91**

juillet - août - septembre



Revue trimestrielle éditée  
par la Régie Autonome  
des Transports Parisiens

**RATP**

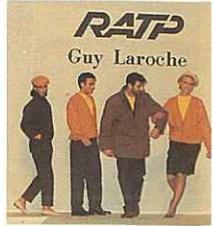
53 ter, quai des Grands-Augustins  
75271 PARIS CEDEX 06

Abonnement pour l'année 1991  
FRANCE et ÉTRANGER : 150 FRF

# Contents

## NEW CLOTHES FOR THE STAFF IN TOUCH WITH THE PUBLIC

The navy-blue and grey uniform worn by the operating staff since 1974 is a thing of the past. The new yellow and green clothes launched for a few months as an experiment have been designed so as to reflect the RATP's targets and the staff's desires. They will gradually be worn by all the employees in touch with the public. Involving the staff in the conception of the clothes and selecting a well-known fashion designer have been priority targets when designing a smart, functional and comfortable garment aimed mainly at promoting the employee and enhancing his credit in the eyes of the public.



5

## THE RATP'S EXPERIENCE AND PROSPECTS AS REGARDS THE VALIDATION OF VITAL SOFTWARE

The implementing of SACEM, Operation, Maintenance and Driving Aid System (i.e. speed control and cab signal) initiated on Line A of the RER as early as 1988, has led the RATP with its industrial partners to define the methods and procedures that are to be applied in order to guarantee the safety level of vital software.

This reflection has been given formal approval in the French standards NF F 71-011, 012 and 013.

The RATP has gained from SACEM a large expertise for software validation.

Today, by means of several R & D operations (formal specifications, test covering rate measurement, etc.), the General Technical Engineering group (Ingénierie Générale Technique or IGT), improves its know-how in view of achieving the METEOR system.

11



## EXTENDING THE CENTRALIZED CONTROL ROOM IN VINCENNES

The RATP has acquired an expertise acknowledged round the world for building up and fitting out Centralized Control Rooms (CCRs).

With a view to opening the Chessy station east of Torcy on the eastern branch of RER Line A for the service of the future Euro-Disneyland Park, the CCR in Vincennes has been extended.

An RATP team involved people from various trades in a joint effort to make the new CCR reflect all the technological improvements that were successfully tested in all fields.

The new equipment will be in operation as early as March, 1992 and will be the quality standard for RATP's know-how.

19



## MINITEL : THE INFORMATION ERA

Today in France, more than one person out of four is in possession of a Minitel ; most possessors are young (less than 35 years old) and active in the working world. The RATP has to use this undeniable means of communication to inform the "minitelized" public.

The RATP host system has several functions in order to respond to the requirements of its clients. It is dynamic, animated, and everyone can be connected to it throughout France and also from some foreign countries 24 hours a day. Moreover, it is educational, operational, and a news reporter. Educational in the sense that it teaches you how to use public transport, its timetables, and lets you know its regulations ; operational because it can give you information concerning itineraries ; news reporter because it relates factual news concerning the systems as well as the actions taken by the RATP (animation, partnership) and informs you in case of traffic disruption or disturbances.

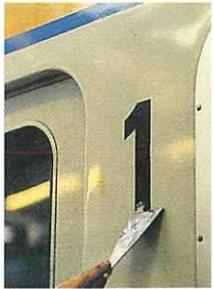
Each day the 3615 RATP is consulted over 2,500 times on Minitel. It is recognized by its users as a high-performance service, therefore useful and greatly appreciated.

24



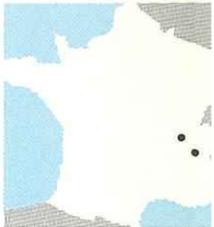
## CORPORATE NEWS

- 31 ..... ● Suppression of the first class in the Metro system.
- 31 ..... ● Creation of a new company : "SYSTRA".
- 32 ..... ● Rebuilding of the railway bridge (RER Line B) crossing the RN 186 at "La Croix de Berny".
- 33 ..... ● Additional exit escalator and rearrangement of the Bus terminal at the "Antony" RER station.
- 34 ..... ● New means of access on lines 5 and 13 of the Metro.
- 34 ..... ● Running the Bus System.
- 35 ..... ● Traffic and Service in 1991.
- 36 ..... ● Overview of work under way.



## NEWS FROM FRANCE

- 38 ..... ● Grenoble: A successful achievement for Line B of the Tramway.
- 39 ..... ● Lyon: Commissioning the fourth line of the Underground (Line D).



## WORLD NEWS

- 40 ..... ● Rome: Commissioning the Underground Extension on Line B.
- 41 ..... ● Lausanne: Commissioning the "TSOL" (Metro Ouest).
- 42 ..... ● Lima: Building the Underground.



# Sommaire

## UNE NOUVELLE TENUE POUR LES AGENTS EN CONTACT AVEC LE PUBLIC

L'uniforme marine et gris des agents d'exploitation, né en 1974, a vécu.

La nouvelle tenue vert bronze, testée depuis quelques mois, se veut la synthèse des objectifs de l'entreprise et des aspirations des agents. Elle va progressivement habiller l'ensemble du personnel en contact avec le public.

La démarche participative retenue et le choix d'un grand couturier ont été des atouts importants dans l'élaboration d'une tenue confortable, fonctionnelle et élégante, conçue avant tout pour valoriser l'agent et son métier auprès du public.

5

## ACQUIS ET PERSPECTIVES À LA RATP EN MATIÈRE DE VALIDATION DES LOGICIELS DE SÉCURITÉ

La mise en œuvre du SACEM, Système d'Aide à la Conduite, à l'Exploitation et à la Maintenance (contrôle de vitesse et signalisation en cabine) en service sur la ligne A du RER depuis 1988, a conduit la RATP à définir avec ses partenaires industriels les procédures et méthodes à appliquer pour garantir le niveau de sécurité de logiciels remplissant des fonctions de sécurité.

Cette réflexion a été formalisée dans les normes françaises NF 71-011, 012 et 013.

La RATP a retiré de cette opération une forte expérience en matière de validation des logiciels.

Aujourd'hui, par le biais de plusieurs actions de recherche (spécifications formelles, mesure du taux de couverture de tests, etc.), le groupe d'Ingénierie Générale Technique (IGT) améliore son savoir-faire en vue de la réalisation du système MÉTEOR.

11

## EXTENSION DU PCC DE VINCENNES

La RATP a acquis, en matière de construction et d'équipement de Postes de Commande Centralisée, une expérience qui lui est reconnue mondialement.

À l'occasion du prolongement de la ligne A du RER de Torcy à Chessy pour desservir le futur Parc Euro-Disneyland, une extension du PCC de Vincennes a été réalisée.

Une équipe pluridisciplinaire RATP a conjugué ses efforts pour que le nouveau PCC soit une résultante des progrès dûment éprouvés dans tous les domaines.

Ce nouvel équipement sera exploité dès mars 1992 et constituera une référence du savoir-faire de la RATP.

19

## MINITEL : L'ÈRE DE L'INFORMATION

Aujourd'hui, plus d'un Français sur quatre possède un minitel. Le plus souvent, il s'agit d'une population jeune (moins de 35 ans) et active. La RATP se doit donc d'utiliser ce véritable média pour l'information du public miniteliste.

Le serveur RATP, pour répondre aux exigences de sa clientèle, est dynamique, animé, accessible 24 heures sur 24 de toute la France et de certains pays étrangers ; il est en outre pédagogique (apprentissage des transports en commun, des horaires, de la réglementation), opérationnel (demande d'itinéraires) et événementiel : il suit l'actualité des réseaux, relate les opérations menées par la RATP (animations, partenariat), informe en cas de perturbations importantes.

Consulté plus de 2 500 fois par jour, le service 3615 RATP s'avère performant, utile et apprécié.

24

## NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

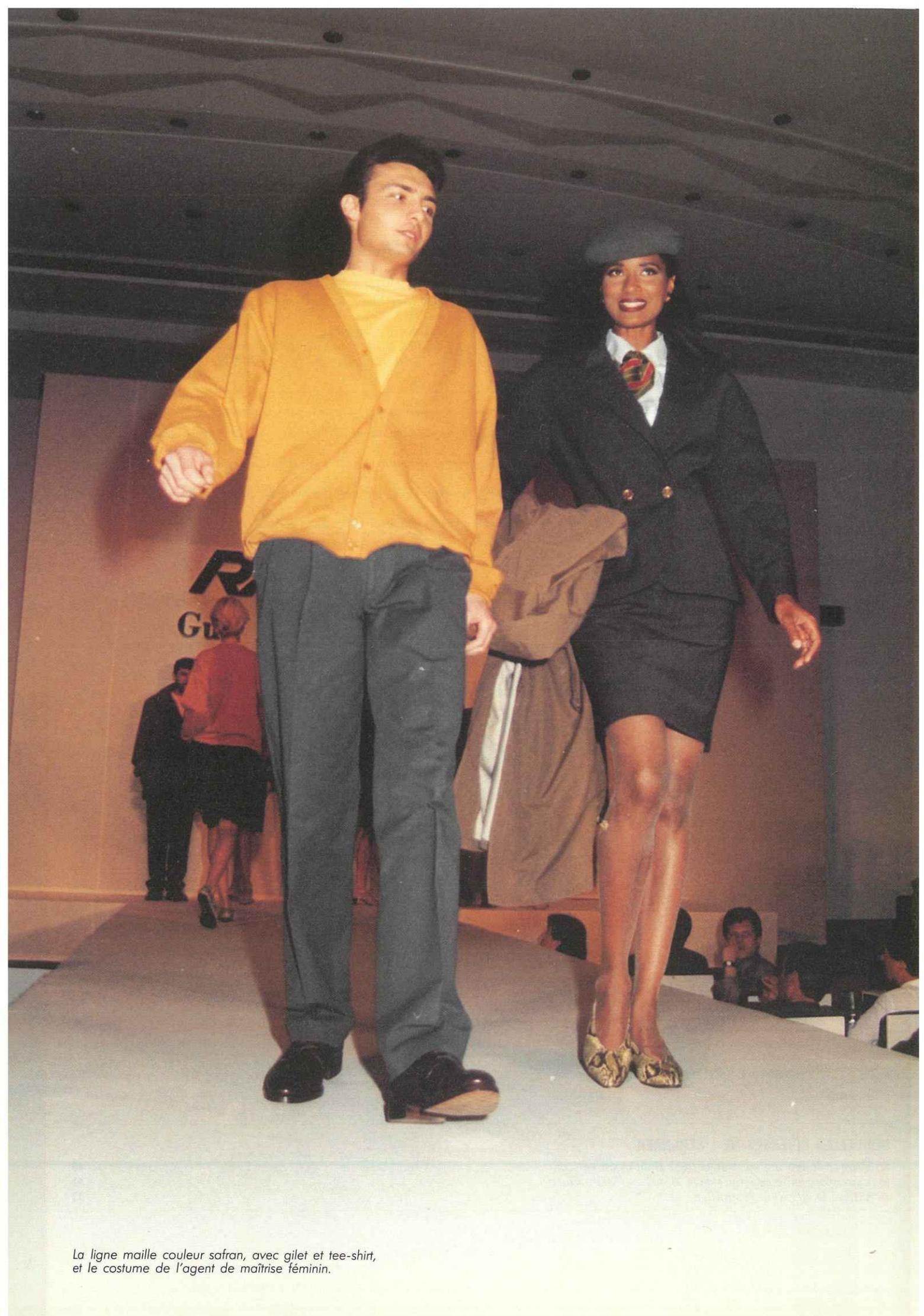
- Classe unique sur le réseau du métro . . . . . 31
- Naissance de la société « SYSTRA » . . . . . 31
- Reconstruction du franchissement de la RN 186 par le RER à La Croix de Berny . . . . . 32
- Création d'une sortie supplémentaire et remaniement du terminal bus à la gare RER d'Antony . . . . . 33
- Nouveaux accès sur le métro lignes 5 et 13 . . . . . 34
- Exploitation du réseau bus . . . . . 34
- Trafic et service de l'année 1991 . . . . . 35
- Vues des travaux en cours . . . . . 36

## NOUVELLES DIVERSES DE FRANCE

- Grenoble : succès de la ligne B du tramway . . . . . 38
- Lyon : ouverture à l'exploitation de la quatrième ligne de métro (ligne D). . . . . 39

## NOUVELLES DIVERSES DE L'ÉTRANGER

- Rome : le prolongement de la ligne B du métro en service . . . . . 40
- Lausanne : mise en service du « TSOL » (Métro Ouest) . . . . . 41
- Lima : le métro en construction . . . . . 42



*La ligne maille couleur safran, avec gilet et tee-shirt,  
et le costume de l'agent de maîtrise féminin.*

# UNE NOUVELLE TENUE POUR LES AGENTS EN CONTACT AVEC LE PUBLIC

par Marie-Claire Battini,  
Département Commercial.

**L'**UNIFORME porté depuis 1976 par les 21 000 agents d'exploitation de la RATP a été conçu en 1974.

Ces vêtements, qui n'ont pratiquement pas évolué depuis, sont de moins en moins appréciés par les agents car ils les jugent peu valorisants et mal adaptés à leurs besoins professionnels. De plus, ils ne sont pas conformes à l'image que souhaite se donner la RATP : celle de la modernité et d'un service public efficace.

Aujourd'hui, le rôle du personnel est de plus en plus tourné vers l'amélioration du service rendu à sa clientèle. Le personnel en contact avec le public est en première ligne ; il joue un rôle majeur dans la qualité des prestations offertes par la RATP.

Aussi, pour la RATP qui veut mieux exprimer son statut d'entreprise de service par une structure plus décentralisée et plus proche de sa clientèle, il était donc naturel d'accompagner ces changements pour le personnel et pour les voyageurs d'une nouvelle image de la tenue.

## Le contexte stratégique

La création d'une nouvelle tenue pour le personnel en contact avec le public est une action importante et symbolique qui doit montrer et accompagner les évolutions marquantes dues à la stratégie d'entreprise de la RATP.

Forte des acquis qui lui sont reconnus – le sérieux et la compé-



Une des tenues de l'agent de station féminin dans la phase d'étude de style.

tence technique – la RATP s'est fixé comme objectif de devenir un service public au service du public, c'est-à-dire de s'ouvrir à une approche commerciale des problèmes de transports urbains.

Elle va donc, en associant les agents à la détermination des moyens pour améliorer la qualité du service, promouvoir des valeurs et des modes de fonctionnement qui feront une plus large part à l'initiative, à la responsabilité et à la performance individuelle.

Au-delà de sa dimension de vecteur de l'image de l'entreprise, la tenue a donc le rôle essentiel d'exprimer la diversité des agents et des métiers en permettant une meilleure valorisation de ceux-ci.

Par exemple, le « Nouveau service en station » mis en place sur le réseau du métro, sans renier la compétence technique sur laquelle est fondée l'image traditionnelle du métro, vise à adapter l'organisation du service dans les stations aux évolutions de l'environnement et aux attentes diversifiées de la clientèle.

Cette opération se traduit par une amélioration du service rendu (vente, information, etc.) grâce à une organisation plus décentralisée, une meilleure formation privilégiant l'aptitude relationnelle du personnel et encourageant l'esprit d'initiative.

De même, la démarche « Autrement bus » permet d'expérimenter des actions techniques mais également de faire un effort accru de commercialisation et d'impliquer plus fortement le personnel dans l'action commerciale.

# RATP

## Guy Laroche



Présentation de la collection au défilé du 11 juin 1991, au Palais des Congrès.

La nouvelle tenue, mieux adaptée à ces nouvelles fonctions et à ce nouvel état d'esprit, doit souligner la plus forte implication du personnel dans la démarche commerciale. Car derrière le vêtement, il y a l'attitude, le comportement, la relation entre la RATP et ses agents, entre les agents et les clients, et réciproquement.

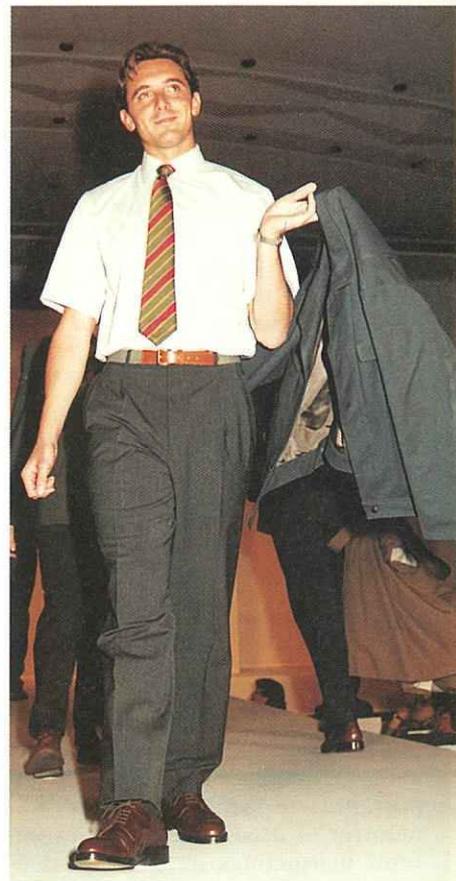
### Les fonctions de la tenue

Il y a longtemps que le rôle du vêtement a largement évolué pour dépasser de très loin la simple protection du corps. Toute réflexion autour du vêtement doit prendre en compte un ensemble de fonctions qui ont trait à l'image que confère un vêtement et à ce qu'il communique. Ceci est encore plus vrai lorsqu'il s'agit d'une tenue qui marque l'appartenance à une entreprise et défend une image.

### *La tenue à la RATP : une tradition pour certains métiers*

Un certain nombre de métiers – en particulier tous les métiers d'exploitation – sont traditionnellement assurés en uniforme. La nouvelle tenue concerne ainsi plus de 21 000 personnes :

- 9 600 machinistes chargés de la conduite des autobus et de la vente à bord ;
- 5 600 agents des stations du métro et des gares du RER qui assurent des fonctions de vente des titres de transport, de surveillance des installations, de contrôle, de dissuasion, d'accueil, d'information, d'assistance, d'animation ;
- 3 300 conducteurs de métro et de RER chargés de la conduite des trains et des interventions en cas d'incident ;
- 1 200 agents de maîtrise du réseau d'autobus qui encadrent les machinistes-receveurs et les assistants en intervenant en cas d'inci-



Le blouson en bache des conducteurs du métro et du RER, ainsi que des agents de manœuvre.

dents ou de perturbations, et assurent le contrôle en voiture ;

— 1 300 agents de maîtrise du métro et du RER qui assurent l'encadrement des personnels de conduite et des stations et peuvent être amenés à les assister dans leurs fonctions auprès de la clientèle ou en cas d'incidents sur le matériel roulant ou les installations ;

— 160 buralistes chargés de la vente des titres de transport dans certains terminaux bus ;

— 60 agents chargés de la surveillance des itinéraires qui interviennent sur la voie publique pour permettre la bonne circulation des autobus et dressent des procès-verbaux aux véhicules en infraction dans les couloirs réservés ;

— enfin, 300 agents qui assurent en tenue des fonctions comme l'accueil au siège social et dans les immeubles de la RATP, le standard, le service intérieur (courrier, personnel d'étage), la conduite des camions et des véhicules de fonction.

## La fonction communication

### L'image de l'entreprise

Si l'image de la RATP se décline sur de multiples supports (stations, arrêts d'autobus, véhicules, dépliants, communication publicitaire), les agents eux-mêmes doivent être porteurs de plusieurs composantes de cette image :

— *Tradition du service public et modernité*

Héritière des diverses sociétés de transport de Paris (omnibus du XIX<sup>e</sup> siècle, STCRP pour les bus et CMP pour le métro au début du XX<sup>e</sup> siècle), la RATP transporte les Parisiens depuis près d'un siècle. Elle a su évoluer pour être toujours à la pointe de la technique et, sans renier son passé, elle doit se préparer pour être au service de sa clientèle de demain.

— *Une seule entreprise pour des réseaux complémentaires*

La RATP gère plusieurs réseaux, métro, RER, bus et bientôt tramway, pour une offre de transport cohérente et unifiée.

— *Un acteur incontournable de Paris et la région Ile-de-France*

La RATP s'identifie largement à cette ville capitale qui constitue son territoire et participe largement à son image.

### L'identification de l'agent RATP

La fonction essentielle de la tenue est de permettre une identification de l'agent comme personnel de la RATP. Or, les lieux de travail sont extrêmement variés.

Certains sont parfaitement caractérisés comme étant spécifiques à la RATP, désignant automatiquement comme agent de l'entreprise la personne qui travaille en ces lieux. Dans de tels cadres, la tenue confirme et rassure sur l'appartenance à la RATP de celui ou celle qui vend des billets ou conduit un bus, par exemple.

Dans d'autres espaces RATP, les agents sont mêlés au public et

à la foule : intérieur des véhicules, quais du métro ou du RER, accès, couloirs... L'agent d'accueil, le contrôleur, l'agent de maîtrise, doivent être rapidement et facilement reconnus par le voyageur.

Enfin, dans certains cas, la fonction est exercée hors des espaces RATP, en pleine rue par exemple pour les agents chargés de la surveillance des couloirs d'autobus. L'identification doit alors être possible à moyenne distance.

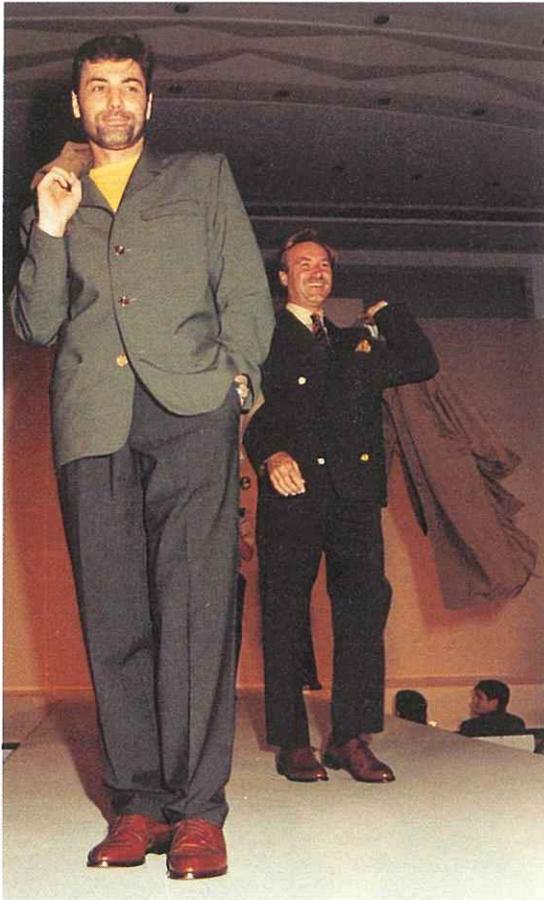
Toutefois, de nombreux agents effectuant leurs trajets domicile-travail en tenue, celle-ci doit permettre une discrétion en dehors du service. Cette contrainte influence, par exemple, le choix des coloris.

### L'identification des métiers

Une tenue doit non seulement porter la marque de l'entreprise, mais elle doit aussi distinguer le rôle attribué à l'agent qui la porte.

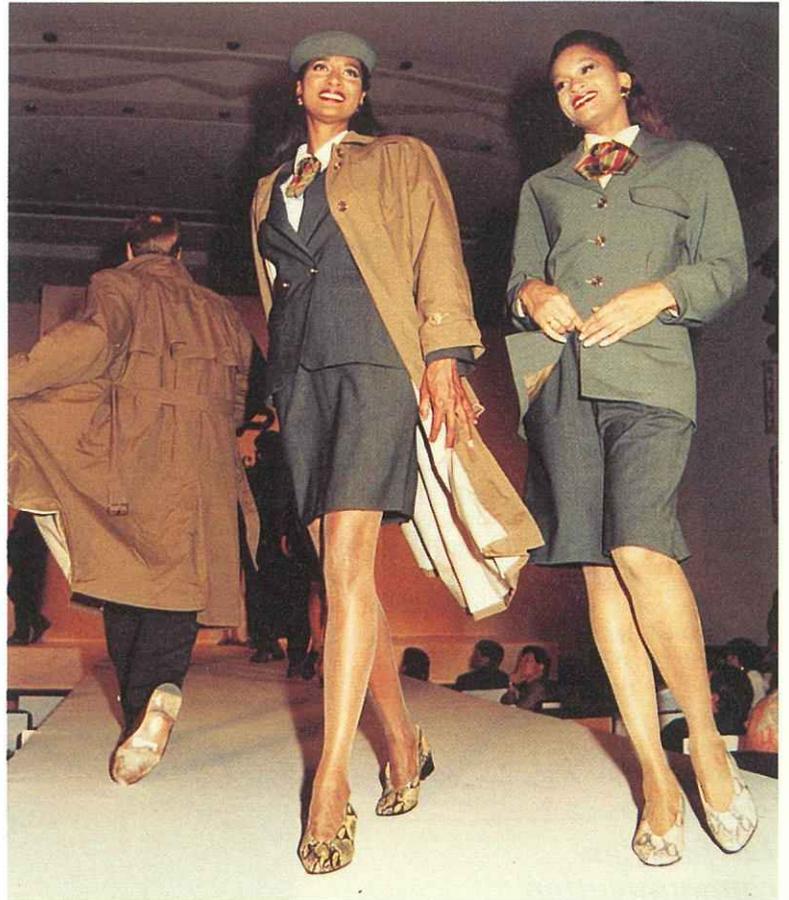


La parka savane en micro-fibre pour l'extérieur, accompagnée de la ligne maille au féminin.



RATP - Bruno Marguerite

La veste sport bronze clair du conducteur d'autobus sur pantalon bronze foncé.  
A l'arrière-plan, l'agent de maîtrise masculin en costume croisé bronze foncé.



RATP - Bruno Marguerite

Tailleur bronze foncé et imperméable en micro-fibre pour l'agent de maîtrise féminin.  
Veste longue bronze clair et jupe-culotte bronze foncé pour la conductrice d'autobus.

Ainsi, selon le type de fonction exercée, il convient de privilégier tel ou tel aspect :

— **L'opérationnalité**

La mission première de la RATP est de transporter des voyageurs : le rôle de l'agent est d'assurer ce transport, de le faciliter. Il doit donner confiance, c'est un professionnel.

— **L'autorité**

Sur l'ensemble de son territoire, la RATP représente une autorité. Elle est responsable du bon fonctionnement de ses modes de transport, elle doit faire respecter les règles et les lois en vigueur et assurer la sécurité matérielle et psychologique des voyageurs.

L'agent, qui est le représentant de cette institution, doit être respecté, sans apparaître comme répressif car il doit aussi rassurer.

— **L'accueil**

La RATP, entreprise de service, doit chercher à faciliter le temps de transport du voyageur, lui offrir de nouveaux services pour son confort, l'aider à maîtriser et à s'approprier son déplacement. L'agent, dans son rôle auprès de la clientèle, doit donc accueillir, aider, informer, assister.

De fait, selon le métier exercé, la tenue doit plus ou moins exprimer l'une ou l'autre de ces dimensions. Par exemple, l'opérationnalité sera prédominante pour le machiniste, l'autorité pour le contrôleur, l'accueil pour l'agent d'information.

**La valorisation du personnel**

Les agents de la RATP reconnaissent en général ces fonctions assignées à la tenue d'uniforme et

donc la nécessité du port de celle-ci. Pour eux, il s'agit d'un outil de travail qui affirme leur appartenance à l'entreprise et qui les rend reconnaissables.

Toutefois, le port de la tenue doit être ressenti par l'agent non pas comme une contrainte mais comme un acte positif qui lui permet de mieux s'affirmer dans son métier et d'exprimer ses compétences professionnelles.

La tenue doit donc être valorisante pour l'agent. Elle doit, à la fois, renforcer son autorité et faire rejaillir sur lui l'image de marque de l'entreprise. Le vêtement doit pouvoir communiquer le professionnalisme, l'efficacité, la modernité.

**L'expression de la personnalité**

Aujourd'hui, une tenue ne doit

pas apparaître comme trop « uniforme », c'est-à-dire trop semblable pour tous. Être tous les jours le même et semblable aux autres, quelles que soient son humeur ou sa personnalité, est une perspective difficilement supportable de nos jours. Un uniforme qui n'autorise aucune expression de la personnalité devient lassant et très

vite un certain laxisme tend à s'installer vis-à-vis du port réglementaire.

Une nouvelle tenue doit donc tenir compte de ce besoin d'individualisation et doit davantage être conçue comme une gamme de tenues modulables. Autour des pièces de base, éléments communs forts qui permettent une recon-

naissance immédiate, chacun doit pouvoir composer sa tenue à partir des petites pièces ou accessoires proposés dans la gamme. C'est par exemple le choix entre la jupe ou le pantalon, la chemise ou le tee-shirt...

Ces fonctions de communication ou d'image sont complémentaires des fonctions plus directement

## Un projet conduit de manière participative

L'ensemble du projet « Nouvelle tenue » a été mené selon une méthode participative avec l'objectif d'impliquer et de faire participer un maximum d'agents à la réflexion et à l'élaboration de leur nouvelle tenue.

Cette approche participative a permis de mobiliser les agents autour d'un projet porteur, valorisant pour leur propre image en même temps que pour l'image de l'entreprise.

### MÉTHODOLOGIE POUR LE RECUEIL DE L'INFORMATION

Cette démarche se déroule en deux temps :

— première phase : intégrer en amont du travail de création les attentes du personnel ;

— deuxième phase : recueillir les réactions et avis des agents lors de la période de test du port de la tenue.

La première phase s'est décomposée en trois étapes successives :

#### 1. Une étude qualitative qui a impliqué un nombre restreint d'agents (75) au sein de groupes d'étude de motivations créatives.

La méthode a consisté à animer un groupe de créativité huit à neuf personnes directement concernées par le sujet et à les faire s'exprimer selon une alternance de registres rationnels (opinions, comportements) et projectifs (motivations et freins).

L'analyse du contenu de ces réunions a permis de faire ressortir les perceptions partagées par les agents relativement à leur tenue, l'objectif étant de dépasser le strict point de vue du vécu du vêtement pour s'attacher surtout à comprendre tout ce qui constitue, à l'intérieur de la RATP, l'environnement du vêtement. Ces aspects (l'environnement RATP, son image, les systèmes de gestion de la tenue - dotation, règle-

ment -) ont une influence primordiale sur l'opinion des agents.

Cette analyse de l'existant a servi de base à l'élaboration du cahier des charges soumis au couturier et a permis de dégager des thèmes de discussion pour des groupes de concertation organisés pour la suite de la démarche.

#### 2. Une formation d'agents animateurs.

Cette journée de formation d'initiation aux techniques d'animation participative était destinée à des agents d'encadrement (cadre ou maîtrise) volontaires pour animer des groupes d'agents répartis selon leurs métiers.

#### 3. Des groupes d'animation participative.

Le but de ces réunions était d'étendre la concertation sur la tenue à un maximum d'agents de l'entreprise. La participation à cette phase a mobilisé 78 groupes, soit environ 675 agents.

Conduite par des animateurs RATP, la discussion s'est organisée autour des trois thèmes dégagés lors des réunions de créativité :

- la tenue et son image ;
- la dotation et son système de gestion ;
- le règlement ou charte d'habillement.

L'exploration de ces trois thèmes a permis de préciser, métier par métier, les attentes et besoins des agents.

Ainsi, concernant le thème de la tenue et de son image, il est confirmé que parmi les attentes essentielles, les agents veulent se sentir bien dans leur tenue et être respectés en tant que représentants de l'entreprise. Le deuxième thème a mis en évidence la nécessité d'une réforme du système de dotation jugé actuellement « archaïque et trop rigide ». Enfin, vis-à-vis du règlement, les agents attendent une plus grande souplesse dans la définition de ce que doit être la tenue réglementaire

et donc une évolution de la charte d'habillement.

À ce point d'avancement du projet, le couturier a matérialisé sa création. Les premières ébauches sont devenues croquis, puis les premiers prototypes ont permis de se faire une idée plus précise. Ceux-ci, portés par des agents, ont été présentés à la Direction générale et aux responsables des Départements concernés. Des propositions ont été écartées, des choix ont été faits qui ont conduit aux prototypes définitifs et à la fabrication des premières tenues.

Parallèlement, les groupes de travail se sont mis en place pour concevoir de nouvelles règles de dotation et élaborer un nouveau système de gestion décentralisée de l'habillement.

La deuxième phase va se dérouler pendant la durée de l'expérimentation du port de la nouvelle tenue, plusieurs semaines voire plusieurs mois étant nécessaires pour pouvoir juger de ses qualités ou de ses défauts.

Des panoplies d'essai ont été distribuées sur des secteurs tests représentant l'ensemble des métiers (machinistes, conducteurs, agents de manœuvre, agents de station et de gare, agents de maîtrise) afin que toutes les pièces vestimentaires proposées par le couturier soient examinées dans la réalité du travail.

Les agents seront interrogés, dans le cadre de réunions de groupes et par le biais de questionnaires, sur les différents aspects de leur nouvelle tenue (qualités fonctionnelles, performances des tissus, entretien, adéquation des pièces vestimentaires aux différents métiers, etc.). Toutes les remarques et suggestions ainsi recueillies seront examinées avec le couturier qui fera les mises au point définitives. Enfin, les cahiers des charges de fabrication de chacune des pièces des panoplies seront élaborés.

liées aux vêtements eux-mêmes que sont la fonction « vêtue » (protection du corps et confort) et la fonction « parure » (élégance et seynance). Elles constituent ensemble le cahier des charges appliqué à la recherche de la nouvelle tenue.

En effet, limiter aux seuls aspects fonctionnels du vêtement le sujet tenue était le traiter de façon incomplète car aucun agent ne peut porter volontiers un vêtement, même très bien conçu, qui le marque d'une image dont il n'est pas fier, que son environnement (voyageurs, entourage) ne respecte pas, qui le confronte régulièrement aux agressions physiques ou même simplement verbales et qui ne lui permet pas d'exprimer un tant soit peu sa personnalité.

### ***La fonction « vêtue » : confort physique et usages***

La tenue doit répondre à un certain nombre de conditions techniques permettant le confort physique et doit s'adapter à toutes les fonctions et conditions de travail des agents qui la portent.

Sur ces caractéristiques les plus fonctionnelles du vêtement, les attentes des agents sont très importantes, tant l'uniforme actuel est critiqué. Les qualités les plus attendues concernent la qualité et le confort des tissus utilisés (pas de tissus raides ou qui se froissent, de matériaux lourds ou rêches...), l'ampleur des vêtements (pas de coupes étriquées pour permettre des mouvements aisés), le souci des détails qui facilitent le travail (poches, passants de ceinture...), etc.

En outre, une tenue d'uniforme doit satisfaire un certain nombre de contraintes qui influent sur les choix de tissus, de coloris, de coupe :

- les variations de températures importantes ;
- un environnement de travail parfois salissant ;

- des conditions d'entretien faciles ;
- les normes de sécurité en vigueur ;
- la durabilité ;
- l'amplitude du temps de travail ;
- l'adaptation à des morphologies très variées.

### ***La fonction « parure » : la tenue doit plaire***

Après avoir rempli sa fonction de seconde peau par laquelle il donne confort, chaleur et protection, le vêtement doit séduire. Support de l'image de l'individu, il doit aider à proposer aux autres une image de soi valorisante.

Sur ce thème, les agents sont formels, l'ancien uniforme les enferme dans une image d'eux-mêmes qui ne leur plaît pas. Ils le jugent peu seyant, vieillot, trop banal, triste et peu esthétique. Ce sentiment est accru chez le personnel féminin qui lui reproche son manque d'élégance. Ces reproches tiennent d'une part à la conception du vêtement (couleurs tristes, mauvaises coupes, qualités médiocres des tissus), d'autre part à l'uniformité et au manque de choix.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que la population concernée par le port de la tenue est extrêmement variée : hommes et femmes, jeunes et moins jeunes, minces ou corpulents... L'esthétique d'une création doit tenir compte de ces disparités pour s'adapter aux goûts de chacun.

Créer une nouvelle tenue qui soit seynante pour tous, appréciée et acceptée par tous, est donc un exercice difficile et il est sans doute illusoire de viser l'unanimité. Mais elle doit plaire au plus grand nombre et surtout ne pas entraîner une réaction de rejet. Enfin, penser une nouvelle tenue aujourd'hui, c'est élaborer un produit d'une manière évolutive : la mode change, les coupes évoluent, une tenue doit traverser le temps et elle le fera sans trop de dommages si, même sans suivre les

dernières tendances de la mode, son design est actualisé.

## **Le partenaire créatif**

Pour la première fois, la RATP a choisi d'avoir une approche créative pour la mise au point de la nouvelle tenue des agents et donc de faire réaliser une ligne de vêtements adaptés aux spécificités de l'entreprise.

Toutefois, son souci était aussi de faire appel à un créateur sensible à la démarche participative engagée avec le personnel et qui accepte de faire évoluer ses créations jusqu'à la phase finale du processus d'élaboration de la tenue, en devenant ainsi un véritable partenaire de la RATP tout au long du projet.

À l'issue d'une consultation, un consensus s'est dégagé en faveur du projet de la société « Les Griffés Guy Laroche », considéré comme associant le mieux les orientations stratégiques de la RATP et les attentes des agents.

Ainsi, la ligne proposée par le couturier se décline en plusieurs modèles selon les métiers tout en conservant une cohérence forte.

Le choix de la couleur vert-bronze, originale pour une tenue d'uniforme, correspond à une des tendances actuelles du prêt-à-porter.

Pour les petites pièces, selon ses goûts ou son humeur du moment, l'agent peut opter pour la classique chemise-cravate ou préférer la ligne décontractée et gaie des tee-shirts et sweat-shirts safran.

Le choix des matières a fait l'objet d'une attention particulière, la laine et le coton étant majoritaires dans les compositions des tissus pour le confort qu'ils apportent. ■

En couverture :

- veste bronze clair sur jupe-culotte bronze foncé, avec chemisier safran cravaté pour la conductrice d'autobus ;
- veste bronze clair sur pantalon bronze foncé pour l'agent de station masculin. (RATP - Bruno Marguerite)

## ACQUIS ET PERSPECTIVES À LA RATP EN MATIÈRE DE VALIDATION DES LOGICIELS DE SÉCURITÉ

par **Bruno Chapira, Jean-Paul Georges et Bruno Rochais,**  
*Groupe de soutien stratégique Ingénierie Générale Technique.*

### Acquis du projet SACEM

*La validation des logiciels de sécurité est une activité nouvelle à la RATP, née du projet SACEM*

À la fin des années 80, la mise en service sur la ligne A du RER du SACEM (Système d'Aide à la Conduite, à l'Exploitation et à la Maintenance) [1] devait pour la première fois conduire la RATP à s'engager devant ses autorités de tutelle (DTT, DREIF) sur le niveau de sécurité de logiciels remplissant des fonctions de sécurité.

L'ex-service des études de la Direction des Équipements Électriques (service TT) dut alors :

— définir, avec les industriels maîtres d'œuvre du SACEM, les procédures et méthodes à mettre en place pour s'assurer du niveau de sécurité des logiciels de ce système ;

— mener à bien une importante tâche de validation des logiciels, totalement indépendante de celle des industriels, et pour cela développer ou faire développer des outils adaptés ;

— contrôler, au cours du développement du SACEM, le respect des procédures et méthodes, tant chez l'industriel qu'à la RATP.



SACEM : des logiciels remplissent des fonctions de sécurité.

Suite à la réorganisation de l'entreprise, les activités liées à la validation des logiciels de sécurité ont été affectées à l'IGT (Ingénierie Générale Technique). Alors que le projet MÉTEOR démarre, il est intéressant de dresser un bilan des acquis de ces activités de validation.

*Le savoir-faire acquis lors de la mise en œuvre du SACEM est ouvert à tous*

Les différents acteurs ayant participé au projet SACEM se sont

retrouvés dans le cadre du Bureau de Normalisation des Chemins de Fer. Ils ont formalisé dans les normes françaises NF F 71-011, NF F 71-012 et NF F 71-013 [2], les règles relatives aux activités de sûreté de fonctionnement des logiciels ferroviaires.

La RATP a précisé son point de vue de donneur d'ordre dans des directives qui fixent les méthodes que le constructeur doit mettre en œuvre et les documents ou résultats qu'il doit produire.

Ce texte est l'une des pièces de référence du marché MÉTEOR.

Il peut, avec les normes également citées, servir de base de

réflexion à toute équipe amenée à faire réaliser des logiciels.

### *L'existence d'une validation indépendante, menée par la RATP, a constitué l'un des éléments essentiels de la certification du SACEM*

Deux conditions sont nécessaires pour qu'un logiciel soit sûr :

- *Sa spécification doit être sûre*

Toutes les fonctions de contrôle et de protection doivent avoir été décrites (exhaustivité) ; les incohérences et les ambiguïtés doivent avoir été éliminées.

Le travail de spécification est d'une importance fondamentale. Faire intervenir plusieurs équipes dont les points de vue sont différents et qui utilisent des méthodes de spécification différentes est l'unique façon d'acquiescer la conviction que la spécification est sûre.

La RATP s'est investie dans les travaux de validation des spécifications fonctionnelles des logiciels du SACEM en modélisant celles-ci grâce à l'outil ASA (Analyse Structurée et Automates) de la société VÉRILOG ; cet outil permet une description hiérarchisée des fonctions à remplir ; une simulation du fonctionnement est rendue possible par la mise en œuvre d'automates à états finis.

- *Le logiciel réalisé est conforme à sa spécification*

Ici encore, plusieurs équipes, indépendantes de l'équipe de réalisation et indépendantes entre elles, vérifient que le logiciel est conforme à sa spécification ; les méthodes employées sont complémentaires et interviennent aux différents stades de la réalisation.

À la RATP, le modèle ASA de la spécification fonctionnelle déjà mentionné a été utilisé pour produire des scénarios de test fonctionnel du logiciel. L'IGT dispose d'une chaîne de simulation de l'environnement du calculateur SACEM à tester. Cette chaîne permet de simuler une succession

d'événements dans l'environnement du calculateur SACEM et de recueillir les réactions du calculateur.

On peut alors vérifier si les réactions sont conformes aux spécifications.

L'IGT maîtrise donc les outils permettant de :

- valider la spécification fonctionnelle de logiciels de sécurité ;
- vérifier que le logiciel réalisé est conforme à sa spécification.

600 tests ont été ainsi appliqués au logiciel des calculateurs SACEM embarqués et 280 aux logiciels des calculateurs SACEM au sol. Les résultats de ces tests ont constitué l'un des éléments fondamentaux de la certification du SACEM par la RATP.

De tels tests fonctionnels en environnement simulé seront réalisés sur MÉTEOR.

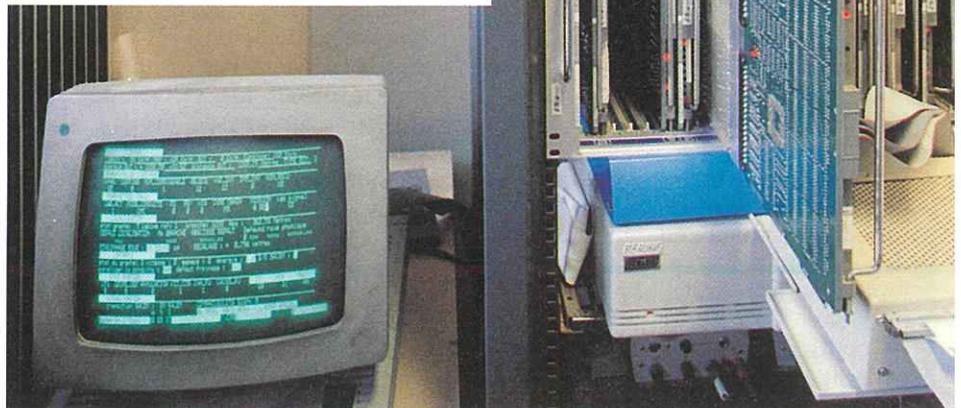
### *L'état de l'art n'est pas figé*

L'article présente deux actions de recherche menées par l'IGT.

- Nous avons souligné l'importance dans un projet de la phase de spécification. En collaboration avec ses partenaires du milieu ferroviaire, l'IGT réalise un ensemble de travaux dont le but est de rendre industrielle la technique dite de « spécification formelle » ; cette technique garantira la cohérence de la spécification des logiciels et apportera la preuve que la spécification respecte certaines propriétés ; un logiciel conforme à sa

spécification formelle pourra être obtenu automatiquement.

- À la fin du cycle de développement, la pertinence des tests en environnement simulé sera évaluée grâce à la mise en œuvre de l'outil DEVISOR ; cet outil permettra de déterminer quelles branches du logiciel ont été atteintes par les tests.



Chaîne de simulation de l'environnement du calculateur SACEM embarqué.

## La spécification formelle des logiciels

### *La spécification de systèmes informatiques*

La réalisation d'un système informatique complexe se décompose en plusieurs phases. À partir du cahier des charges, une spécification est élaborée. Elle exprime ce que doit faire le système, sans tenir compte encore des solutions informatiques possibles. Les choix de réalisation sont introduits lors de la phase de conception, consécutive à la précédente. Vient ensuite la phase de production du logiciel, c'est-à-dire des programmes. Enfin, une phase de tests sur le logiciel permet de vérifier la validité du système.

L'expérience nous a révélé trois points importants :

- la validité d'une spécification est jusqu'à présent difficile à vérifier ;
- la validité de la conception par rapport à la spécification est aussi difficile à établir ;
- une erreur au niveau de la spécification détectée dans le logiciel fini coûte cher, les travaux de correction pouvant à ce moment être très compliqués.

Il importe donc d'avoir une spécification claire, non ambiguë, et vérifiable. De plus, les phases de spécification, de conception et de programmation doivent se présenter comme un tout, la cohérence du système étant préservée lors de chacune d'elles.

Ces points revêtent une importance essentielle lorsque le système informatique prend en charge la sécurité d'un train, par exemple en contrôlant la vitesse ou en traitant la signalisation.

### *Intérêt d'une spécification formelle [3]*

Une spécification formelle apporte une solution intéressante aux problèmes évoqués ci-dessus. Une

spécification sera formelle si le langage utilisé est non ambigu, tant dans sa syntaxe que dans sa sémantique. Avec un langage naturel, le français par exemple, il est très difficile de répondre à ce critère. Le langage mathématique présente, quant à lui, les caractéristiques recherchées. De plus, les mathématiques apportent la possibilité d'effectuer des démonstrations qui permettent de vérifier la validité des écrits.

### *Choix d'une méthode de spécification formelle*

Depuis une vingtaine d'années, des chercheurs travaillent sur les méthodes de spécification formelle. Aujourd'hui, plusieurs méthodes sont proposées : VDM, Z, B, Pluss... Nous avons retenu la méthode B, développée par M. Abrial, avec qui nous avons déjà collaboré au cours du projet SACEM. Cette méthode présente l'avantage de proposer un outil d'aide à la preuve et de bien se prêter à la production de programmes. La RATP a engagé une action de recherche dans le cadre du PREDIT [4] en collaboration avec Alcatel-Alsthom-Recherche, GEC-Alsthom et la SNCF, afin de parfaire sa connaissance dans ce domaine et, surtout, de doter la méthode d'un environnement suffisant pour son utilisation dans le milieu industriel. La première phase de cette action a débuté en janvier 1990 et se terminera fin 1991.

En lançant cette action de recherche, nous avons anticipé nos besoins pour MÉTEOR, puisque la méthode B sera utilisée pour la réalisation des logiciels de sécurité.

### *La méthode B*

La méthode de spécification formelle B s'appuie sur l'utilisation de la théorie des ensembles et de la logique des prédicats.

La théorie des ensembles apporte des concepts connus : les ensembles, les relations et les fonctions. À partir de ces structures de

base, des objets mathématiques sont construits : les ensembles finis, les entiers naturels, les suites finies, les arbres.

Sur ces objets, il est possible d'effectuer les opérations traditionnelles de la théorie des ensembles. En voici quelques exemples :  
— intersection, union, inclusion, produit cartésien d'ensembles ;  
— restriction de fonctions ;  
— renversement d'une suite.

La logique des prédicats fournit des opérateurs et des quantificateurs :

- l'implication ( $P \Rightarrow Q$ ) ;
- la négation ( $\neg P$ ) ;
- la quantification ( $\exists x...$ ) ;
- etc.

Voici donc posée la base mathématique du langage B, tant au niveau syntaxique qu'au niveau sémantique. La méthode B apporte en outre des « constructeurs » spécifiques :

- la substitution ( $x := E$ ) où E est une expression, x prenant la valeur de cette expression ;
- la précondition ( $P | S$ ) qui indique qu'une substitution S est réalisée si P est vrai, le système « s'écroulant » (pas de résultat) dans le cas contraire ;
- la garde ( $P ==> S$ ) qui indique qu'une substitution S est réalisée si P est supposé vrai, un « miracle » (résultat non déterminable) se produisant dans le cas contraire ;
- le choix borné ( $S [] T$ ) où l'on ne définit pas quelle substitution est réalisée, S ou T ;
- le choix non borné ( $@z.S$ ), la substitution S étant réalisée pour n'importe quel z.

Une spécification écrite à l'aide de ce langage est difficile à lire. Le manque de lisibilité est d'ailleurs un reproche souvent formulé à l'encontre des spécifications formelles. Afin de pallier cet inconvénient, des « sucres syntaxiques » sont ajoutés au langage B. Ce sont des moyens d'exprimer les concepts mathématiques sous une forme plus textuelle. Le langage B utilise des termes bien connus des informaticiens, comme la structure **IF-THEN-ELSE** ou le **CASE**, mais aussi des expressions spécifiques

telles que **ANY z WHERE P** (expression du choix non borné). Il faudra garder à l'esprit que la terminologie empruntée à la programmation supporte ici des concepts mathématiques.

Les constructeurs mathématiques utilisés permettent de spécifier un système de manière abstraite. Les notions de boucle et de séquence ne sont pas introduites car il s'agit dans l'étape de spécification de définir ce que fait le système et non comment il le fait. Ces opérateurs seront introduits lors des phases de raffinements, que nous définissons plus loin.

## Le processus de développement avec la méthode B

Un développement en B est réalisé en trois phases :

- la spécification, selon la méthode dite des machines abstraites ;
- la conception, réalisée par raffinements successifs de la spécification ;
- la production de programmes, à l'aide de générateurs de code source.

À l'issue de la première phase, on effectue une preuve qui montre la cohérence de la spécification.

Chaque phase de raffinement est conclue par une preuve, qui montre que le raffinement respecte la spécification.

Le programme peut éventuellement être généré par un outil à partir du dernier raffinement. Si la production de ce programme est entièrement automatique, la preuve que ce programme respecte la spécification n'est pas nécessaire.

Ce processus peut être schématisé de la manière ci-contre :

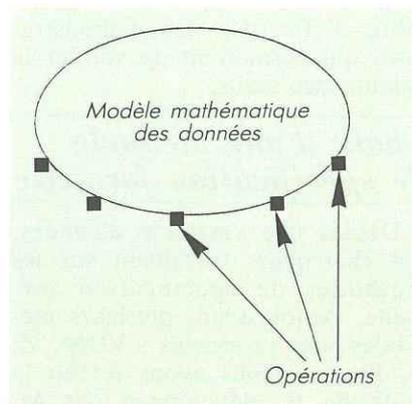
## Les machines abstraites

L'organisation de la spécification est basée sur un concept appelé **machine abstraite**. Sous ce vocable, on retrouve la notion de « module » (langage MODULA) ou « package » (langage ADA). Ce choix permet la construction de

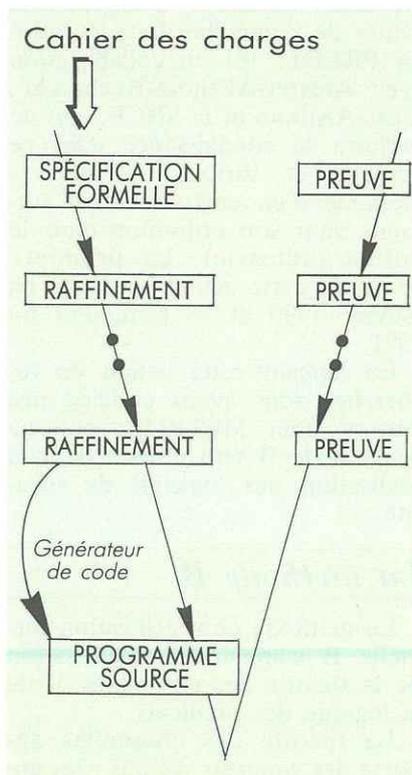
spécifications de grande taille élaborées à partir de machines abstraites indépendantes ayant des interfaces parfaitement définies.

Une machine abstraite peut être définie comme un modèle mathématique de données muni d'opérations faisant varier ces données.

Schématiquement :



Les opérations sont « appelées » par une ou des interfaces, une interface pouvant utiliser les opérations de plusieurs machines abstraites.



Le processus de développement avec la méthode B.

## Structure d'une machine abstraite

### Le contexte

Les ensembles et constantes permettant de définir les variables sont regroupés dans une rubrique nommée **CONTEXT**.

### Le modèle mathématique des données

Le modèle mathématique de données représente la partie statique d'une machine abstraite. Il est défini par :

- la liste de ses **variables** ;
- leurs propriétés, l'ensemble des propriétés étant nommé **invariant** du modèle.

### L'initialisation

Toutes les variables de la machine abstraite sont initialisées dans cette rubrique.

### Les opérations

Les opérations définies sur le modèle représentent la partie dynamique de la machine abstraite. Une opération peut être paramétrée et renvoyer un résultat à l'appelant.

Une opération n'a de sens que sur certaines valeurs des variables du modèle et des paramètres. La définition de ce domaine de valeurs s'appelle la **précondition**.

### Exemple

La figure 1 montre un exemple didactique de machine abstraite. Le système décrit est un petit gestionnaire d'une base de données d'individus, où les individus présents dans la base peuvent être soit vivants, soit morts. Ceci est exprimé dans la rubrique **INVARIANT** de la machine. Les variables sont des sous-ensembles d'un ensemble abstrait **INDIVIDU**.

Le système doit permettre de gérer convenablement ces individus et donc proposer des opérations permettant de faire évoluer la base de données. Seule l'opération *Décès* ( $x$ ) est décrite dans cet exemple. La rubrique **PRE** indique une condition à respecter pour que l'opération donne un résultat valide.

## La preuve des spécifications

La machine abstraite étant construite, nous allons vérifier sa cohé-

rence en faisant une preuve. Nous ne prouverons jamais que le problème spécifié est le bon, qu'il répond parfaitement à nos besoins. Nous prouverons que ce système est « solide », c'est-à-dire que les opérations spécifiées conservent l'invariant, qu'elles ne détruisent pas les propriétés du système, sous réserve que les préconditions de ces opérations soient respectées.

Pour chaque opération, on démontrera l'implication suivante :

INVARIANT  
et PRÉCONDITIONS  
⇒  
OPÉRATION  
et INVARIANT

Ainsi, la preuve de l'opération *Décès* ( $x$ ) vue précédemment va consister à démontrer l'implication suivante :

Présent  $\subseteq$  INDIVIDU  
et Vivant  $\subseteq$  INDIVIDU  
et Mort  $\subseteq$  INDIVIDU  
et Vivant  $\cup$  Mort = Présent  
et Vivant  $\cap$  Mort =  $\emptyset$   
⇒

Présent  $\subseteq$  INDIVIDU  
et (Vivant -  $\{x\}$ )  $\subseteq$  INDIVIDU  
et (Mort  $\cup$   $\{x\}$ )  $\subseteq$  INDIVIDU  
et (Vivant -  $\{x\}$ )  $\cup$  (Mort  $\cup$   $\{x\}$ )  
= Présent  
et (Vivant -  $\{x\}$ )  $\cap$  (Mort  $\cup$   $\{x\}$ )  
=  $\emptyset$

De par la nature des opérations de cet exemple, l'obligation de preuve présentée ci-dessus est simple. Toutefois, la réalisation de cette preuve représente un travail important, nécessitant l'usage de nombreux axiomes et théorèmes de la théorie des ensembles. Une preuve manuelle sur une spécification d'une taille et d'une complexité importantes est inconcevable, tant par l'ampleur de la tâche que par les risques d'erreurs au cours de la preuve.

### L'aide à la preuve

L'outil B permet d'aider à la réalisation des preuves et apporte la faculté d'automatiser cette tâche. Cet outil informatique est installé sur une station de travail SUN et agit de manière similaire à un moteur d'inférence d'un système expert. Pour cela, il faut disposer d'une **base de règles** suffisante dans laquelle l'outil puisera selon une stratégie définie par

l'utilisateur. Les règles permettent de transformer le but initial en une phrase dont la véracité est évidente.

Ce processus est classique en mathématique, où l'on se sert d'axiomes et de lemmes afin de prouver des théorèmes. Les règles de la base doivent être validées afin que les démonstrations effectuées aient un sens.

### Remarque

Avant de débiter la preuve, l'outil B « désucre » la spécification, c'est-à-dire qu'il ramène celle-ci à l'écriture mathématique originale.

## Les raffinements

La phase de spécification est terminée : les machines abstraites sont écrites et l'on a effectué les preuves associées. La phase suivante consiste à transformer la spécification exprimée dans son langage mathématique en une structure de programmation d'un langage évolué. Cette phase de transformation va s'effectuer en une ou plusieurs étapes, chaque étape étant nommée **raffinement**.

Le raffinement peut porter sur les données et/ou être algorithmique. Dans le premier cas, on procédera à des changements de variables, des types mathématiques vers des types de programmation. Dans le second cas, on transformera les constructeurs mathématiques (la garde, le choix, le parallélisme) en structures de programmation. Les notions de séquence et de boucle sont introduites dans la phase de raffinement.

Le raffinement se poursuit jusqu'à une écriture définie sous le terme de B0 (B zéro), proche des langages de programmation évolués.

La preuve d'un raffinement consiste à montrer que la transformation effectuée respecte la spécification de niveau supérieur. On utilisera pour cette tâche l'outil B.

## Les machines de base

Lors des premières études, nous nous sommes aperçus qu'à une

CONTEXT  
CTXBDD

SETS  
INDIVIDU

END

MACHINE  
BDD

SEES  
CTXBDD

VARIABLES  
Présent, Vivant, Mort

INVARIANT  
Présent  $\subseteq$  INDIVIDU ;  
Vivant  $\subseteq$  INDIVIDU ;  
Mort  $\subseteq$  INDIVIDU ;  
Vivant  $\cup$  Mort = Présent ;  
Vivant  $\cap$  Mort =  $\emptyset$ .

INITIALISATION  
Présent : =  $\emptyset$   
|| Vivant : =  $\emptyset$   
|| Mort : =  $\emptyset$

OPÉRATIONS

*Décès* ( $x$ ) =  
**PRE**  
 $x \in$  Vivant  
**THEN**  
Vivant := Vivant -  $\{x\}$   
|| Mort := Mort  $\cup$   $\{x\}$   
**END ;**

$x < -$  Naissance = ...

END

1. Une machine abstraite.

structure mathématique donnée, nous pouvions associer un raffinement type. Nous avons donc entrepris de développer une bibliothèque de machines de bases, qui propose pour chaque type de structure mathématique un raffinement jusqu'au code source. Ces machines sont prouvées une seule fois et sont utilisables par d'autres machines abstraites.

### *La production de code source*

La dernière étape de raffinement a produit une structure écrite avec le langage B0, proche des langages de programmation évolués. La phase de programmation est réduite au point qu'il est possible d'automatiser tout ou partie de cette tâche. Des traducteurs PASCAL, ADA et C sont en cours de réalisation.

Les modifications éventuelles ne se feront jamais directement dans les programmes, mais dans la spécification ou les raffinements. Le processus de preuve sera reconduit à partir du niveau modifié. Cette pratique est indispensable pour garantir la sécurité des logiciels produits.

### *Perspectives*

L'utilisation des spécifications formelles implique un changement des méthodes de travail. L'effort est porté essentiellement sur les phases de spécification et de conception, la phase de programmation étant allégée considérablement. La preuve impose une charge de travail importante, mais permet de mettre en évidence d'éventuels problèmes ou erreurs le plus tôt possible.

Les développements présents et futurs portent entre autres sur l'élaboration d'outils permettant de faciliter le travail de preuve, la qualité de présentation des résultats de preuve, la validation des règles utilisées pour la preuve et la possibilité de réaliser des simulations sur les spécifications. Les résultats de ces travaux seront utilisés pour MÉTEOR.

## **La couverture du logiciel par les tests fonctionnels sur machine cible**

### *Rappel du besoin*

Les essais de validation fonctionnelle des logiciels de sécurité ont pour objet de vérifier la cohérence entre le fonctionnement du logiciel à tester, s'exécutant en temps réel sur son calculateur cible, et sa spécification fonctionnelle.

Une analyse de l'activation des différentes branches du logiciel durant l'exécution de l'ensemble des tests fonctionnels réalisés sur le calculateur cible (le calculateur temps réel tel qu'il existe à bord des trains ou dans les équipements en gare) permet de mesurer la complétude ou taux de couverture de ces tests. Les résultats de cette analyse mettent en évidence les zones de code non atteintes par les tests, zones pouvant être révélatrices soit de code inutile, soit de fonctionnalités non testées. Ces ré-

sultats sont utilisés pour l'élaboration d'un guide de tests complémentaires.

### *Contexte*

Le logiciel s'exécute sur un calculateur cible. Les différentes entrées de ce calculateur lui sont fournies en cohérence avec la réalité du site dans lequel il sera installé. Ces conditions sont réalisées grâce à des simulateurs d'environnement développés pour les tests fonctionnels des logiciels d'application.

L'analyse de la couverture des tests, réalisés sur le logiciel d'une application qui s'exécute en temps réel, nécessite de pouvoir en suivre le fonctionnement, lors de la réalisation d'un test sans en perturber l'exécution. Cette fonction d'observation est assurée par l'outil de test DEVISOR développé par la société DASSAULT-ÉLECTRONIQUE.

La synthèse et la présentation des résultats sont réalisées par un deuxième outil logiciel, le LOGISCOPE, développé par la société VÉRILOG. Celui-ci permet de réaliser des mesures de taux de



MÉTEOR : mise en œuvre de méthodes nées du projet SACEM.

couverture de tests d'un logiciel dont l'exécution est simulée sur la machine de développement. Il fournit une présentation des résultats sous la forme de graphique ou de tableaux de valeurs.

## *Présentation de l'outil de test DEVISOR*

### **Rôles de l'outil**

Le système DEVISOR a été développé pour tenter de résoudre les problèmes de test et de mise au point des logiciels. Il permet de réaliser des tests à tous les niveaux du codage des logiciels (tests unitaires, tests d'intégration, tests fonctionnels, tests de recette).

### **Caractéristiques**

Afin de pouvoir spécifier correctement le test, de le stocker ainsi que les résultats, et éventuellement de le rejouer de manière identique, le système DEVISOR formalise l'action de test par un programme de test exécutable. Il est obtenu en utilisant un langage pour décrire et activer l'action de test. Ce langage est de haut niveau (de type PASCAL) et possède des fonctions spécifiques au test.

Les actions réalisées lors du test peuvent faire référence directement au niveau symbolique des entités (variables, labels, procédures...) du programme testé. Afin que le programme de test accède à ces différentes entités, une phase préparatoire est activée en fin de production du logiciel à tester. Ceci est réalisé par un « postprocesseur » qui fournit une sorte de table de références qui est ensuite utilisée par le programme de test.

L'équipement permet également suivant sa version, statique ou dynamique, de réaliser des tests soit sur la machine de développement, soit sur un calculateur cible. Dans ce dernier cas, une interface matérielle permet le contrôle d'exécution, l'observation et la mémorisation des entités surveillées. L'exécution du programme de test, lorsque l'équipement est en observation, ne perturbe pas le déroulement en temps réel du programme

testé. C'est une des caractéristiques importantes de la version DEVISOR dynamique.

### **Version retenue pour l'étude**

Le système DEVISOR que nous utilisons est une version dynamique. Il est constitué d'un « postprocesseur » qui analyse les logiciels écrits en MODULA-2. L'interface matérielle est configurée pour une carte calculateur utilisant un microprocesseur MOTOROLA 68020 pouvant fonctionner jusqu'à 25 MHz. L'outil a été conçu pour surveiller un grand nombre d'entités (5 000 ou plus) simultanément.

## *Présentation de l'outil de test LOGISCOPE*

### **Rôles de l'outil**

Le LOGISCOPE est un outil qui permet d'évaluer la qualité d'un produit logiciel.

### **Caractéristiques**

Il a pour principales fonctions, d'une part l'analyse de la qualité du code à partir de mesures quantitatives, d'autre part la mesure du taux de couverture des tests réalisés sur machine de développement (exécution simulée hors temps réel).

Les divers résultats sont présentés sous la forme de graphes ou de tableaux de valeurs ; ils peuvent être conservés dans les fichiers de sortie de l'outil.

La fonction d'analyse du taux de couverture des tests est partiellement utilisée dans cette étude, en particulier les possibilités d'archivage et d'édition des résultats.

## *Analyse des branches parcourues lors de tests fonctionnels*

### **Différentes méthodes utilisées**

Deux méthodes ont été mises en œuvre. Elles découlent des possibilités offertes par la machine de test et de son langage de programmation. Celui-ci permet de capturer des informations symboliques

déclarées dans les programmes de l'application écrite en langage évolué. La détection de l'exécution d'une branche du programme d'une application peut alors être réalisée par la surveillance :

- d'un indicateur lié à l'exécution des instructions contenues dans la branche ;
- d'une variable d'instrumentation placée dans la branche.

Des difficultés sont apparues lors de la mise en œuvre de la première méthode. Elle ont pour origine la caractéristique de « prefetch » du microprocesseur 68020 : celui-ci possède une sorte de pile dans laquelle les codes instructions du logiciel sont préchargés avant exécution. Lorsqu'un saut se produit dans le séquençage logique des instructions, les adresses des instructions qui suivent le saut transitent sur le bus des adresses bien qu'elles ne soient pas exécutées. L'outil de test DEVISOR considère comme activées certaines branches du logiciel alors que celles-ci n'ont pas été exécutées. Cette méthode a donc été abandonnée.

### **Détection par variable d'instrumentation**

Dans ce cas, il est fait appel à une variable globale accessible par tous les fichiers constituant l'application à surveiller. À chaque branche du code, dans les fichiers sources, est ajoutée une assignation de cette variable par un numéro d'ordre. Ainsi, à chaque activation d'une branche de code du logiciel, la valeur contenue dans la variable est modifiée.

Le programme de test, activé sur le système DEVISOR, surveille les accès à la variable globale et mémorise les valeurs prises par celle-ci. L'évolution de cette valeur permet de repérer les branches de code source activées.

L'activation simultanée du programme de test sur le système DEVISOR connecté à la place du microprocesseur sur la carte calculateur cible (sonde) et du scénario de test au niveau du simulateur d'environnement génère un fichier de traces des parcours de branches qui est ensuite exploité par l'édi-

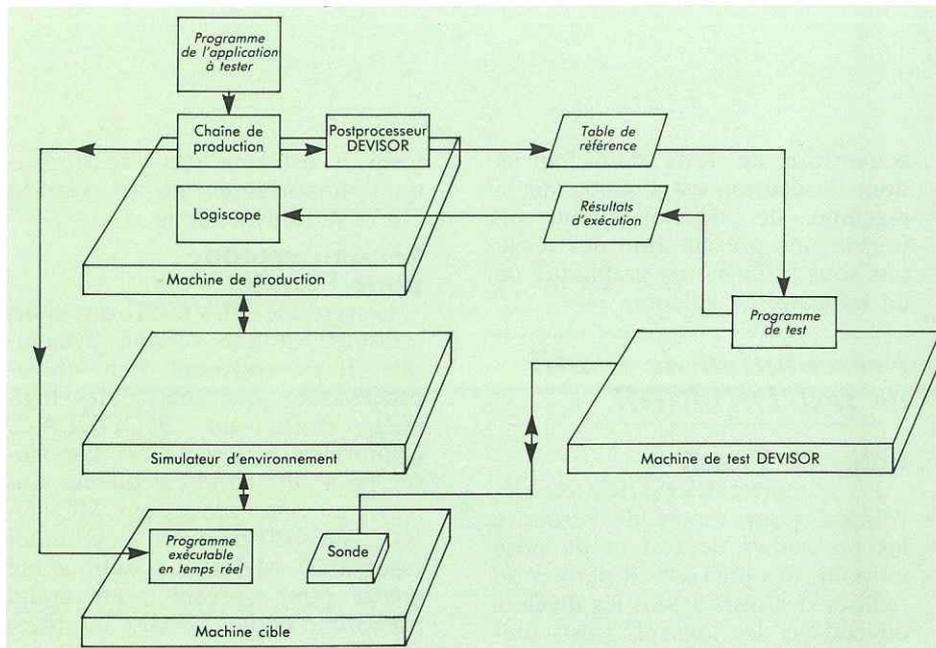
teur du LOGISCOPE (figure 2). Celui-ci fournira des graphes de structures des procédures où seront repérées les branches exécutées. Dans l'exemple simplifié présenté (figure 3), les tests d'exécutions réalisés sur l'application n'ont pas permis d'activer les deux branches de la condition « SI » de la procédure "TraiterConvergence". Ceci est mis en évidence par l'utilisation de traits discontinus pour représenter les branches non exécutées.

L'utilisation d'une variable d'instrumentation présente l'inconvénient d'introduire une modification du code binaire exécutable ainsi que d'allonger quelque peu le temps d'exécution de celui-ci. Dans l'application que nous avons utilisée, l'exécution du logiciel n'a pas été perturbée par cette modification.

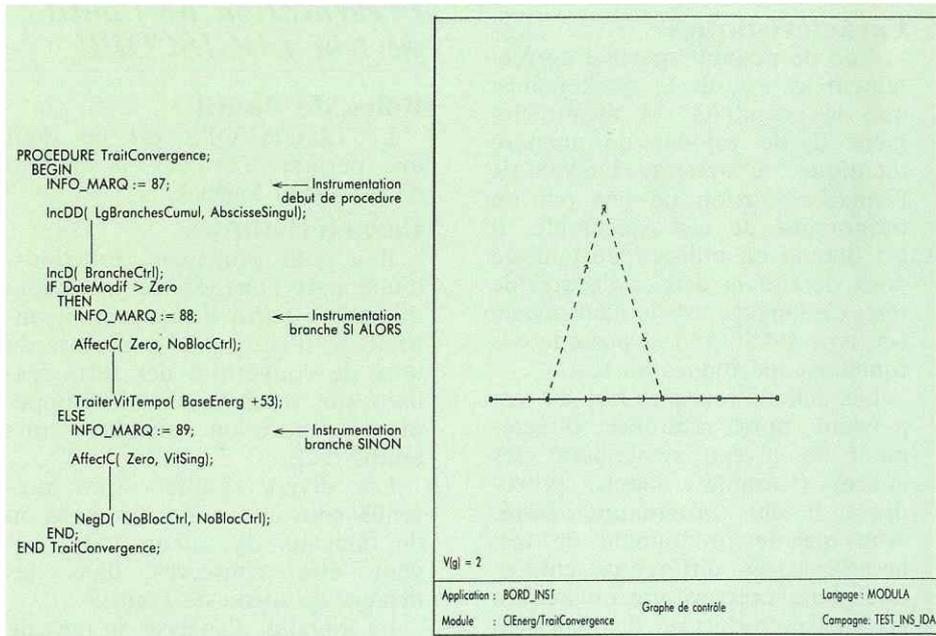
### Conclusion de l'étude

L'utilisation d'une variable d'instrumentation a permis de répondre aux objectifs fixés. Toutefois, pour que ces objectifs soient parfaitement remplis, il est nécessaire que des variables différentes soient déclarées dès l'origine dans chaque module afin de conserver la caractéristique de modularité du langage de programmation de l'application, et que leurs affectations restent présentes dans la version définitive de l'application.

Dans le cadre de MÉTEOR, les logiciels livrés par le constructeur devront comporter les variables d'instrumentation. ■



2. Schéma de principe de la chaîne de mesure du taux de couverture des tests fonctionnels.



3. Instrumentation d'une procédure et résultat graphique d'un test.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Revue Générale des Chemins de Fer - DUNOD - Numéro spécial sur le SACEM (juin 1990).
  - [2] Normes Françaises : Installations fixes et matériel roulant ferroviaires. Informatique. Sécurité de fonctionnement des logiciels :
    - NF F 71-011 : Généralités ;
    - NF F 71-012 : Contraintes sur le logiciel ;
    - NF F 71-013 : Méthodes appropriées aux analyses de sécurité des logiciels.
  - [3] Spécification formelle :
    - Abstract Machines, JR Abrial (août 1989).
    - Publications du projet FORSE du PREDIT (CEC-Alsthom, Alcatel-Alsthom-Recherche, RATP, SNCF).
  - [4] Revue RATP - Études/Projets (octobre-novembre-décembre 1990) :
    - « Le programme de recherche et développement pour l'innovation et la technologie dans les transports terrestres (PREDIT) ».
- Pour en savoir plus sur les spécifications formelles :
- « Formal Methods : Prelude to virtuoso software » (Revue « COMPUTER », septembre 1990) ;
  - Dossier sur les méthodes formelles dans IEEE Software et IEEE Transactions on Software Engineering (septembre 1990) ;
  - « Modéliser un logiciel à l'aide de VDM : une expérience » (T.S.I., vol. 9, n° 4, 1990) ;
  - « The Specification of Complex Systems » (Addison-Wesley Publishing Company). Cet ouvrage compare différentes méthodes de spécifications formelles.

## EXTENSION DU PCC DE VINCENNES

par **Patrick Parmentier**,  
Département des Infrastructures et Aménagements,  
avec la collaboration de **Christian Ledain**,  
Groupe d'Ingénierie d'Exploitation Ferroviaire  
et **Michel Lemoulle**,

Département des Équipements et des Systèmes Électriques (1).

### Qu'est-ce qu'un PCC ?

Comme son nom l'indique, le poste de commande centralisée (PCC) est le lieu où sont regroupés la majorité des commandes et des contrôles relatifs à l'exploitation d'une ligne ferroviaire.

Avant l'apparition des PCC (en 1967 sur la ligne 1 du métro), la régulation du trafic était assurée par un agent itinérant qui ne pouvait connaître la position des trains (et des incidents) que par des liaisons téléphoniques, via les chefs de stations. Ses actions, qui passaient par le même canal, étaient généralement limitées à la retenue des trains en stations. Il n'avait notamment aucun moyen de gérer les interruptions d'alimentation électrique.

On imagine le gain d'efficacité que peut apporter la centralisation des moyens d'information et d'action.

Par opposition au métro, le PCC d'une ligne RER assure pratiquement l'ensemble des fonctions d'exploitation. Cela est dû, pour la ligne A :

- à la dimension de la ligne (74 kilomètres) ;
- au nombre et à la complexité des installations (18 postes de manœuvre contre deux, généralement, sur le métro) ;
- au trafic (800 000 voyageurs par jour, soit des pointes de 63 000 voyageurs/heure) ;

— à l'exploitation de type banlieue (tous les trains n'atteignent pas les terminus extrêmes et ne s'arrêtent pas dans toutes les gares).

Dans ce contexte, le moindre incident a des répercussions sur l'ensemble de la ligne. Le PCC permet d'identifier rapidement les perturbations et de prendre les mesures qui permettront d'en limiter les impacts.

Actuellement, la ligne A ne saurait être exploitée sans PCC. *Il est devenu le « cerveau » de la ligne ; il ne doit pas s'arrêter.*

Cette exigence a bien sûr des conséquences techniques (de fiabilité, de sécurité, de maintenabilité) et humaines (le service doit être assuré 24 heures sur 24).

### Comment fonctionne un PCC ?

Le PCC de Vincennes assure :  
— l'optimisation de la circulation des trains, sur l'ensemble de la ligne : les circulations sur voies principales, les retournements en terminus, les manœuvres sur les faisceaux de garage et de lavage, les communications avec les lignes SNCF et les ateliers d'entretien ;  
— l'information des voyageurs, en temps réel, sur tous les quais de la

ligne et en relation avec l'ensemble du réseau ;

— la gestion de l'énergie électrique de traction : alimentation des caténaires et protection des personnes en cas d'incidents ou de travaux ;

— l'aide aux conducteurs en cas d'incidents ;

— la gestion du matériel roulant.

Pour cela, il dispose de personnel et de moyens techniques.

### Le personnel

Dans la salle d'exploitation, on trouve :

• *des agents aiguilleurs* : au nombre de six, ils sont présents de 5 heures à 1 heure du matin ; ils assurent :

— la commande des itinéraires : départ, manœuvre en terminus, relations avec les ateliers,

— la surveillance du respect des horaires au départ,

— la surveillance de l'identification des trains qui est la base du processus de suivi et de l'information des voyageurs,

— l'application des procédures réglementaires de sécurité en cas d'avarie à la signalisation ;

• *des chefs de régulation* : au nombre de trois, ils sont présents 24 heures sur 24 ; leur rôle consiste :

— à résoudre les incidents en maintenant la meilleure offre de transport possible,

— à assister les conducteurs en cas d'avarie au matériel roulant,

(1) Ont également participé à la rédaction de cet article : Thierry Bosquet, Charles-André Tisserand, Alain Pinson (Département des Infrastructures et Aménagements), et Georges Carpentier (Département des Équipements et des Systèmes Électriques).

- à gérer l'alimentation électrique des caténaires,
- à assurer le suivi et la gestion du matériel roulant pour l'ensemble du parc RATP et SNCF ;
- *un agent informateur* qui n'est présent que les jours ouvrables : il collecte et distribue toutes les informations internes ou externes à la ligne et gère les systèmes d'information des voyageurs (affichage de la destination des trains, poste central des gares) ;
- *un chef d'incident* qui est généralement le cadre responsable du PCC et qui n'intervient que sur les gros incidents ;
- *deux agents du Département du Matériel Roulant Ferroviaire* qui coordonnent et répartissent les interventions d'entretien et de dépannage.

### Les moyens techniques

Ils sont nombreux et variés ; on peut les classer en trois catégories :

- *les moyens de communication* :
  - téléphonie directe avec tous les points stratégiques (sur la voie, dans les postes de manœuvre, dans les ateliers, dans les centres de maintenance...),
  - téléphonie automatique RATP, SNCF, PTT (Euro-signal),
  - radio avec tous les trains,
  - télé-sonorisation et télé-visualisation des quais ;
- *les moyens de contrôle et de commande* :
  - télétransmission avec les postes de manœuvres locaux (installations de signalisation) et les postes de commande traction (alimentation des caténaires),
  - pupitres de commandes,
  - tableau de contrôle optique d'un développé de plus de 30 mètres,
  - consoles de commandes ;
- *les systèmes d'aide à l'exploitation* : ce sont des systèmes informatisés qui assurent des fonctions d'assistance mais qui, compte tenu du trafic de la ligne A, sont devenus indispensables et ne cessent de se développer ; parmi les fonctions réalisées, citons :

- l'identification et le suivi automatique des trains,
- la commande automatique de certains itinéraires,
- une partie de l'information des voyageurs,
- le calcul des retards et l'élaboration des statistiques,
- le suivi du matériel roulant.

## Pourquoi une extension du PCC à Vincennes ?

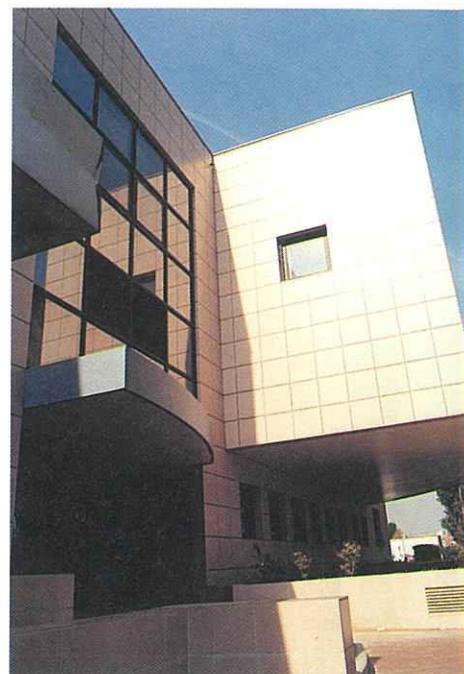
L'extension du PCC de Vincennes répond à trois nécessités :

- le prolongement de la ligne A du RER de Torcy à Chessy dans le cadre de la desserte ferroviaire du futur parc d'attractions Euro-Disneyland qui représente onze kilomètres de lignes supplémentaires et quatre nouvelles stations s'ajoutant aux 27 stations existantes ;
- l'augmentation considérable du trafic sur cette ligne qui constitue déjà un record mondial de trafic sur une ligne de banlieue ;
- la nécessité du remplacement des équipements du PCC de Vincennes existant qui, compte tenu de l'exiguïté des locaux, ne peut être entreprise sans interruption de l'exploitation de la ligne A.

## Conception et réalisation du projet

Dès que la décision du prolongement à Euro-Disneyland a été prise, des études ont commencé pour déterminer son impact sur le PCC de Vincennes. Plusieurs solutions d'aménagement et d'extension ont été proposées, la meilleure s'avérant de construire un nouveau bâtiment.

Ce choix a été fait en avril 1988. La branche nord-est prolongée devant être opérationnelle en mars 1992, la mise en place des équipements techniques de commande centralisée devait débuter au printemps 1991. Il restait donc juste trois ans pour mener à bien les



Entrée du bâtiment.

études et la réalisation du bâtiment qui doit recevoir, à terme, la commande de toute la ligne.

Sachant que la construction du bâtiment prendrait plus d'une année et connaissant les délais administratifs divers, il importait de constituer le dossier du permis de construire au plus vite. Ce qui fut fait, en moins d'un an, grâce à la compétence des équipes d'études fonctionnelles et architecturales : DG/IEF (2) et ITA/UDT BAT (3).

Un élément favorable a été de pouvoir conserver l'équipe qui avait conçu le PCC de Denfert-Rochereau pour la ligne B et qui a pu mettre à profit son expérience.

À noter qu'il existe des différences notables entre les deux lignes, tant du point de vue de leur exploitation que des sites retenus pour les PCC. Il a été pris en compte les évolutions organisationnelles en cours et à venir ainsi que les évolutions techniques.

(2) Groupe d'« Ingénierie d'Exploitation Ferroviaire » de la Direction Générale.

(3) Unité « Bâtiments » du Département des Infrastructures et Aménagements.

## Les études relatives à la construction du bâtiment et de ses aménagements

La salle d'exploitation où se situent la plupart des postes de travail a fait l'objet d'une étude ergonomique où les paramètres très importants tels que la correction acoustique, le niveau d'éclairage de chaque poste de travail, le confort thermique des agents et la sécurité ont été analysés et traités

leurs numériques de ces différents paramètres.

Les résultats de ces analyses ont permis d'optimiser notamment les formes géométriques des coques de staff des plafonds mais également la nature et la composition des complexes textiles utilisés en revêtements muraux.

Cette étude acoustique a mis en évidence que les tableaux de contrôle optique (TCO) étaient à l'origine de focalisations parasites qu'il convenait de réduire. Pour ce faire, une étude a été menée par le réalisateur du tableau de con-

trôle optique (Unité « Conduite du transport - Systèmes d'aide à l'exploitation » du Département des Équipements et des Systèmes Électriques) en étroite collaboration avec :

- le représentant de l'exploitant (IEF) ;
- l'architecte (UDT BAT) ;
- l'ergonome (Unité « Développement social et Organisation » du Département Potentiel Humain et Formation) ;
- un consultant acousticien.

Cette étude a mis en évidence les paramètres sur lesquels il convenait d'agir pour tenter de réduire de manière significative les focalisations acoustiques préjudiciables à une bonne exploitation. Les paramètres concernent :

- la forme de développement du TCO dans la salle d'exploitation ;
- la surface réfléchissante du TCO ;
- la technologie et les matériaux constitutifs du TCO.

### La forme du TCO

C'est une forme en « anse de panier » à trois centres qui a été retenue. Elle permet de disperser les sons en trois foyers géométriques permettant, par rapport à une forme semi-sphérique, une



La salle d'exploitation côté pupitres opérateurs.

en corrélation dans le but d'obtenir les conditions optimales de sécurité à chaque poste de travail.

L'étude de la correction acoustique a été prépondérante. Il s'agissait d'éviter aux agents de subir les échos des bruits ambiants en réduisant les temps de réverbération au droit des postes de travail, sachant que ce temps de réverbération est fonction du degré d'absorption phonique des matériaux, de la forme géométrique des parois et de la position des sources sonores.

Des simulations informatiques ont été effectuées à partir des va-



Tableau de contrôle optique en cours de montage.

meilleure répartition des focalisations acoustiques.

### La surface du TCO

Malgré tous les efforts déployés au niveau de l'étude des synoptiques, il n'a pas été possible de limiter la longueur totale développée du TCO (32 m). En revanche, la technologie choisie (modulaire, carroyée à diodes électroluminescentes), ainsi qu'une recherche fine de la sérigraphie des tracés, ont permis de réduire de manière très significative les hauteurs respectives des synoptiques « signalisation » et « traction » ; et, toujours dans un souci de diminuer la surface réfléchissante, il a été préféré la pose du TCO sur pieds répartis judicieusement, en lieu et place d'un socle métallique continu.

### La technologie et les matériaux constitutifs du TCO

La technologie carroyée, associée à des matériaux absorbants et une technique (carreaux microporeux), permettra, si les essais en cours le vérifient, de disposer, là où le TCO ne comporte pas d'informations à l'usage de l'exploitant (15 à 20 % de la surface) de remplacer ces carreaux « vierges » par des carreaux traités acoustiquement (carreaux microporeux ou carreaux revêtus d'un matériau absorbant) qui, eux aussi, contribueront à la réduction de la focalisation des sons nuisibles à une bonne exploitation de la salle.

L'étude de l'éclairage a conduit pour la salle d'exploitation au choix d'un éclairage naturel zénithal et indirect modulable par l'action de stores motorisés.

L'éclairage artificiel est assuré par des rampes lumineuses fluorescentes directes et indirectes et des spots à lampes halogènes basse tension incorporés dans le faux-plafond en staff ; les éclairages à variation de niveau d'éclairement donnent un haut confort visuel nécessaire au travail sur écran.

L'étude du confort thermique a conduit à adopter pour la salle d'exploitation, présentant une grande hauteur, une climatisation

particulière visant notamment à introduire de l'air frais en partie basse qui repoussera naturellement l'air chaud et vicié en partie supérieure où il sera repris et évacué. Ce système procure, par rapport au système conventionnel générant un brassage, un gain de puissance frigorifique et une amélioration incontestable de la qualité de l'air.

Pour faire face aux risques liés à l'incendie, aux coupures inopinées de courant ainsi qu'aux intrusions indésirables, il a été mené une étude globale portant sur la construction, la détection et les moyens de lutte antifeu.

Les risques d'incendie sont pris en compte dans la protection des locaux importants d'abord par la construction de murs et de portes résistant au feu pendant deux heures, ensuite par la mise en place d'appareillages permettant de déceler l'augmentation de température et de déclencher l'alerte.

Les câbles d'alimentation des différents appareillages sont propagateurs ni de flammes ni de vapeurs toxiques en cas d'incendie.

Pour remédier aux coupures inopinées de courant, des onduleurs ont été installés afin d'alimenter sans discontinuité les appa-

reillages importants et l'éclairage de secours. Un tableau de contrôle optique, où toutes les alarmes principales sont reportées, permet au gardien de veiller à la sécurité incendie.

### La construction du bâtiment

Le bâtiment abritant l'extension du PCC de Vincennes mesure 30 mètres de longueur, 18 mètres de largeur et 11 mètres de hauteur. Il est construit dans le prolongement ouest du PCC existant au-dessus de la gare de Vincennes de la ligne A du RER.

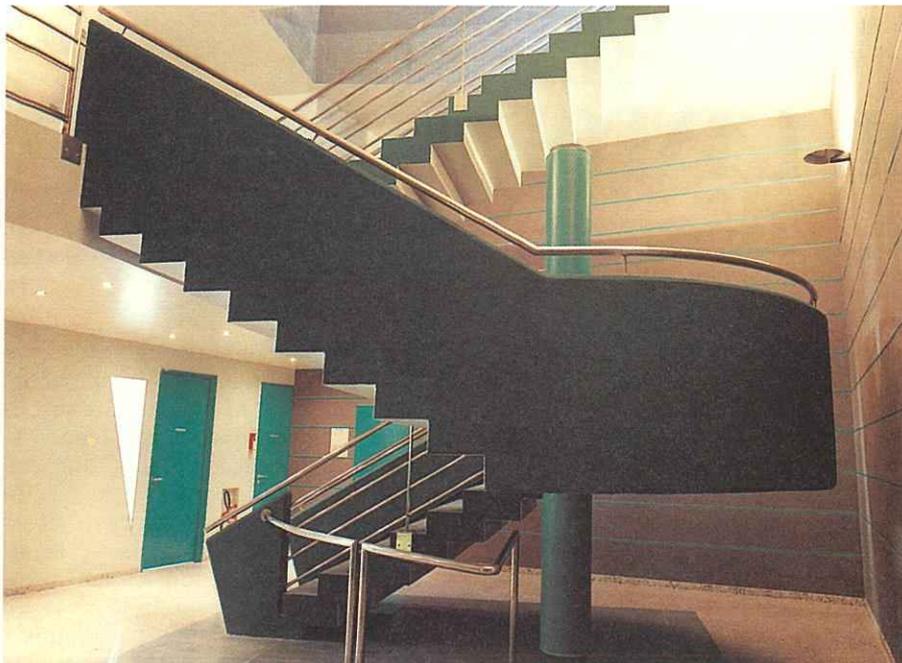
Au rez-de-chaussée, sont installés les locaux techniques sur une surface de 550 m<sup>2</sup> ; à l'étage, se situe la salle d'exploitation d'une surface de 358 m<sup>2</sup> utiles.

La structure du bâtiment, en béton armé, a nécessité la mise en œuvre de 515 m<sup>3</sup> de béton et 73 tonnes d'acier.

Des contraintes liées à l'environnement ont conditionné une architecture très soignée notamment en ce qui concerne les parois extérieures qui sont constituées d'un bardage céramique de modules



Jeux de lumière dans le faux-plafond de la salle d'exploitation.



Hall rez-de-chaussée.

carrés de 60 centimètres de côté avec isolation thermique incorporée.

Des jardinières extérieures carrelées bordent les cheminements piétons et soulignent les contours du bâtiment.

En ce qui concerne les aménagements, les architectes d'intérieur ont voulu créer un espace clair et dynamique empreint de rigueur et de sobriété afin que les visiteurs français et étrangers conservent de l'aspect d'ensemble une idée de technicité de pointe intelligente, discrète et efficace.

Pour répondre aux impératifs de délais et de coût mais également pour s'assurer que la qualité requise à chaque niveau de la construction était obtenue, il était essentiel de mettre en place une organisation efficace.

Cette organisation a été créée dès que les Départements RER et SIT (4) eurent défini, dans un programme, les grandes lignes du projet. De ce jour, les Départements ITA et ESE (5) constituèrent pour

la construction et les aménagements du bâtiment une cellule tous corps d'état composée d'une équipe études-travaux de l'UDT BAT comprenant l'architecte, l'architecte d'intérieur, les spécialistes bâtiment tous corps d'état, et d'une équipe études-travaux du

Département ESE comprenant les spécialistes en électricité de bâtiment.

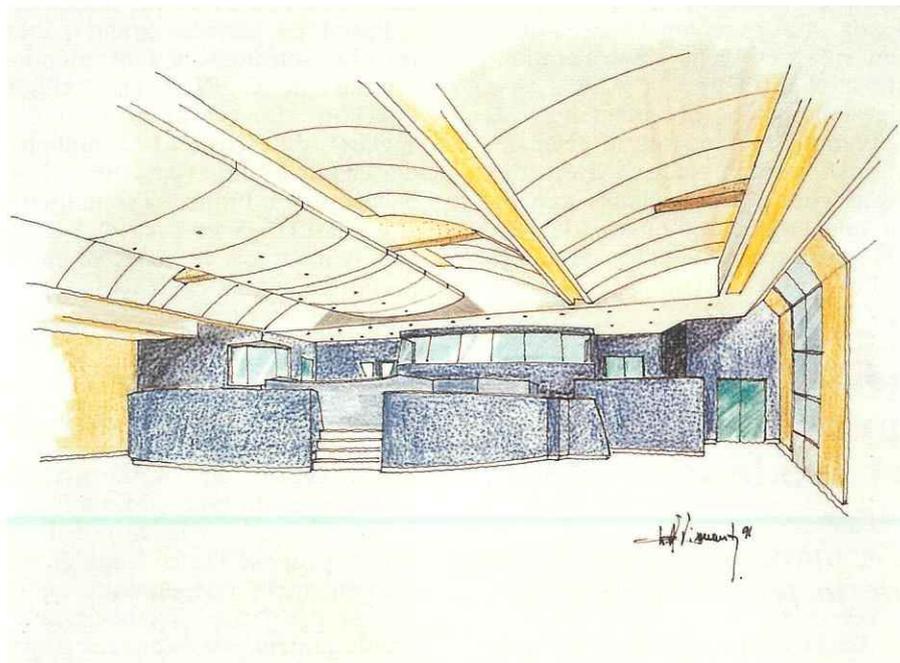
Cette cellule a produit le dossier de permis de construire puis les dossiers de consultation des entreprises, l'ouvrage ayant été décomposé en trois parties distinctes :

- le gros œuvre et les aménagements représentant 76 % du montant global de l'opération ;
- le chauffage, la ventilation et la plomberie en représentant 15 % ;
- l'électricité en représentant 9 %.

Les études ont duré un an, d'avril 1988, date à laquelle la décision de réaliser cette opération a été prise, à mai 1989, date du dépôt du permis de construire.

La construction et les aménagements du bâtiment ont duré quatorze mois, de mars 1990 à mai 1991.

Les équipements sont en cours d'installation et ceux-ci seront opérationnels pour l'ouverture du prolongement de la ligne A à Chessy en mars 1992, soit quatre ans après la décision de procéder à l'extension du PCC. ■



Perspective de la salle d'exploitation établie pour le dossier projet.

(4) Département des Systèmes d'Information et de Télécommunications.

(5) Département des Équipements et Systèmes Électriques.

# MINITEL : L'ÈRE DE L'INFORMATION

par Jean-Marc Viaut,  
Département commercial.

**A**PRÈS le développement des jeux et des messageries au milieu des années 80, le minitel des années 90 se présente davantage comme un outil fonctionnel et pratique. D'ailleurs, si la plupart des entreprises publiques et des sociétés de service (RATP, SNCF, Air France, Météo France, banques, etc.) ont investi à tour de rôle dans cette technologie, ce n'est par le fruit du hasard ni un seul effet de mode. Auprès du grand public, les services pratiques constituent aujourd'hui le noyau stable de l'utilisation du minitel : services d'informations générales et spécialisées, transport et tourisme, banques... Le secteur lié aux activités d'information, de prévision (au sens le plus large) et de consultation (fichiers, banques de données, comptes particuliers) est en plein essor. La prochaine étape, déjà amorcée, est celle des opérations directement liées à la vente : prise de commande, abonnements, réservations, et bientôt le télépaiement avec la sécurisation des transactions. En quelques années, la télématique est passée de l'ère du passe-temps à celle du temps utile.

## Les services télématiques grand public : réalité et mode d'emploi

### *Le marché de la télématique*

Après avoir commencé sa conquête par le domicile particulier, le minitel s'est introduit dans le

monde du travail (27 % de l'ensemble de la population et 38 % de la population active en sont équipés). Peu de bureaux échappent au minitel ; le micro-ordinateur et le minitel sont deux outils indispensables aux cadres des années 90 (même s'ils occupent parfois le bureau de la secrétaire, ils n'en deviennent pas moins des équipements incontournables).

Et cela marche ! À tel point que le marché de la télématique en France représente aujourd'hui 5,6 millions de terminaux distribués (dont 1,4 million en Ile-de-France) ; et plus de 14 000 services disponibles. Ces services ont engendré 1,5 milliard de connexions en 1990 (dont 600 millions pour le seul annuaire électronique, mais seulement 5 % pour les messageries) pour un total de 100 millions d'heures de consultation.

Parmi les services grand public les plus consultés, il faut citer les serveurs de la SNCF (1,8 million environ de connexions mensuelles), du Parisien (0,5 million), de Météo France (0,5 million) ou encore d'Air France (0,2 million).

La RATP, avec près de 72 000 appels mensuels en 1991, se classe parmi les services télématiques de moyenne importance.

### *Le Minitel : les deux clés du succès*

La plupart des terminaux en service sont du type « Minitel 1 » ; le Minitel 1 est le terminal de base, proposé sans supplément d'abonnement téléphonique au titre de l'annuaire électronique en remplacement de l'annuaire papier. Ce type de minitel, aujourd'hui « déconseillé » par France

Télécom qui cherche à « placer » des terminaux avec abonnements payants, fut à l'origine du succès de la télématique. Pour lancer le nouveau service télématique au milieu des années 80, France Télécom n'a pas hésité à organiser la production de 4 millions de Minitel 1. France Télécom créait l'utilisation et le besoin par la mise en place d'un équipement « gratuit » et d'un service moteur, l'annuaire électronique.

La seconde clef a été l'introduction dès février 1984 d'une tarification appelée « kiosque ». Dans ce mode de tarification, France Télécom se charge de la facturation et du recouvrement des sommes dues par les utilisateurs, puis reverse au fournisseur de service un montant « prestation » qui lui revient, au prorata de la durée de la consultation. Cette solution simple a permis aux serveurs de recevoir une rétribution du service offert, sans abonnement préalable : chaque possesseur de minitel est directement un client potentiel.

Deux autres types de facturation existent : la facturation « au demandé » où le fournisseur prend tout à sa charge (coût du transport de l'information + coût de la prestation) et la facturation « au demandeur » où le fournisseur gère directement avec les utilisateurs le coût de la prestation (coût réseau à la charge de l'utilisateur).

Au total, pour l'année 1990, les reversements aux serveurs Télétel par France Télécom ont atteint 1,9 milliard de francs hors taxes.

Chacun des modes de tarification comprend un ou plusieurs accueils ; chaque accueil peut comprendre à son tour un ou plusieurs tarifs identifiés par leur

code d'accès. Ainsi, les 14 000 services connectables, outre leur contenu, se différencient suivant les modes de tarification et d'accès. Deux modes d'accès cohabitent :

— soit par double numérotation : composition d'un numéro téléphonique à 4 chiffres puis saisie d'un code ou d'une adresse Transpac (exemple : 3615 RATP) ; ce mode d'accès permet le passage d'un service à un autre accessible par le même accueil (36 14, 36 15, 36 16 ...);

— soit par simple numérotation : composition d'un numéro téléphonique national à 8 chiffres.

Le nombre impressionnant de services qui, pour l'essentiel, sont des serveurs locaux (associations, clubs, mairies...) ou temporaires (lancement d'un nouveau produit, déclinaison d'un événement) est également l'un des ingrédients du succès. Toute l'information souhaitée existe certainement sur Télétel ; il reste encore à l'obtenir dans de bonnes conditions !

## 36 15 RATP : l'information pratique

La RATP propose un réseau de transport performant mais complexe, dont la connaissance complète exige l'accès à une masse de données importante et qui varie dans le temps. La mise en place de toute une batterie de systèmes d'information, complémentaires dans leurs fonctionnalités et exhaustifs dans le niveau d'information, est une nécessité : centre d'information téléphonique, guides et plans, automates d'information, écrans, panneaux indicateurs de destination, etc.

Ces systèmes, aux caractéristiques et technologies différentes, répondent suivant le lieu et la situation aux incertitudes que se posent le voyageur, ou plutôt les différents types de voyageurs (\*).

Les systèmes d'information permettent à la fois l'apprentissage des transports collectifs, facilitent le choix, la préparation et la réalisation d'un déplacement.

Le minitel permet de toucher le voyageur là où la RATP n'est pas directement présente : domicile, bureaux, hôtels... Par son service Télétel, la RATP offre au public en tout lieu et en toute heure les informations pratiques dont il a besoin. Pour atteindre le voyageur intentionné ou potentiel (mais également pour se démarquer des autres serveurs), le 36 15 RATP a développé dès sa mise en service trois qualités principales. Il a choisi d'être :

— *pratique* : il est une aide pour le public ; on le consulte pour s'informer ;

— *fonctionnel* : il doit être capable de répondre à toutes les questions que se pose l'utilisateur éventuel ; celui-ci peut ainsi accéder à l'information qu'il recherche et ce, sans apprentissage préalable ;

— *performant* : il doit posséder un niveau de performances à la hauteur de l'environnement télématique concurrentiel dans lequel il évolue ; la RATP, entreprise de

Principaux modes de tarification et d'accès des services Télétel.

Tarification « au demandé »				
Accueil	Mode d'accès au service	Prix pour l'utilisateur (T.T.C.)	Coût pour le serveur (H.T.)	
Numéro vert	36 05 xx xx	gratuit	18,30 F/h	
Tarification « au demandeur »				
Accueil	Mode d'accès au service	Prix pour l'utilisateur (T.T.C.)	Coût pour le serveur (H.T.)	
TÉLÉTEL 2	36 14 + code de service ou 36 14 xx xx	0,37 F/min	Aucun	
Tarification « kiosque »				
Accueil	Mode d'accès au service	Prix pour l'utilisateur (T.T.C.)	Reversement au bénéficiaire (H.T.)	
KIOSQUE GRAND PUBLIC	TÉLÉTEL 3	36 15 + code de service ou 36 25 xx xx	3 tarifs possibles au choix du fournisseur :	
			0,84 F/min	
			23,73 F/h	
KIOSQUE PROFESSIONNEL ET D'INFORMATIONS SPÉCIALISÉES	TÉLÉTEL 3 PROFESSIONNEL	36 16 + code de service ou 36 26 xx xx	2 tarifs possibles au choix du fournisseur :	
			30,78 F/h	
KIOSQUE D'INFORMATIONS PROFESSIONNELLES	TÉLÉTEL 4	36 17 + code de service ou 36 27 xx xx	2,19 F/min	86,26 F/h
	TÉLÉTEL 6	36 28 xx xx	5,48 F/min	237,10 F/h
	TÉLÉTEL 7	36 29 xx xx	9,06 F/min	402,36 F/h

(\*) Voir l'article de Yo Kaminagai et Lorenzo Sancho de Coulhac paru dans le précédent numéro de notre revue : « Le Schéma Directeur de l'Information des Voyageurs ».

pointe, se doit d'offrir un service télématique moderne et d'un haut niveau de qualité.

## **Les objectifs du 36 15 RATP**

Le service 36 15 RATP répond à quatre objectifs majeurs contenus dans le Schéma Directeur de l'Information des Voyageurs :

- *un objectif promotionnel* : il affirme la présence de la RATP et des transports collectifs au domicile même des clients potentiels et sur leurs lieux de travail ; il présente les avantages de ceux-ci, et favorise des déplacements ;
- *un objectif pédagogique* : il permet l'apprentissage des réseaux, des règles et conditions d'utilisation des transports en commun ;
- *un objectif opérationnel* : il aide à préparer et à programmer un déplacement ;
- *un objectif appropriatif* : il permet au voyageur de préparer un itinéraire en fonction de ses choix personnels et de mieux maîtriser ainsi les réseaux de transport.

## **Le public visé**

Le service 36 15 RATP s'adresse largement au public utilisateur du minitel (20 % de la population en Ile-de-France). Il vise en particulier :

- *les étudiants et les jeunes*, car le minitel est un média moderne facilement utilisé et adopté par ceux-ci (près d'un miniteliste sur deux a moins de 30 ans) ;
- *les cadres* qui sont sur-représentés parmi les utilisateurs du minitel ; le minitel est devenu un des outils de la panoplie des cadres au même titre que l'agenda, le téléphone et le micro-ordinateur ;
- *les Parisiens et habitants de la petite couronne* : Paris et sa proche périphérie sont plutôt bien équipés en minitel et correspondent en outre à la zone de plus forte desserte RATP ; actuellement 45 % des appels à 36 15 RATP proviennent de Paris intra-muros ;
- enfin, *les non-résidents*, pour qui le service 36 15 RATP, acces-

sible dans toute la France et à l'étranger, est l'un des moyens les plus pratiques pour joindre la RATP (environ 8 % des appels proviennent de la province avec quelques appels de l'étranger).

## **Les principes de la conception du 36 15 RATP**

Pour répondre à ses objectifs et satisfaire le public visé, 36 15 RATP tente d'utiliser au mieux les forces et les atouts de ce média (couverture géographique, exploitation en direct, simplicité d'utilisation) et d'en éviter les handicaps (fonctions encore restrictives, norme vidéotex fortement limitative quant au graphisme).

Le minitel est un média vivant : disponible 24 heures sur 24, il peut largement évoluer 24 heures sur 24. Il permet, dans certains cas, la diffusion immédiate, et en temps réel, des informations (état du trafic et événements importants).

Le centre serveur informatique permet de disposer d'une capacité de mémoire importante : depuis un minitel, on peut ainsi avoir un accès rapide à des informations va-

riées, rares et surtout très nombreuses, parmi celles qui décrivent le réseau de transport de la RATP.

Le minitel est interactif et convivial : c'est là un de ses points forts qui le distinguent des autres médias car à tout instant le minitel permet non seulement à l'utilisateur de réagir, mais d'intervenir parfois sur le contenu même de la consultation. 36 15 RATP vise à dialoguer en dynamique avec l'utilisateur et non pas seulement à se laisser consulter.

Le service 36 15 RATP se différencie par son traitement graphique. Il dispose pour cela, malgré les limites actuelles de la norme vidéotex, d'un traitement dynamique, d'une ergonomie étudiée, d'un graphisme recherché afin de faciliter sa consultation et d'éviter des traitements différents entre les rubriques et informations affichées.

Enfin, il permet à un individu non spécialisé d'accéder à une base de données complexe sans aucune difficulté. L'utilisateur bénéficie de choix clairement identifiables, intégrés à un ensemble de suites logiques, tout au long de la consultation. 36 15 RATP anticipe dans certains cas les besoins de



Salle des ordinateurs du système 36 15 RATP.

l'utilisateur en lui proposant plusieurs suites logiques ou pratiques après une première interrogation ; l'utilisateur peut ainsi circuler dans une arborescence sans utiliser plusieurs mot-clés successifs. La progression dans le service apparaît linéaire et cohérente à l'utilisateur.

## L'accès et l'audience

Deux codes d'accès externes existent : 36 15 code RATP et 36 16 code SITU (accès direct au formulaire de saisie de la rubrique Situ contenue dans 36 15 RATP). L'accès est également possible depuis le réseau téléphonique interne en composant le 95 puis le code RATP.

L'audience sur le premier trimestre 1991 est de l'ordre de 2 800 appels par jour ouvrable, soit environ 72 000 appels par mois (3 600 heures de connexion mensuelles). Au total, depuis le lancement grand public du 36 15 RATP en mai 1988, près de 2,5 millions de connexions ont été enregistrées.

Les appels durent en moyenne 3 minutes 20 secondes (le coût supporté par l'utilisateur est de 0,98 F TTC la minute, soit en moyenne 3,20 F par consultation). Cette durée relativement limitée des appels ne génère pas suffisamment de recettes pour couvrir l'ensemble des investissements (matériels, progiciels, développements spécifiques) mais compense largement les frais d'exploitation.

## Le contenu du service 36 15 RATP

L'information contenue dans le 36 15 RATP est très variée : le service peut satisfaire une demande précise mais également être consulté sans contraintes générales, notamment en choisissant parmi les rubriques suivantes :

### La recherche d'itinéraires avec Situ

L'application de recherche d'itinéraires Situ calcule pour un dé-

placement donné, à un moment donné, la meilleure solution en transports en commun. Situ est un dispositif interactif permettant un dialogue entre l'utilisateur et le système. La plupart des fautes d'orthographe sont détectées, corrigées automatiquement et signalées à l'usager. S'il reste une ambiguïté, Situ propose de choisir entre plusieurs interprétations qui sont affichées.

L'utilisateur a également le choix entre quatre formules de déplacement :

- en bus seulement ;
- en métro et RER seulement ;
- trajet le plus rapide qui combine les trois différents modes ;
- trajet minimisant la marche à pied en combinant les trois modes.

Situ est également la rubrique la plus utilisée avec un taux de consultation de 56 % (sur 100 utilisateurs du 36 15 RATP, 56 « passent » par Situ).

### Les horaires

Pour le RER, l'application indique tous les trains, les horaires et les correspondances d'une gare à une autre sur les lignes A et B du RER. Il suffit de préciser la gare de départ, celle d'arrivée, le jour et l'heure du déplacement : le service propose les heures, le nom du train à prendre, et les correspondances éventuelles. Les horaires du RER sont consultés par 22 % des utilisateurs du 36 15 RATP.

Pour le métro sont indiqués les premiers et derniers passages de trains ainsi que les fréquences aux différentes plages horaires pour l'ensemble des lignes et des stations.

Pour le bus, les premiers et derniers bus, le fonctionnement spécifique des samedis, dimanches et jours fériés sont précisés ainsi que les fréquences aux différentes plages horaires. Des suppléments d'information sont apportés concernant les lignes de bus particulières comme le Montmartrobus, les Noctambus...

Enfin, pour les liaisons avec les aéroports, une rubrique détaille la desserte en transports en commun avec les aéroports de Roissy-Charles-de-Gaulle et d'Orly.

### Les tarifs

L'ensemble des tarifs sont présentés et détaillés ainsi que les conditions et les lieux d'achat.



36 15 RATP : rubrique « tarifs ».



Page d'accueil du 36 15 RATP.

## Les renseignements pratiques

Cette rubrique présente les principaux aspects de la réglementation sur les réseaux de la RATP. Elle raconte également sous forme « animée » l'histoire en chiffres des transports : réseaux, trafic, etc.

## Un flash et un module d'actualités

Ils permettent de présenter l'actualité des réseaux (nouvelles lignes, prolongements, rénovation des stations, travaux, ...), et celle des projets et des opérations menés par la RATP (promotions, animations, partenariat...). Suivant l'actualité du moment, ces rubriques sont mises à jour plusieurs fois par semaine ou plusieurs fois par jour.

## État du trafic

Ce module spécifique peut être activé en cas de perturbations importantes (incidents pénalisants, grèves, modifications de desserte) pour donner l'état du trafic ligne par ligne de bus, métro ou RER. Dans ce cas, l'utilisateur des rubriques Situ, horaires métro, RER ou bus peut également être avisé par l'apparition de messages d'incident au sein des rubriques consultées.

## Rubriques à thème

D'autres rubriques sont également affichées au sommaire d'accueil du 36 15 RATP : opération Autrement bus, projet Météor, Tramway Saint-Denis - Bobigny... Ces rubriques, d'une durée d'affichage de quelques mois, mettent en avant des événements, des projets importants pour la RATP et qui apporteront une amélioration de la desserte ou un nouveau service aux utilisateurs des transports collectifs en Ile-de-France.

## Le centre serveur

Le système est implanté sur un centre serveur propre à la RATP composé de deux mini-ordinateurs MINI 6 et DPS 6 BULL connectés entre eux et connectés à deux unités dorsales Situ. Le ser-

veur permet la connexion de 96 appels simultanés pour l'ensemble des applications internes et externes (15 lignes sont réservées aux appels internes).

Les terminaux des utilisateurs sont connectés au centre serveur via le service d'accès Télétel. Mis en place dès octobre 1982, le service d'accès Télétel couvre l'ensemble du territoire national et est relié aux réseaux vidéotex. Ce service est constitué :

- du Réseau Téléphonique Commuté (RTC) du côté des terminaux, qui permet aux utilisateurs de brancher leur minitel sur une prise téléphonique ;

- du réseau Transpac, qui assure la transmission des données par paquets des centres serveurs vers les terminaux ;

- de Points d'Accès Vidéotex (PAVI), afin d'assurer l'interfonctionnement entre le RTC et le réseau Transpac. Il faut noter que cette architecture, de type réseau de données partagées, permet d'établir une tarification indépendante de la localisation du serveur.

La maintenance des équipements du centre serveur est directement assurée par la RATP.

de son serveur télématique en fonction des attentes et des interrogations du public.

La réflexion engagée et les modifications envisagées concernent trois axes majeurs :

- étendre les fonctionnalités ;
- augmenter et faciliter le nombre des connexions ;
- bâtir une architecture système adaptée et évolutive.

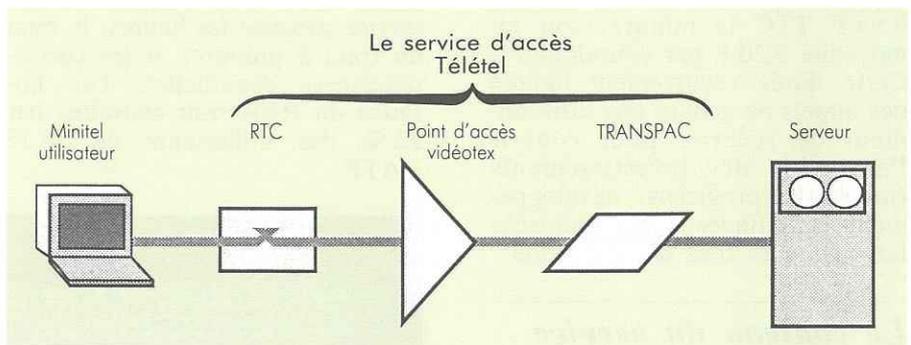
Dans le cadre de l'*extension des fonctionnalités*, trois pistes principales sont privilégiées :

- la recherche de l'exhaustivité de l'information en matière de transport (horaires, itinéraires, état du trafic, couverture géographique, etc.).

Il s'agit de proposer l'intégralité de l'offre de référence RATP et de pouvoir suivre, en temps réel, les évolutions et les modifications de cette offre.

- L'introduction de nouveaux modes de relation sur le média minitel, en particulier au niveau de la transaction : renouvellement de contrats Carte Intégrale, saisie de formulaires, pré-achat de titres de transport, gestion des titres trouvés...

Outre des opérations de marke-



## Le « nouveau » 36 15 RATP

Si les résultats acquis paraissent largement positifs, il reste que l'environnement concurrentiel de la télématique grand public pousse en permanence à enrichir et à améliorer la qualité du service proposé. La RATP doit donc s'efforcer d'accroître les performances

directes prévues sur minitel, l'accent sera mis également sur la promotion des produits et des services (produits touristiques, demandes de catalogues et plans, déclinaison de campagnes promotionnelles).

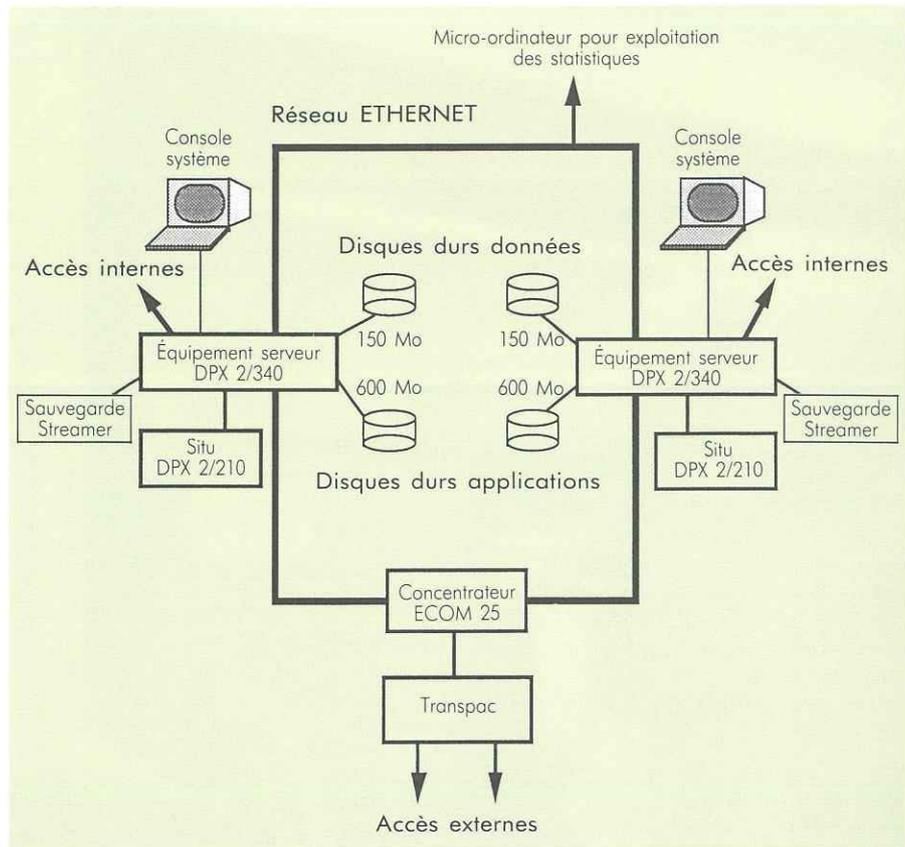
- L'ouverture plus large vers la ville et ses activités, notamment à l'aide de « reroutages » entre 36 15 RATP et d'autres serveurs télématiques.

Le reroutage est une technique télématique qui permet le passage d'un serveur à un autre sans interruption de la consultation en cours, ni pertes de temps. La rubrique Situ pourrait être associée à des serveurs tournés vers les loisirs et les spectacles en Ile-de-France ; il s'agit de relier directement une destination (théâtre, musée, parc de loisirs) à une desserte optimisée par les transports en commun (calculée par Situ).

L'augmentation du nombre des accès est également prévue. Actuellement, le centre serveur « saturation » rapidement lors de connexions en nombre ce qui interdit l'accès à de nombreux utilisateurs potentiels. On ne cherchera pas à absorber systématiquement toutes les pointes de trafic : des scores de 12 à 13 000 appels par jour ont déjà été enregistrés en période de grèves (la demande potentielle normale est estimée à plusieurs dizaines de milliers d'appels). Il est nécessaire de faciliter le trafic en augmentant les accès et en optimisant les temps de consultation. Dans une première phase, le nombre des accès simultanés sera porté de 96 à 128. En terme de trafic, l'objectif est de doubler le nombre de connexions en trois ans (5 000 appels par jour ouvrable en 1994).

La nouvelle architecture prévue intégrera des équipements informatiques dédiés à la télématique. Les équipements actuels n'autorisent pas l'évolutivité du système ni l'extension de nouvelles fonctions. L'architecture future permettra une exploitation plus souple et plus facile du centre (gestion des équipements, mise à jour des données, statistiques...) tout en assurant une plus grande fiabilité ainsi qu'une plus grande sécurité (pertes de connexions limitées, risques de saturation diminués).

Schématiquement, cette architecture associera deux équipements serveur BULL DPX2/340 connectés entre eux et avec les deux dorsaux Situ, DPX2/210, via le réseau ETHERNET (TCP-UDP/IP), réseau local à haut débit. Chaque application sera installée en double, une fois sur chaque



Nouvelle architecture du 36 15 RATP.

équipement serveur, afin d'optimiser les temps de transaction et de limiter la perte de connexions (cela évitera également qu'une panne sur l'un des équipements ne bloque complètement le service). L'ensemble de l'application sera porté sous UNIX (progiciel d'exploitation standard, très utilisé dans le domaine des communications) en langage C, autorisant ainsi une large adaptabilité et évolutivité. Un certain nombre de rubriques (actualités, état du trafic) pourront être mises à jour aussi bien depuis une console déportée dédiée que depuis un minitel (avec protection et procédure d'identification du gestionnaire) de façon à faciliter la prise en compte des informations « temps réel ».

\*\*

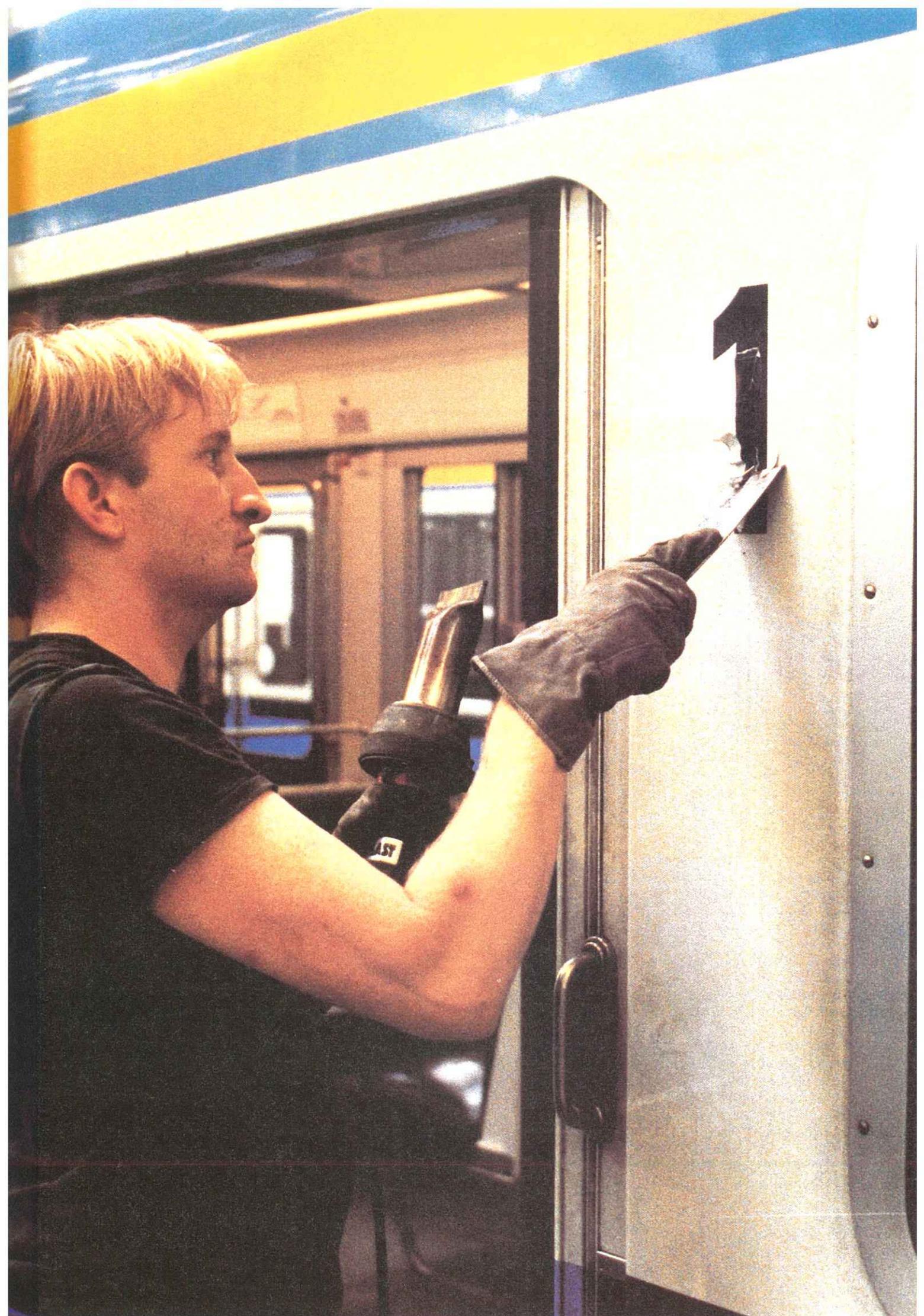
Le succès du 36 15 RATP n'entraîne pas la disparition à plus

ou moins long terme des systèmes d'information traditionnels tels que le téléphone ou la cartographie. Ces systèmes correspondent à des comportements, à des habitudes, à des profils d'utilisateurs qu'il convient de satisfaire dans leur diversité. Il serait illusoire de tout miser sur un seul système capable de tout faire, en tout lieu et en toute heure.

Il reste que le minitel représente un formidable média en adéquation avec son époque. La RATP a su parfaitement l'intégrer dans sa panoplie des systèmes d'information en ouvrant un serveur Télétel offrant une véritable information de qualité. Elle doit aujourd'hui poursuivre ce développement avec la même ambition et favoriser l'accès du 36 15 RATP au public le plus large. ■

L'ensemble des nouveaux équipements et fonctionnalités seront intégrés progressivement au sein du service 36 15 RATP :

- fin 91 : déménagement des équipements télématiques de la RATP sur le nouveau site de Neuilly-Plaisance ;
- mi-92 : installation progressive des nouveaux équipements ;
- fin 92 : mise en place du reroutage entre 36 15 RATP et des serveurs externes et mise en place des éléments temps réel ;
- 1993 : mise en place des modules de vente et d'aide à la vente.



## NOUVELLES DE LA RATP

### CLASSE UNIQUE SUR LE RÉSEAU DU MÉTRO

**D**ÉPUIS le 1<sup>er</sup> août 1991, la 1<sup>re</sup> classe n'existe plus sur le réseau du métro.

Alors qu'elle correspondait à l'origine à une offre de confort supérieure à celle de la 2<sup>e</sup> classe (les voitures de 1<sup>re</sup> classe étaient notamment pourvues de sièges rembourrés tandis que celles de 2<sup>e</sup> classe étaient équipées de banquettes en bois), la « première » ne se distinguait plus ces derniers temps de la « seconde » que par quelques marques de couleur sur les flancs des voitures et le prix majoré des titres de transport qui lui étaient associés.

Son image s'était souvent ternie dans l'esprit du public qui ne voyait

plus en elle que la survivance d'un privilège ségrégatif archaïque, totalement anachronique, d'autant plus que le métro parisien était le seul réseau urbain au monde à maintenir une répartition de ses utilisateurs dans deux classes différentes.

Après avoir franchi un premier pas en 1982 en permettant à tous d'y accéder jusqu'à 9 heures le matin et à partir de 17 heures le soir, la RATP a donc décidé de mettre fin cet été à la 1<sup>re</sup> classe dans le métro, laquelle lui rapportait moins de 2 % de ses recettes commerciales et se révélait être la cible privilégiée des auteurs de graffitis ou autres actes de vandalisme.

Cette mesure anticipe d'ailleurs l'arrivée des nouvelles générations de matériel roulant dérivées du prototype BOA, dont la caractéristique d'intercirculation entre les voitures aurait rendu difficiles par la suite les tâches des contrôleurs.

Le travail de banalisation des voitures, ainsi que celui de pose des panneaux signalétiques indiquant sur les quais l'emplacement des voitures de première, sont en cours.

La 1<sup>re</sup> classe subsiste cependant sur le RER, de façon à ce qu'il reste, dans le cadre de l'interconnexion, en conformité avec les lignes SNCF. ■

### NAISSANCE DE LA SOCIÉTÉ « SYSTRA »

**L**A RATP et la SNCF avaient, en mars 1990, avec l'accord du Gouvernement, engagé le processus de rapprochement de leurs filiales d'ingénierie respectives, SOFRETU et SOFRERAIL, chargées de diffuser dans le monde entier leur savoir-faire en matière d'exploitation et de conception de réseaux de transports publics (voir le numéro de juillet-août-septembre 1990 de notre revue).

Préparé en fait depuis plusieurs années sous l'impulsion de Maurice Ernst, Directeur général adjoint à la RATP chargé des Affaires internationales, ce rapprochement a pour but de constituer, à partir d'un potentiel de plus d'un demi-millier de spécialistes de l'ingénierie internationale, un ensemble mieux coordonné, donc plus efficace, capable de fournir un effort commercial important et d'offrir une gamme étendue de compétences couvrant la conception, la réalisation et l'exploitation de systèmes de transport variés : TGV, dessertes interurbaines, suburbaines et urbaines, métros classiques et automatiques, tramway, bus...

L'orientation de principe ainsi définie a été dernièrement concrétisée par la signature, le 12 juillet 1991, entre MM. Christian Blanc, Président-Directeur général de la RATP, et Jacques Fournier, Président de la SNCF,

d'un nouveau protocole d'accord fixant les modalités pratiques de l'opération, lesquelles seront présentées prochainement aux conseils d'administration des deux entreprises avant d'être mises en œuvre.

Dans une première étape, SOFRETU et SOFRERAIL vont toutes deux devenir les filiales d'une seule et même société, un holding qui prendra le nom de « SYSTRA » et dont le capital sera détenu en majorité par la RATP et la SNCF, plus précisément par une filiale commune qu'elles créeront à cet effet entre elles, à parts égales.

Les banques actuellement actionnaires de SOFRETU et de SOFRERAIL participeront à cette restructuration.

La société holding sera une société à Directoire et à Conseil de surveillance. Le Président du Directoire sera Paul-André Bolgert, Président-Directeur général de SOFRETU ; celui du Conseil de surveillance Philippe Roumeguère, Directeur général adjoint à la SNCF.

Dans cette première étape, qui constitue une phase transitoire visant à assurer l'unité de la stratégie, du management et de la communication externe de l'ensemble des activités des deux filiales, SOFRETU et SOFRERAIL conserveront chacune la responsabilité de la réalisation de leurs contrats et les moyens correspon-

dants. SOFRETU continuera donc l'an prochain à développer ses missions opérationnelles dans sa propre structure, cependant que certaines fonctions de pilotage ou de logistique seront placées en commun et rattachées, sous forme de cellules légères, à la société holding SYSTRA. SOFRETU recherchera et expérimentera alors avec SOFRERAIL toutes les formes utiles de coopération, en exploitant au mieux les complémentarités, mais tout en maintenant vivaces ses racines dans la RATP, où elle puise l'essentiel de ses ressources humaines et techniques.

Une intégration plus poussée est envisagée dans une deuxième étape pour améliorer encore la compétitivité.

Mais déjà, les deux filiales se sont installées et cohabitent dans un immeuble situé près de la gare Saint-Lazare, au 5/7, avenue du Coq, dans le 9<sup>e</sup> arrondissement de Paris : SOFRETU a déménagé fin septembre ; SOFRERAIL a suivi début octobre. Et il est prévu que cet immeuble puisse également accueillir OFERMAT Développement, organisme spécialisé dans la coopération technique ferroviaire. ■

[D'après « La lettre de la RATP », édition spéciale SOFRETU du 15 juillet 1991.]

# RECONSTRUCTION DU FRANCHISSEMENT DE LA RN 186 PAR LE RER À LA CROIX DE BERNY

**A**FIN de permettre à la Direction Départementale de l'Équipement des Hauts-de-Seine de procéder à la première phase de réalisation de l'autoroute A 86 dans le secteur de la gare de La Croix de Berny à Antony, opération déclarée d'utilité publique par décret du Conseil d'État du 20 septembre 1984, il a été demandé à la RATP d'exécuter d'importants travaux d'accompagnement consistant en la reconstruction du pont-rails de la ligne B du RER situé au nord de la gare précitée.

En effet, la première phase de réalisation de l'A 86 comprenant d'une part le calibrage de la Route Nationale 186 à trois files de circulation dans les deux sens, et d'autre part la fabrication de deux voies en parois moulées servant d'appui central aux deux tranchées couvertes de l'autoroute, celle-ci nécessitait l'adaptation préalable du pont-rails franchissant la RN, lequel livre passage à deux voies ferrées.

Comme l'exploitation de la ligne B ne devait en aucun cas être interrompue, il a fallu, avant d'entreprendre la reconstruction proprement dite, dévier provisoirement les voies du RER.

Démarrés mi-1987, les travaux de réalisation de la déviation provisoire, d'une longueur totale d'environ 275 mètres, ont duré près d'un an, depuis le gros œuvre jusqu'aux équipements. À partir de fin mai 1988, les trains ont alors circulé sur une estacade en courbe construite à l'est de l'ouvrage et formée, pour chaque voie, d'une succession de trois tabliers auxiliaires de grande longueur se raccordant à la plate-forme existante par l'intermédiaire de deux talus.

La DDE 92 a mis à disposition de la RATP les terrains nécessaires à la construction de cette déviation, lesquels lui ont été restitués à la dépose de celle-ci.

La modification du tracé de la ligne ayant eu une incidence sur les points d'arrêt des convois, des travaux connexes de rescindement des quais et de reprise de la signalisation ont dû être effectués en gare de La Croix de Berny.



RATP - Bruno Marguerite

Par ailleurs, pour assurer la sécurité du trafic tant RER que routier, des portiques de protection de deux types ont été placés aux abords de l'estacade : les premiers de signalisation du gabarit routier, limité à 4,30 mètres, et les seconds d'arrêt des véhicules dépassant le gabarit permis.

Après déséquipement et démolition du pont-rails initial, la construction de l'ouvrage définitif a pu être entreprise.

L'ouvrage reconstruit est constitué de deux travées de 31 mètres de portée chacune et de 11 mètres de largeur, offrant une hauteur libre minimale de 4,60 mètres et supportant 690 mètres carrés de tablier d'épaisseur variant de 0,92 à 0,98 mètre.

Le basculement des deux voies du RER sur ce nouvel ouvrage a eu lieu en mars 1991.

Le déséquipement et l'enlèvement des voies provisoires, puis le rétablissement des quais et de la signalisation de la gare de La Croix de Berny dans leur configuration d'origine, ont immédiatement suivi, ainsi que la remise en état de l'environnement.

Cette opération, de grande ampleur, aura duré au total plus de quatre ans. ■

## CRÉATION D'UNE SORTIE SUPPLÉMENTAIRE ET REMANIEMENT DU TERMINAL BUS À LA GARE RER D'ANTONY

**D**EPUIS une dizaine d'années, le site de la gare d'Antony, sur la ligne B du RER, est le siège d'importants travaux d'aménagement visant à faciliter l'accessibilité du public aux différents modes de transport proposés sur le lieu : RER, bus... et maintenant VAL.

Fin 1981 déjà, une dalle piétonne avait été construite au-dessus des voies et quais de la ligne B entre le bâtiment voyageurs et le pont de la rue Auguste Mounié au sud, afin d'améliorer la sécurité des usagers aux abords de la gare.

Puis, en juin 1990, un second pont reliant le boulevard Pierre Brossolette à la rue Velpeau, franchissant les voies et quais côté nord, avait été réalisé pour améliorer la circulation dans le secteur, en particulier pendant les travaux du VAL qui nécessi-

### *Le remaniement du terminal bus*

Celui-ci a été scindé en deux parties :

- boulevard Pierre Brossolette, le trottoir côté RER a été partiellement modifié pour recevoir la piste d'arrivée des véhicules et les arrêts de descente des passagers ;
- rue Velpeau, deux pistes de départ avec quais équipés d'abris d'attente ont été créés.

Le poste de commande local a été installé dans l'aile nord du bâtiment voyageurs de la gare RER.

Cette aile nord a également accueilli le poste éclairage-force de la gare, qui a dû être déplacé pour dégager les environs du terminal.

canique compact de 5,30 mètres de dénivelée et de 1 mètre de largeur de marche et, d'autre part, un escalier fixe de 1,60 mètre de largeur constitué de deux volées de 16 marches chacune.

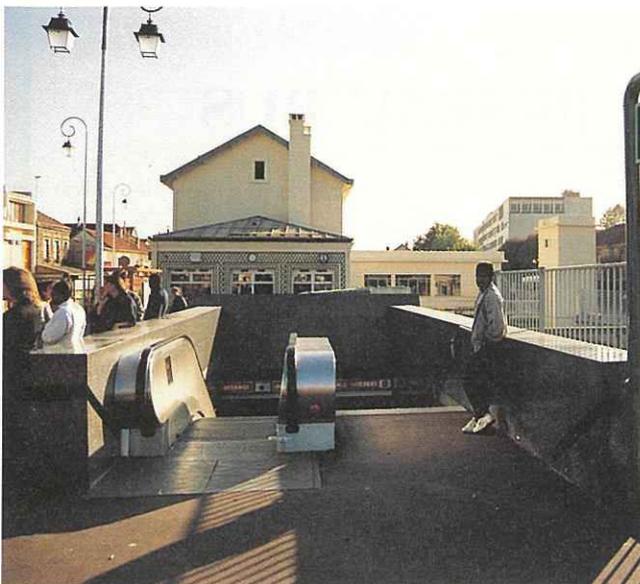
Cette sortie mécanisée prend origine sur le quai direction « Massy-Palaiseau » et débouche vers le terminal bus côté départs. Au palier bas, elle est équipée de quatre passages anti-fraude ainsi que d'une grille de fermeture.

\*\*

Les nouvelles installations (terminal bus et sortie mécanisée) ont été mises en service le 13 septembre 1991.

Quelques jours plus tard, fin septembre, ont pris fin par ailleurs les travaux de génie civil de l'élargissement du pont Mounié. Son ouverture à la circulation aura lieu après achèvement des interventions de voirie.

Enfin, une dernière touche viendra parachever l'aménagement du sec-



taient la fermeture provisoire de la rue Velpeau.

Et dernièrement, deux opérations se sont achevées juste avant la mise en service de la desserte VAL de l'aéroport d'Orly :

- le remaniement du terminal bus ;
- la création d'une sortie mécanisée supplémentaire.

### *La création d'une sortie mécanisée supplémentaire*

Au nord du bâtiment voyageurs, une gaine de 3,50 mètres d'ouverture a été percée, dans laquelle ont été implantés, d'une part, un escalier mé-

teur : il s'agit de la création d'un parc de stationnement d'intérêt régional et d'un complexe immobilier au nord du nouveau pont. Ces opérations seront réalisées ultérieurement par la SEMAVA (Société d'Économie Mixte d'Aménagement de la Ville d'Antony). ■

# NOUVEAUX ACCÈS SUR LE MÉTRO LIGNES 5 et 13

## *Escaliers mécaniques ligne 5*

Sur la ligne 5 du métro, deux nouveaux escaliers mécaniques de type compact, permettant une sortie directe des stations « Bobigny-Pablo Picasso » d'une part, et « Hoche » d'autre part, ont été installés récemment.

À « Bobigny-Pablo Picasso », l'escalier, de 6,50 mètres de dénivellée et 0,60 mètre de largeur de marche, relie le quai « arrivée » de la station au niveau du sol rue Carnot. Il débouche face à l'extrémité sud du terminal bus. Il a été mis en service le 25 juillet 1991.

Quant à celui de la station « Hoche » à Pantin, il permet de rejoindre l'air libre au 50 de l'avenue Jean Lolive (RN 3) à partir du quai direction « Bobigny » situé 8,32 mètres plus bas. Sa largeur de marche est de 1 mètre. Il a été mis en service le 22 juillet 1991.

## *Couloir de correspondance ligne 13*

Le 29 septembre 1991, à « Porte de Clichy » (17<sup>e</sup> arrondissement de Paris), un couloir de correspondance permettant les échanges entre la station de la ligne 13 du métro et la gare SNCF de la ligne C du RER inaugurée le 25 septembre, a été ouvert au public.

Partant du couloir RATP situé sous le boulevard Bessières et au-dessus de la voûte de la ligne 13 du métro, ce couloir, constitué d'un cadre en béton armé de 73,60 mètres de longueur développée, 3,56 mètres de largeur et 2,58 mètres de hauteur, suit d'abord l'avenue de Clichy, traverse ensuite la rue Fragonard puis pénètre dans le domaine SNCF au droit de la gare de Porte de Clichy.

À l'exception d'un tronçon de 9,20 mètres exécuté en première phase par la SNCF côté gare ligne C, la construction de l'ouvrage (travaux



RATP - Gérard Dumax

préparatoires, gros œuvre, aménagements, équipements) a été entièrement réalisée par la RATP.

Le couloir est désormais propriété de la SNCF. La limite de domanialité entre les deux entreprises a été matérialisée par la pose d'une grille automatique côté pénétration vers la ligne 13. ■

## EXPLOITATION DU RÉSEAU BUS

### *Prolongement de la ligne 463*

Le 17 juin 1991, la ligne 463, dessert de la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines, a été prolongée de Trappes (Pissaloup) à Élancourt (Diderot).

Le prolongement, d'une longueur de 0,4 km, est inclus dans la troisième section de tarification.

### *Suppression de la desserte du Centre horticole de Rungis*

Depuis le 8 juillet 1991, la ligne 231 — « Villejuif (Louis Aragon - Métro) / Rungis (La Fraternelle - RER) » — ne dessert plus, faute de fréquentation, le Centre horticole de Rungis.

Toutes les courses sont donc maintenant assurées directement dans

Rungis en empruntant les rues Notre-Dame et du Marché.

Cette modification n'a eu aucune incidence sur le sectionnement de la ligne.

### *Aménagements réservés à la circulation des autobus*

Au cours du mois de juin 1991, trois nouveaux couloirs dans le sens de la circulation générale ont été mis en service dans la capitale :

— le premier rue du Père Coirentin, côté pair (14<sup>e</sup> arrondissement), de la rue de la Tombe-Issoire au n° 72 de la rue (490 m), sur les itinéraires des lignes 28 et 38 ;

— les deux autres boulevard Sérurier (19<sup>e</sup> arrondissement) : côté impair entre la rue du Léman et la rue de Belleville (80 m), sur le parcours de la ligne PC intérieure d'une part, et côté pair de l'avenue de la Porte des Lilas à l'entrée principale de l'hôpital Robert Debré (270 m), sur le parcours de la ligne PC extérieure d'autre part.

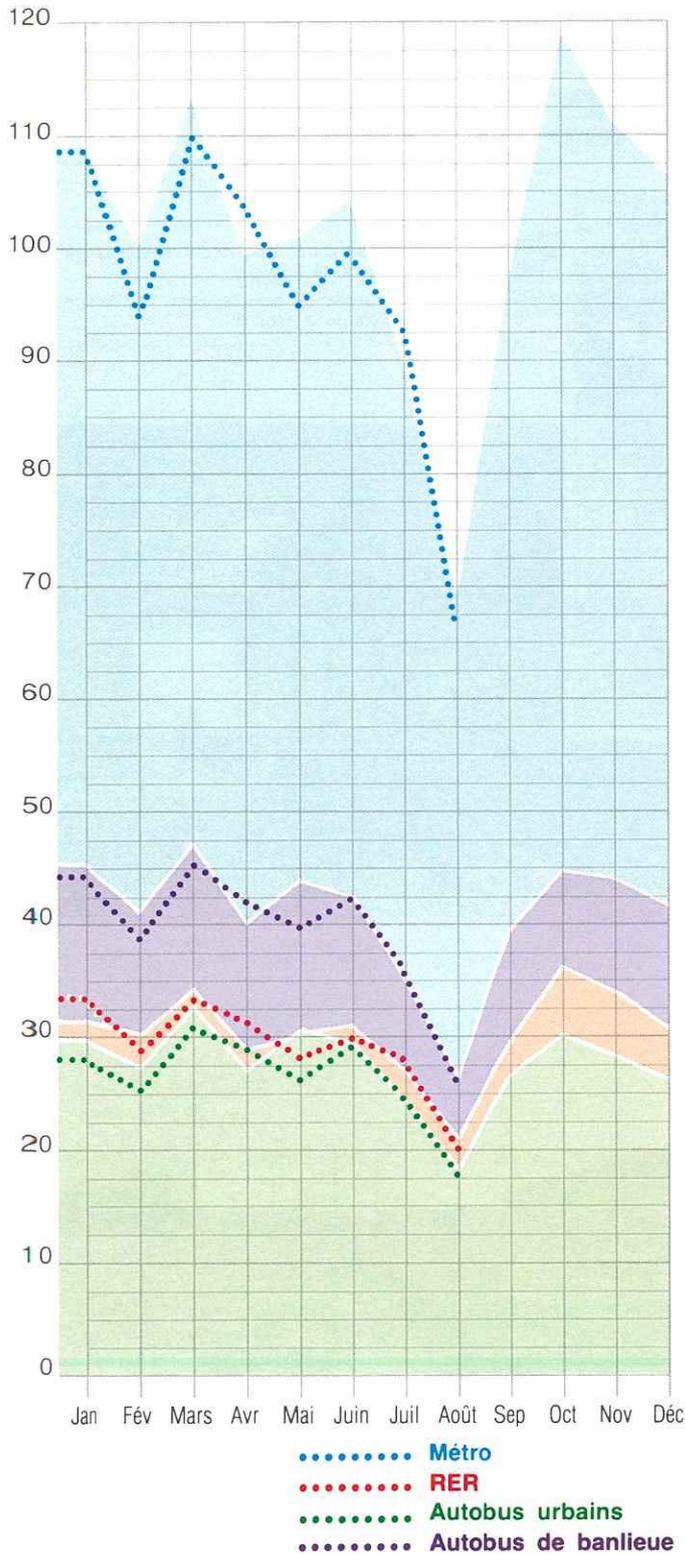
En outre, fin mai 1991, le couloir de 50 mètres dans le sens de la circulation créé début 1989 place de la Porte de Châtillon (14<sup>e</sup> arrondissement) et utilisé par les lignes 194 et 195, a été prolongé de 60 mètres dans l'avenue du même nom côté impair. Le couloir de 110 mètres ainsi formé s'étend de l'avenue Ernest Reyer au boulevard Brune.

En juin également, le couloir de 480 mètres dans le sens existant avenue du Général Leclerc (toujours dans le 14<sup>e</sup> arrondissement), entre la place Victor Basch et le boulevard Brune, sur le trajet de la ligne 68, a été supprimé.

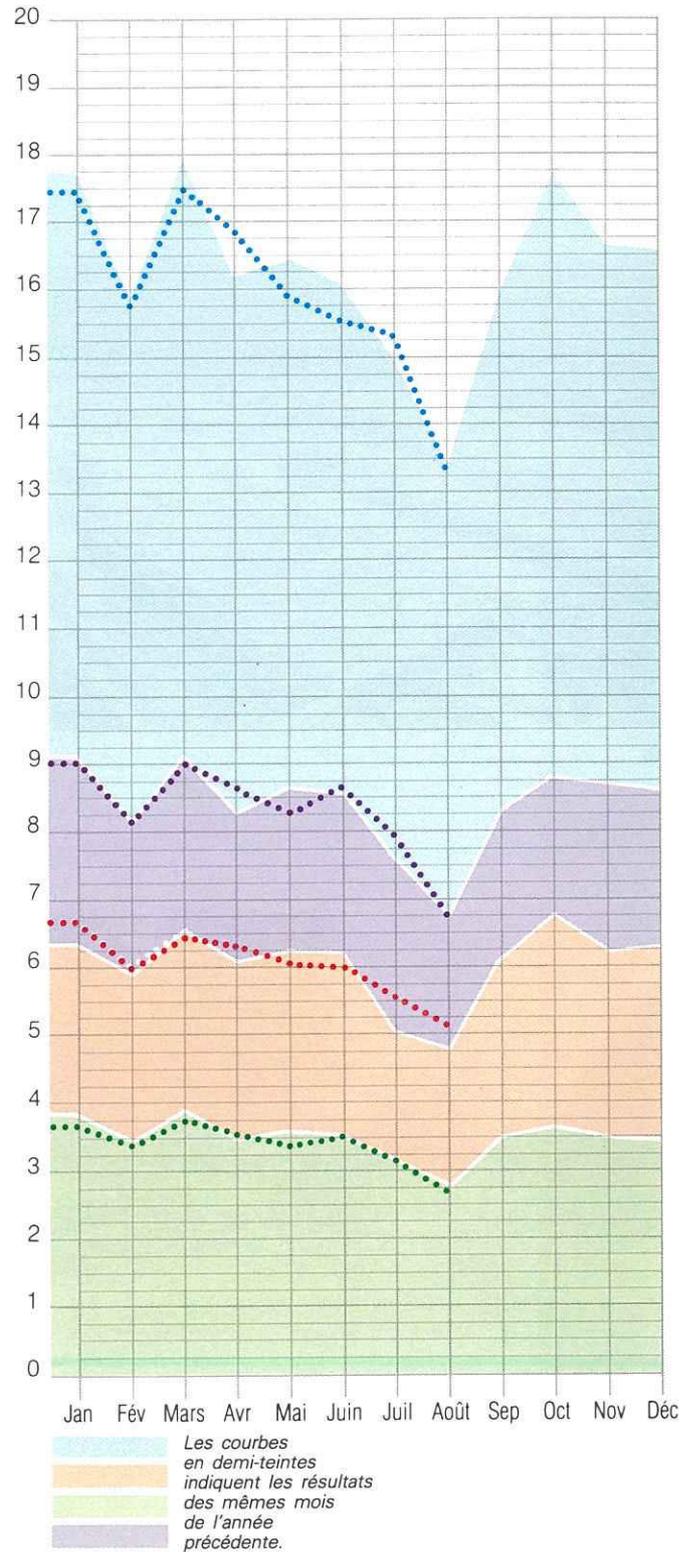
Enfin, en juillet, le couloir de 430 m dans le sens créé boulevard Victor (15<sup>e</sup> arrondissement), de l'avenue de la Porte de Sèvres à la rue de la Porte d'Issy, a été transformé en site propre latéral unidirectionnel par la pose de bordures. Il n'est plus emprunté que par la ligne PC extérieure. ■

## TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1991

### Millions de voyages effectués



### Millions de km-voitures



# VUES DES TRAVAUX EN COURS

## **Prolongement de la ligne A du RER à Chessy/Parc Euro-Disneyland**

- ① Vue aérienne des gares RER et TGV sur le site de Chessy.
- ② Couverture des voies et quais de la gare de Bussy-Saint-Georges.
- ③ Intérieur du bâtiment du tour en fosse en arrière-gare de Torcy, après pose des voies sur pilotis.

## **Construction de la ligne de tramway « Saint-Denis - Bobigny »**

- ④ Travaux de voirie avenue Youri Gagarine à Bobigny, de part et d'autre de la plate-forme en site propre.
- ⑤ Fondations du hall diagnostic sur le site des ateliers de la ligne 5.

## **Réalisation du complexe de maintenance du tramway à Bobigny**

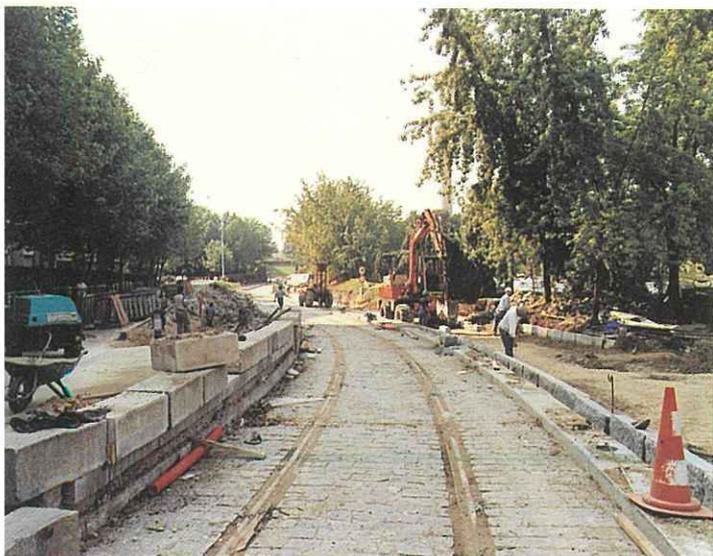
- ⑤ Fondations du hall diagnostic sur le site des ateliers de la ligne 5.



②



③



④



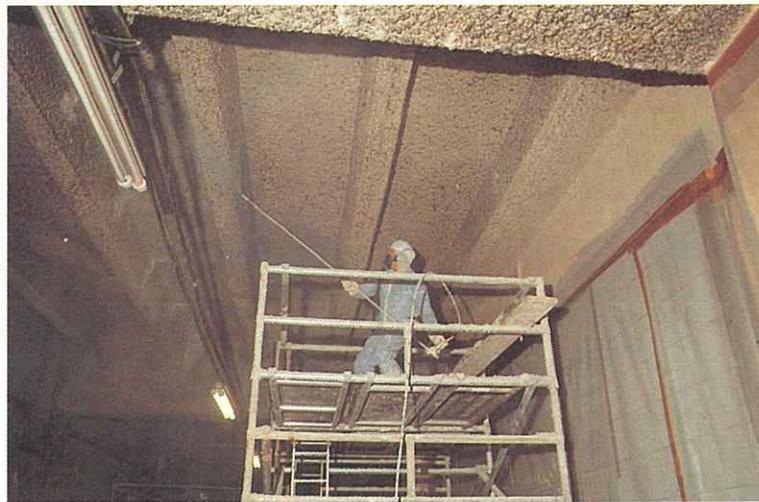
⑤



⑥



⑦



⑧

## Prolongement de la ligne 1 du métro à La Défense

- ⑥ Chantier de réalisation du parc de stationnement avenue Charles-de-Gaulle à Neuilly-sur-Seine.
- ⑦ Pose de la voie sur le Pont de Neuilly.
- ⑧ Flocage du plafond de la future station « La Défense ».

## Construction de la ligne Météor Ilot Mazas (Paris 12<sup>e</sup>)

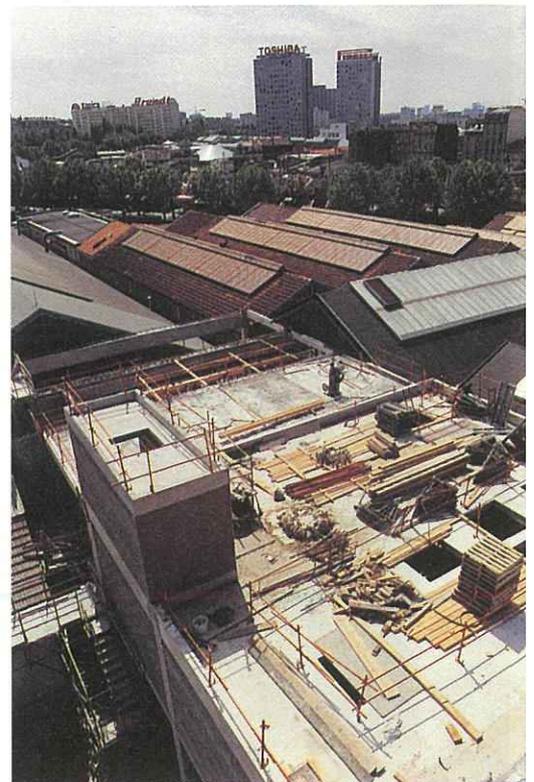
- ⑨ Passage sous le futur immeuble du 221-223 rue de Bercy.

## Agrandissement des ateliers de Saint-Ouen (3<sup>e</sup> phase)

- ⑩ Bâtiment révision.



⑨



⑩

# NOUVELLES DE FRANCE



## GRENOBLE

### *Succès de la ligne B*

Mise en service en novembre 1990, la ligne B du tramway de Grenoble a connu un succès commercial immédiat, qui se poursuit depuis. La clientèle a doublé sur l'axe « Gare-Campus » et 33 000 voyageurs sont désormais transportés chaque jour sur ce nouvel axe lourd, trafic qui dépasse de plus de 10 % les prévisions. On compte ainsi environ 16 000 voyageurs supplémentaires entre les stations « Gares Europole », « Centre hospitalier » et « Campus », par rapport au trafic qu'assuraient autrefois les lignes d'autobus 4, 9 et 22 sur ce même itinéraire. Un fait remarquable est à noter : près de 60 % de la clientèle est étudiante, ce qui tendrait à prouver que, décidément, les jeunes ont plus que jamais le ticket pour le tramway.

Forte de son expérience réussie avec la ligne A, la SEMITAG (Société

d'Economie Mixte des Transports de l'Agglomération Grenobloise) a pu aborder l'exploitation de la seconde ligne dans les meilleures conditions. Aujourd'hui, pas moins de 34 rames circulent quotidiennement sur les deux lignes de tramway, dont 14 sur la seule ligne B. Du coup, les réserves pour la maintenance se trouvent maintenant limitées à trois ou quatre rames, d'où une nécessaire réorganisation (actuellement en cours) du travail des ateliers afin d'accroître la disponibilité du matériel dans la journée. Trois rames supplémentaires ont été en outre commandées, lesquels seront livrées à la rentrée prochaine, pour faire face à l'augmentation prévisible du nombre d'étudiants sur le campus.

La mise en service de la deuxième ligne du tramway grenoblois s'est accompagnée d'un réaménagement du réseau d'autobus, avec mise en œuvre de « rabattements ». Depuis 1987, l'offre kilométrique se sera donc accrue de 13 % sur l'ensemble du réseau, avec 1 300 000 kilomètres par an, tandis que, grâce au tram-

way, le nombre de places-kilomètres offertes aura augmenté de 48 % sur la même période.

Devant d'aussi bons résultats, on ne s'étonnera donc pas que la future troisième ligne de tramway soit plus que jamais à l'ordre du jour. Si le principe en est d'ores et déjà acquis, en revanche son tracé demeure encore à l'étude. Une décision devrait intervenir tout prochainement ; avec mise en service prévue pour 1994-95. En attendant, la SEMITAG doit ouvrir dès la rentrée prochaine, à la station de tram « Grand Sablon », un parking de 130 places réservé à sa clientèle. Et, à la fin de l'année, elle recevra seize R 312, l'autobus de nouvelle génération de RVI. Encore une illustration de l'effet « boule de neige » qui accompagne toute politique volontariste en matière de transports urbains. Pour le plus grand bien de la collectivité. ■

*(La Vie du Rail, 11 avril 1991)*



Photo Alsthom

Rames de tramway dans Grenoble.



## LYON

### Ouverture à l'exploitation de la quatrième ligne de métro (ligne D)

Après huit ans de travaux, la quatrième ligne du métro de Lyon vient enfin d'être mise en service. Avec l'ouverture commerciale, le 9 septem-

bre dernier, de sa ligne D, le réseau de l'agglomération est donc passé de 14 à 23 kilomètres. Et l'été prochain, il comptera 28 kilomètres avec le prolongement jusqu'à Vénissieux de cette grande transversale est-ouest.

La section de la nouvelle ligne mise en service relie « Gorge-de-Loup » (gare SNCF) à « Grange-Blanche » (centre hospitalier Édouard Herriot) avec sept stations intermédiaires. Elle

est exploitée avec quatorze rames de deux voitures circulant de 5 heures 30 à 20 heures 30. Le nouveau système de pilotage automatique intégral, baptisé MAGGALY (Métro Automatique à Grand Gabarit de l'Agglomération Lyonnaise) ne devant être opérationnel qu'à l'occasion de la mise en service du prolongement à « Gare-de-Vénissieux », le conducteur, comme sur les lignes A et B, bénéficie seulement des dispositifs classiques d'aide à la conduite et à la gestion centralisée de la circulation. Les rames n'ayant pas de cabine, cet agent dispose d'un poste de pilotage temporaire, non séparé des voyageurs, comme dans un bus.

La mise en service de la ligne D constitue un événement d'importance ; en effet, treize ans après l'inauguration de la ligne A, en 1978, un quart de la population de Lyon sera dans quelques mois à cinq minutes à pied d'une station de métro. Et, entre-temps, 60 % des lignes de bus actuellement en service vont voir leur itinéraire modifié pour desservir les stations de métro de la nouvelle ligne D.

Le métro de Lyon se « branche » donc sur les autres moyens de transport. Ainsi, jusqu'ici, il n'était connecté avec la SNCF qu'à La Part-Dieu et Perrache. La ligne D offre désormais une correspondance directe avec la gare de Gorge-de-Loup qui, comme les autres gares de la périphérie, sera dotée de nouvelles places de parking. Objectif : augmenter la fréquentation du métro qui a accueilli, en 1990, 67 millions de voyageurs.

Au total, la réalisation de la ligne D aura coûté environ 5,6 milliards de francs (dont 20 % à la charge de l'État). Sur cette somme, 2 milliards ont été consacrés aux travaux de génie civil (c'est le plus grand chantier jamais mené à bien dans ce domaine à Lyon), 2,3 milliards à l'équipement et au matériel roulant, 800 millions à l'achat des terrains et, enfin, 500 millions aux études et aux travaux d'ingénierie. ■

(La Vie du Rail, 19 septembre 1991)



Plan du métro de Lyon.

# NOUVELLES DE L'ÉTRANGER

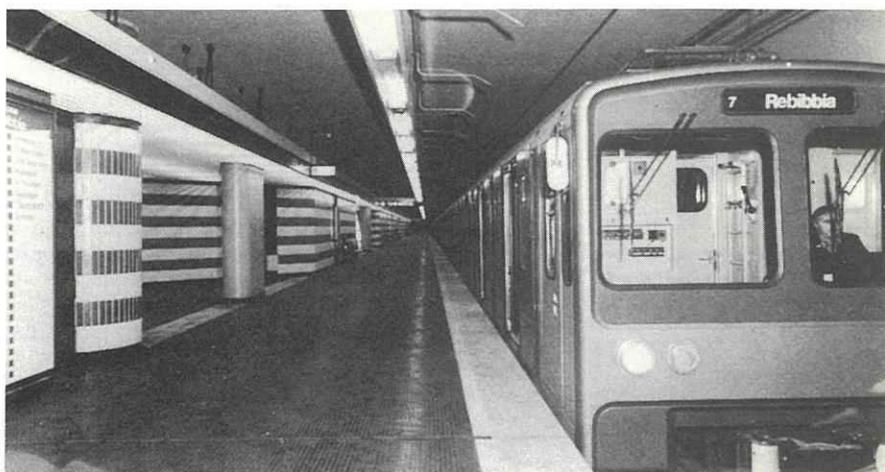
## A.CO.TRA.L.

### ROME

#### Le prolongement de la ligne B du métro en service

Le 8 décembre 1990, la ligne B du métro de Rome a été prolongée de 8 kilomètres, avec 10 stations, de Termini (gare centrale des Chemins de fer italiens) à Rebibbia, au nord-est, ce qui a permis de réaliser un réseau en forme de « X », comme il était prévu dès l'origine. La section sud de la ligne B, de Termini à Laurentina, d'une longueur de 11 kilomètres, avait été mise en service en 1955, alors que la ligne A, qui s'étend d'est en ouest, sur 14,5 kilomètres de Agnagna à Ottaviano, était inaugurée bien plus tard, en 1980.

À partir de Termini, le nouveau prolongement de la ligne B traverse le centre-ville en souterrain, avec les trois stations « Castro Pretorio », « Policlinica » et « Bologna ». La station suivante, « Tiburtina », est en correspondance avec une des gares



Une rame en stationnement dans une nouvelle station de la ligne B du métro de Rome.

les plus actives du réseau ferré de banlieue. Après Tiburtina, la ligne a été construite pour la plus grande part en tranchée couverte, avec quelques sections aériennes, y compris un pont franchissant la rivière Aniene. Au total, dix nouvelles stations ont été construites, mais deux d'entre elles ne seront ouvertes que lorsque les parcs de liaison et les gares d'autobus de rabattement auront été achevés.

Un nouveau garage-atelier a été

installé près de la station « Magliana », sur la section ancienne de la ligne B, pour assurer l'entretien des 106 nouvelles voitures à commande à hacheurs. Des travaux sont en cours pour moderniser les stations et les équipements de cette section ancienne afin de les harmoniser avec les normes adoptées sur le nouveau prolongement. Une nouvelle station sera construite avenue Marconi et trois des stations existantes (« Garbetta », « San Paolo Basilica » et le terminus sud « Laurentina ») seront entièrement reconstruites. L'achèvement de ces travaux est prévu pour la fin de 1992, date à laquelle une nouvelle série de 82 voitures sera livrée.

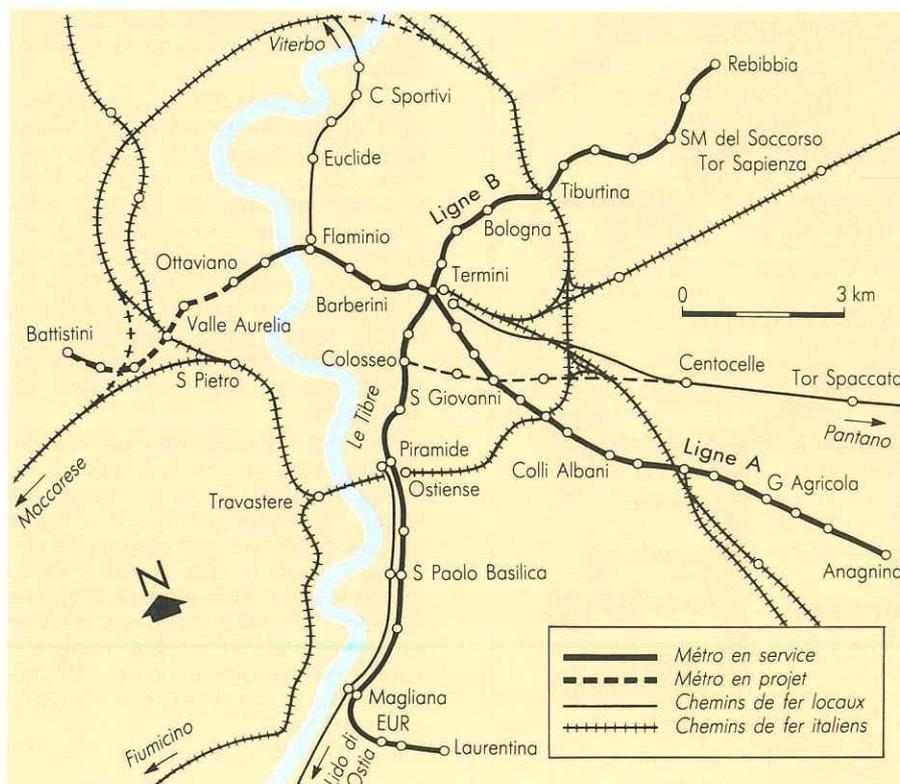
Lorsque les travaux de modernisation auront été réalisés, l'efficacité de l'exploitation de la ligne B devrait être grandement améliorée, permettant de réduire les intervalles entre les trains (actuellement, 5 minutes).

La mise en service du prolongement de la ligne B devrait faire passer le trafic du métro de 160 millions de voyageurs en 1990, à 190 ou 200 millions en 1991.

En 1992, le parc du métro sera constitué de 378 voitures : 152 motrices et 38 remorques sur la ligne A, et 188 motrices sur la ligne B.

Après l'achèvement de la ligne B, l'attention se tourne maintenant vers la ligne A, sur laquelle les travaux de construction du prolongement vers l'ouest, de Ottaviano à Battistini, devraient commencer à la fin de 1991. Selon les prévisions actuelles, les cinq nouvelles stations devraient être mises en service en 1997. ■

(Developing Metros, 1991)



D'après document Developing Metros

Le réseau de métro de Rome.

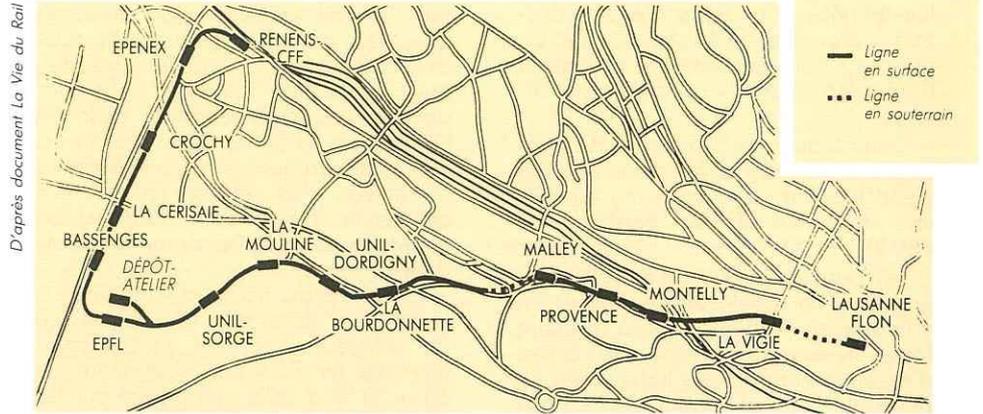
## TSOL

### LAUSANNE

#### Mise en service du « TSOL » (Métro Ouest)

À la capacité près, il a vraiment tout d'un métro. Et pourtant, dès l'origine du projet, on l'a baptisé « tramway » ! Le TSOL (Tramway du Sud-Ouest Lausannois) doit être inauguré le 24 mai prochain, sa mise en service étant prévue le 2 juin. Ce « Métro Ouest » — selon la désignation qui s'impose malgré tout — est né de la nécessité de desservir, au moyen d'un système de transport performant, un nouveau site universitaire en plein essor, situé à 5 kilomètres du centre-ville et incluant notamment la célèbre École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). À l'horizon 1995, quelque 13 000 personnes étudieront ou travailleront sur ce site et les communes riveraines enregistrent déjà une urbanisation galopante.

Longue de 7,8 kilomètres, cette ligne, entièrement à voie unique — ce qui reste assez exceptionnel pour un métro —, relie Lausanne-Flon (actuel terminus du Lausanne-Ouchy) à Renens.



Le tracé du nouveau Métro Ouest de Lausanne (ou TSOL).

En ce qui concerne l'armement de la voie, les Suisses n'ont à l'évidence pas lésiné, puisqu'ils ont adopté le rail CFF de 46 kg/m posé sur traverses monoblocs en béton de 288 kg. Une voie plutôt lourde par rapport au matériel appelé à circuler dessus, mais qui présentera l'avantage d'offrir un très bon confort de roulement tout en réduisant les nuisances sonores. Première mondiale : les appareils de voie ont un moteur monté entre files de rails, dans le travelage normal. Ce système électro-hydraulique, qui inclut la fonction « calage », a été tout spécialement développé pour répondre au faible gabarit dégagé par certains ouvrages. La ligne est souterraine sur 880 mètres, soit sur 11 % du parcours, et com-

porte un tunnel de 400 mètres de long. Elle franchit six ponts-rails d'une longueur cumulée voisine de 900 mètres. Une véritable profusion d'ouvrages d'art sur cette courte infrastructure aux allures de ligne de montagne (avec des déclivités de 60 ‰), qui se trouve construite dans un terrain remblayé dont les caractéristiques mécaniques se révélèrent exécrables : ainsi, les ponts et les bâtiments sont-ils établis sur des pieux descendant parfois à 36 mètres ; seize passages à niveau ont dû être implantés sur l'itinéraire, dont trois équipés de barrières automatiques pour remédier à une visibilité insuffisante.

La ligne compte quinze stations, dont trois souterraines et une en viaduc. Douze d'entre elles sont à double voie afin d'autoriser les croisements. La longueur des quais, au minimum égale à 65 mètres, permet la réception de rames composées de deux éléments en unités multiples. Le block automatique règne sur la totalité de la ligne, mais avec une signalisation bien particulière, alliée à un dispositif de répétition qui provoquerait l'arrêt d'urgence en cas de franchissement d'un signal fermé et en l'absence de toute réaction du conducteur.

La ligne, équipée de la radio sol-trains avec enregistrement systématique des conversations, peut aussi être exploitée, en cas de perturbation, sous le régime de la commande centralisée partielle ou totale. La firme Matra s'est par ailleurs vu confier l'étude de faisabilité d'un logiciel qui régulerait automatiquement cette ligne jusqu'au retour de la situation normale. La commande centralisée des installations s'opère depuis un poste unique aménagé dans



Rame du TSOL.

Photo G. Recoura/La Vie du Rail

les emprises du dépôt-atelier, construit à proximité de la station « EPFL » et conçu pour permettre le garage et l'entretien d'une vingtaine de voitures.

Compte tenu de l'existence de passages à niveau, la prise de courant s'effectue par ligne aérienne alimentée sous une tension continue de 750 V.

Les douze rames, commandées en janvier 1988 à l'électricien ABB et au mécanicien Vevey, sont à présent toutes livrées, et circulent déjà, à titre d'essai, sur la nouvelle ligne. Mais ce matériel, pour séduisant qu'il apparaisse, ne se distingue pas seulement par son esthétique. Il est, apparemment, le premier métro du monde... « bimode » — ou presque — puisqu'il dispose d'un groupe d'autonomie embarqué lui permettant de fonctionner en l'absence de tension « ligne », certes à puissance inférieure, mais sans aucune restriction d'utilisation ni de confort. Monté sous le châssis, un moteur diesel turbo-compressé à six cylindres, relié à un alternateur 600 V, délivre une puissance de 88 kW, venant alimenter la rame en amont de tout son équipement haute tension. Dénommé GMA (Groupe de Marche Auxiliaire), cet équipement lui confère une autonomie d'une heure environ, mais ne s'avérerait bien sûr d'aucun secours en cas de panne électrique liée au véhicule lui-même. Poursuivant plus avant dans cette inhabituelle philosophie, les concepteurs du projet sont allés jusqu'à prévoir à terre des batteries d'accumulateurs capables de secourir intégralement les installations de sécurité (y compris les appareils de voie) lors d'une coupure de la tension « secteur ». Voilà donc bien le tout premier métro qu'une panne d'électricité — fût-elle généralisée — ne saurait, au moins temporairement, arrêter. Autre avantage remarquable du GMA : il dispense de caténaire les voies du dépôt. Outre l'économie réalisée au niveau de l'investissement initial, les travaux d'entretien en partie haute des caisses devraient s'en trouver considérablement simplifiés.

Ce matériel roulant se présente sous la forme d'éléments articulés doubles à deux caisses sur trois bogies, longs de 30 mètres, larges de 2,65 mètres, d'une masse à vide de 42 tonnes. Chaque élément dispose de 66 places assises et peut transporter 235 voyageurs.

Leur plancher se trouvant à 980 millimètres au-dessus du niveau des

rails, les voitures ne peuvent desservir que des points d'arrêt aménagés avec des quais de hauteur voisine, une disposition qui, en définitive, améliore l'accessibilité. La distance horizontale entre quai et voiture a même été ramenée à 50 millimètres au niveau des portes, en montant des seuils formés d'un bourrelet de caoutchouc emboîté dans un profil d'aluminium.

La durée du trajet, de terminus à terminus, s'élèvera à 18 minutes, ce qui correspond à une vitesse commerciale de 26 km/h, supérieure de 60 à 70 % à celle enregistrée sur les lignes d'autobus et de trolleybus. Dès l'ouverture au service commercial, les rames en unités multiples se succéderont à 10 minutes d'intervalle, de 6 à 20 heures, conférant au Métro Ouest une capacité de 2 800 voyageurs par heure et par sens.

Un métro qui devrait transporter plus de sept millions de passagers dès sa première année d'exploitation, et qui aura en définitive coûté 192 millions de francs suisses (\*), le financement étant réparti entre la Confédération, le canton de Vaud et les quatre communes intéressées. ■

(La Vie du Rail, 2 mai 1991)

## LIMA

### Le métro en construction

Le futur métro de Lima prend forme... en Italie. Une expression à prendre au pied de la lettre, car les dix rames de six voitures (deux motrices encadrant quatre remorques) destinées au métro de Lima — actuellement en construction chez Fiat à Savigliano et chez Breda à Pistoia — sont en tous points semblables à celles que ces mêmes constructeurs viennent de livrer pour la ligne B du métro de Rome.

La décision de créer un métro dans la capitale péruvienne fut prise en février 1986 par le gouvernement, en raison de l'acuité des problèmes de transports. Car Lima, mégapole de 6,5 millions d'habitants (dont 3 millions au cœur de l'agglomération), qui s'étend sur près de 4 000 kilomètres carrés jusqu'à Callao et regroupe plus du quart de la popula-

- Section de ligne en construction
- - - Prolongement en projet
- - - Variantes de tracés à l'étude
- + + + + + Chemin de fer central



La première ligne du métro de Lima.

(\*) 1 franc suisse (CHR) ≈ 3,90 FRF.

tion du Pérou, ne dispose que d'un réseau de transports urbains inefficace et au bord de l'asphyxie. Ce réseau, outre sa faible capacité, avec un tiers de minibus de 17 à 50 places, présente un état de mauvais entretien, aggravé par la dégradation avancée des infrastructures routières. Il comporte un secteur public, l'Empresa Nacional de Transporte Urbano ou Enatru (14 lignes, 100 millions de voyageurs, 400 véhicules), qui fait face à la concurrence anarchique d'une myriade de transporteurs privés (151 lignes, 400 millions de voyageurs, 3 000 véhicules dont les deux tiers de minibus souvent propriété d'artisans). L'Enatru a récemment créé une ligne d'autobus en site propre de 7,5 kilomètres de longueur dont le tracé sera utilisé ultérieurement pour le métro.

Le projet de métro concerne une grande ligne nord-sud d'une longueur de 40 kilomètres de l'hôpital Dos de Mayo au quartier de Villa El Salvador. Ultérieurement, la ligne sera prolongée vers la gare du Chemin de fer central, située plus au nord. La partie actuellement en construction se développe sur 21 kilomètres dans la partie sud, à travers le quartier de San Juan de Miraflores : le tiers du trajet est en tranchée ou à niveau et les deux tiers en viaduc.

Cette première section comportera seize stations dont dix aériennes et, actuellement, la moitié de la longueur des voies est déjà posée. La ligne sera électrifiée en 1 500 V continu par caténaires (cinq sous-stations seront nécessaires) et elle sera exploitée à l'aide d'une installation de commande centralisée ; un équipement de radio sol-trains et un système d'arrêt automatique des trains compléteront la panoplie des équipements de sécurité. La capacité de cette première section de ligne à l'heure de pointe est estimée à 30 000 voyageurs par heure, les deux sens réunis, soit environ 500 000 voyageurs par jour.

Le gouvernement péruvien finance les investissements concernant l'infrastructure et le génie civil tandis que les équipements et le matériel roulant sont l'objet d'un prêt italien d'un montant total de près de 900 millions de francs. Les dix premiers kilomètres de la section initiale du métro devraient être en service en 1992. ■

(La Vie du Rail, 27 juin 1991)

## À NOTER

**29-09-91** : Ouverture de la gare de Porte de Clichy sur la ligne C du RER.

**29-09-91** : Ouverture de la nouvelle gare TGV de Massy-Palaiseau.

**01-10-91** : Ouverture du dépôt bus d'Aubervilliers.

**02-10-91** : Mise en service de la desserte Antony-Aéroport d'Orly (ORLYVAL).

**05-10-91** : Mise en service du nouveau Funiculaire de Montmartre.

**E**T pour compléter votre information, vous trouverez dans la Revue Générale des Chemins de Fer :

### Juin 1991 :

- « Une démarche nouvelle aux études du matériel roulant ferroviaire : l'assurance qualité », par Michel Mathieu et Michel Piau (RATP).

### Septembre 1991 :

- « Transmission hydrostatique intégrale avec utilisation d'un moteur à cylindrée variable », par Christian Doireau, Michel Garnier et Rémy Châtenet (RATP).
- « Un VAL pour Orly », par Denis Paillat (Matra-Transport).

**RATP**  
ÉTUDES/PROJETS

ISSN 0760-2456

Directeur de la Rédaction :

Jean-Paul Perrin  
(Département du Développement)

Secrétariat de la Rédaction :

Jean-Jacques Aubrun  
(Département Communication Publique)

Maquette et mise en page :

Michel Joly

Imprimerie

Laboureur et Cie, Paris-Rosny

Dépôt légal n° 3639

4<sup>e</sup> trimestre 1991

Tirage : 11 700 exemplaires





