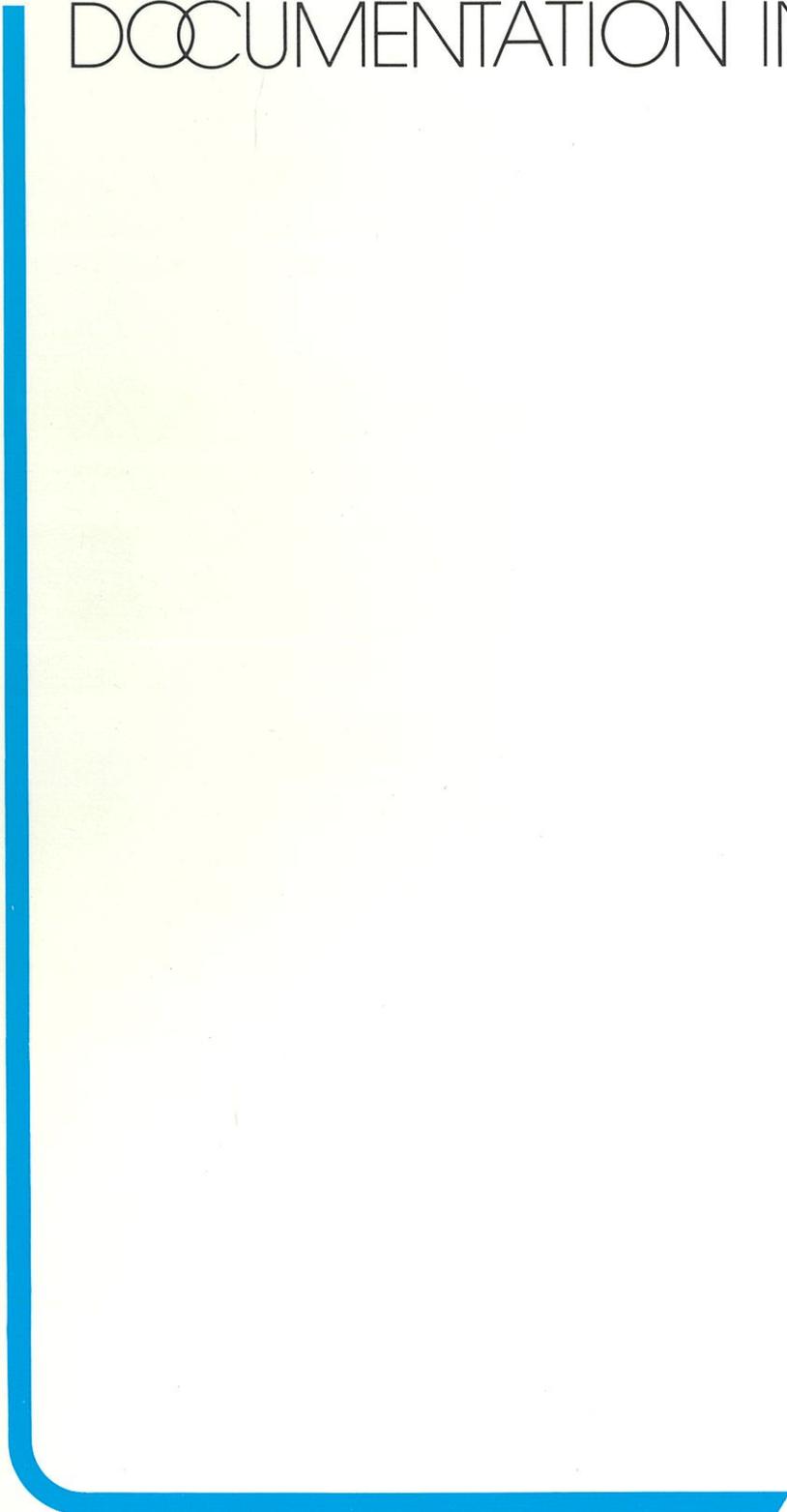


82

octobre-novembre-décembre

# DOCUMENTATION INFORMATION



**RATP**



REGIE  
AUTONOME  
DES  
TRANSPORTS  
PARISIENS

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

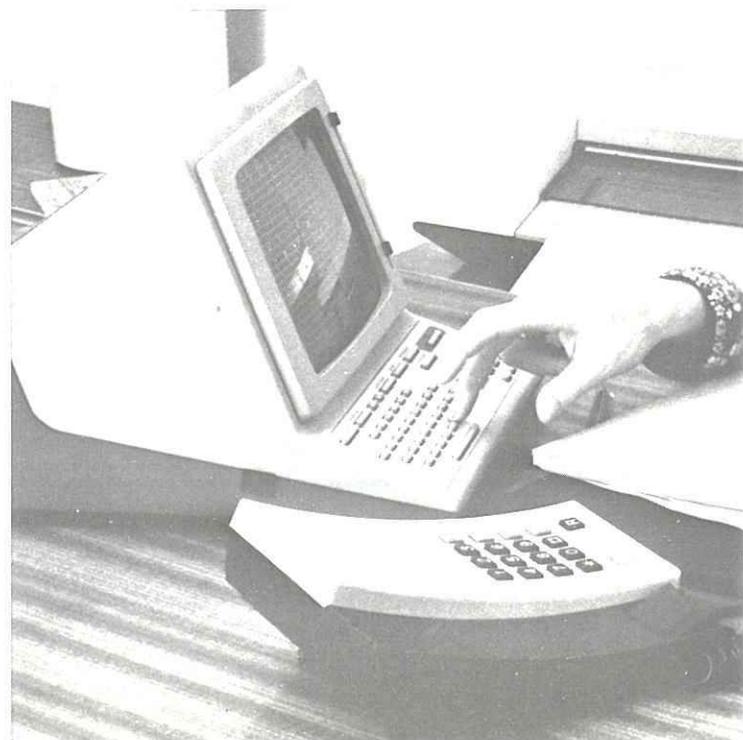
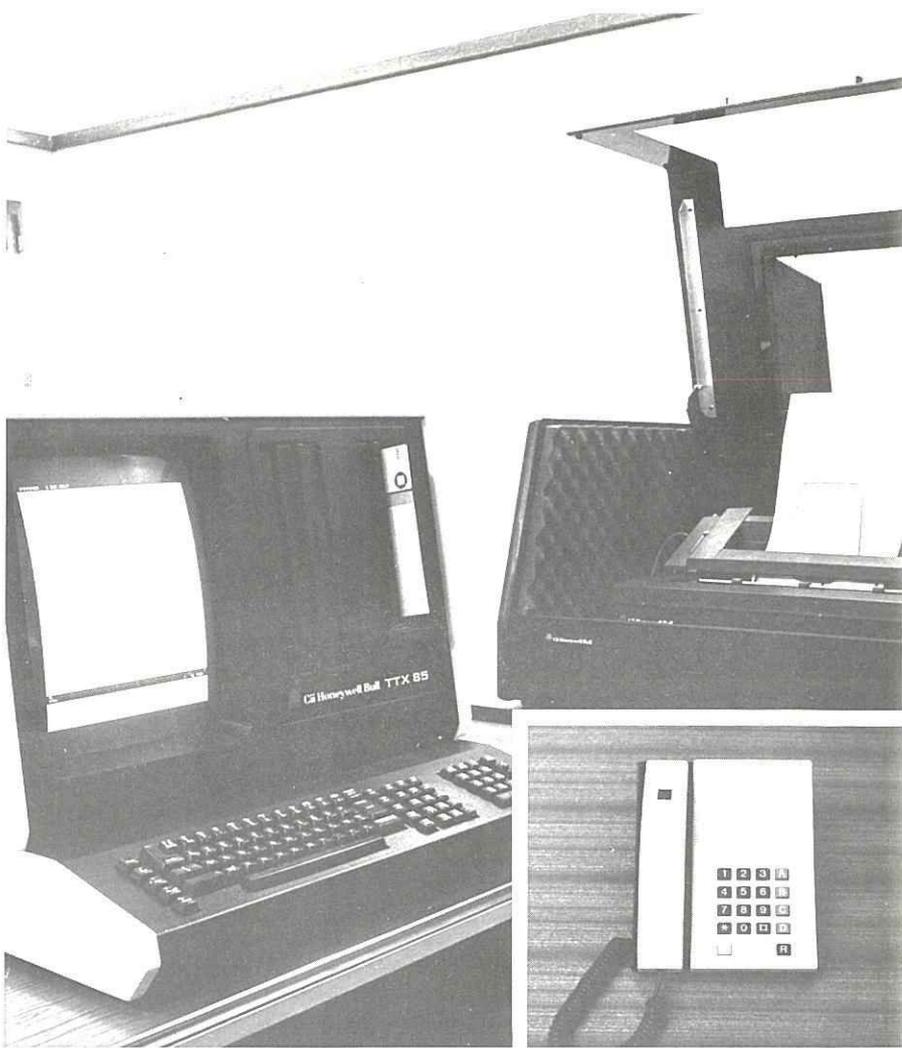
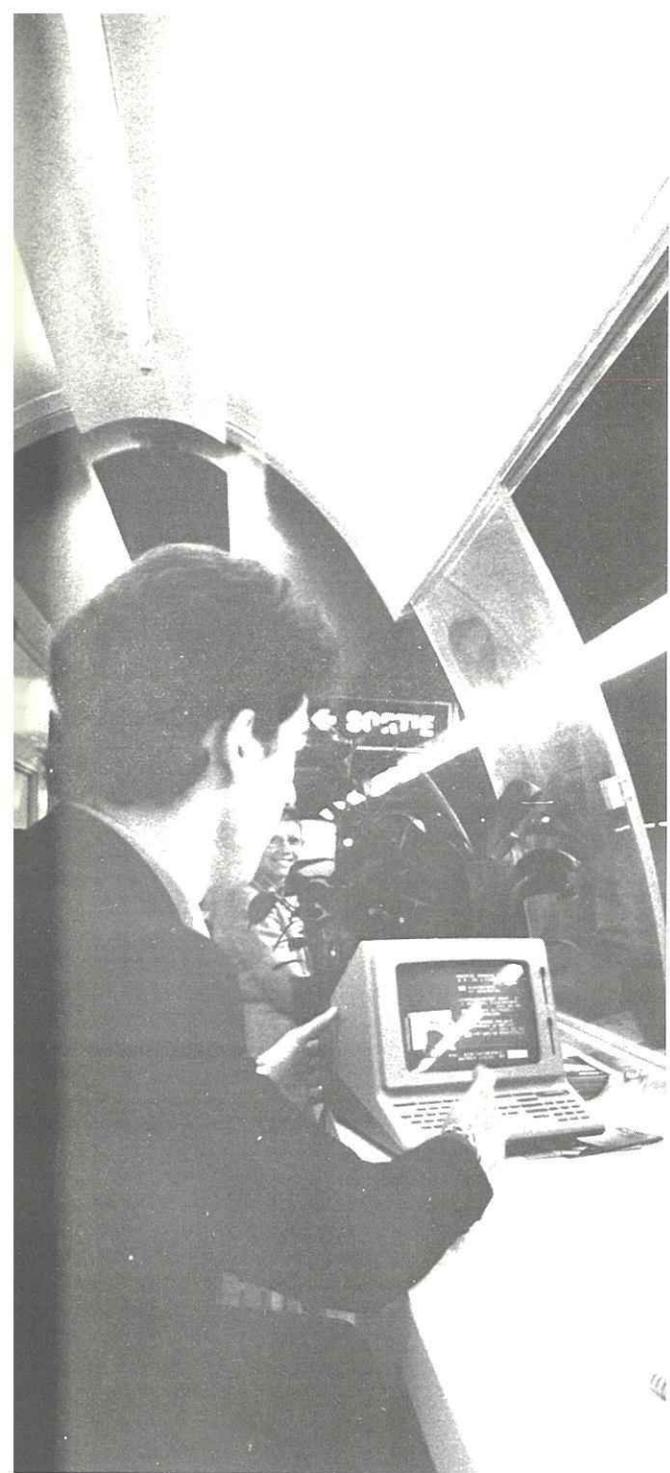
**Bulletin de documentation et d'information**  
**édité par la Direction des systèmes d'information et de l'organisation**

Abonnement pour l'année 1982  
FRANCE et ÉTRANGER: 92 F



# SOMMAIRE

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT	
Les développements de la bureautique à la RATP .....	5
Une méthode pour élaborer les programmes de rénovation des stations du métro .....	11
L'ACTUALITÉ DANS LES TRANSPORTS PARISIENS	
Création de la gare Saint-Michel sur la ligne B .....	19
NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP	
Le laboratoire d'essais de la RATP .....	28
Conseil d'administration .....	54
Exploitation du réseau d'autobus .....	58
Vues des travaux en cours .....	64
Trafic et service de l'année 1982 .....	67
LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE	
Nouvelle de France .....	69
Nouvelles de l'étranger .....	69
Rapport d'activité du Syndicat des transports de Hambourg .....	74



## LES DÉVELOPPEMENTS DE LA BUREAUTIQUE A LA RATP

par Georges Rivat,  
Ingénieur chef de division à la Direction  
des systèmes d'information et de l'organisation

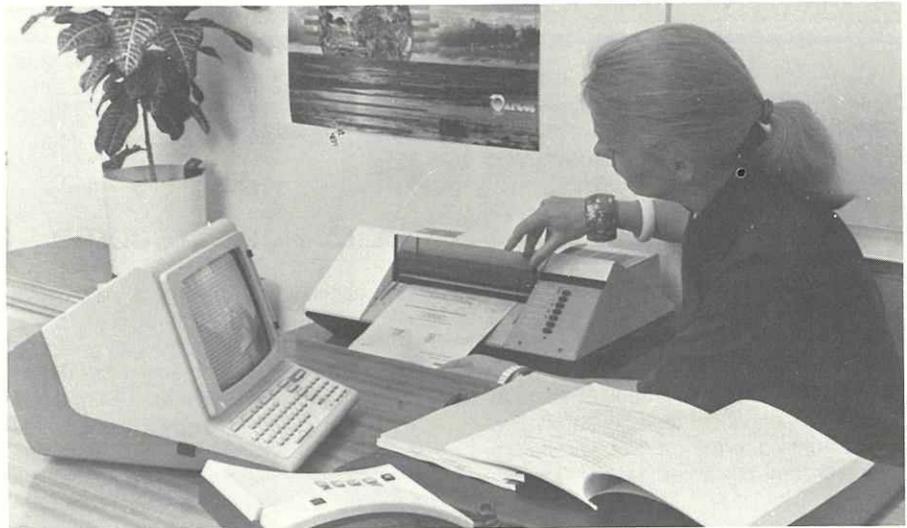
### Qu'est-ce que la bureautique ?

Le mot bureautique a été introduit en France il y a 5 ans. C'est la traduction de l'américain "office automation". De nombreux auteurs, et il semble qu'il y ait une certaine surenchère sur ce thème, ont essayé de donner une définition de la bureautique. Sans trop s'attarder sur ce débat purement intellectuel, on peut néanmoins citer quelques définitions permettant d'éclairer le sujet.

Selon les auteurs, LA BUREAUTIQUE est:

- L'emploi de l'ensemble des moyens de traitement de l'information dans les entreprises et dans les organisations (*L. Nauges*).
- L'ensemble des techniques et des procédés visant à faire exécuter par des matériels tout ou partie des tâches de bureau (*rapport Nora-minc*).
- La mécanisation et l'automatisation du plan d'activité tertiaire à base de main-d'œuvre non encore touchée par l'informatique (*Ministère de l'Industrie*).
- L'ensemble des technologies de saisie, de production, de distribution et de stockage d'informations textuelles et numériques, écrites, visuelles et vocales, leur interaction et leur liaison avec l'organisation (*J. Martineau*).
- L'assistance à différents travaux de bureau procurée par des moyens et des procédures faisant appel aux techniques de l'informatique, des télécommunications, de l'organisation (*J.P. de Blasis*).
- L'ensemble des techniques et des moyens tendant à automatiser les activités de bureau et principalement le traitement et la communication de la parole, de l'écrit et de l'image (*journal officiel du 17 janvier 1982*).

Par ailleurs, le mot bureautique est quelquefois opposé au mot télématique, certains considérant que la télématique (terme introduit par l'administration des PTT) s'adresse plutôt au grand public et la



RATP - Chabrol



RATP - Roy

bureautique aux milieux professionnels. La distinction entre ces deux notions étant souvent floue, comme on pourra le voir par la suite, nous engloberons donc sous le terme bureautique l'ensemble des techniques de communication mettant en jeu les télécommunications, l'informatique et l'organisation et qui sont susceptibles, à la RATP, de concerner les agents administratifs travaillant dans les bureaux, ateliers ou dépôts, mais également les agents d'exploitation travaillant dans les bureaux de station, les bureaux d'information ou les terminus d'autobus.

### L'organisation du développement de la bureautique

#### L'impulsion initiale

Comme beaucoup d'autres entreprises, la RATP s'est trouvée depuis quelques temps concernée par la "bureautique": des constructeurs proposent leurs nouveaux produits, des sociétés proposent leurs conseils pour l'introduction ou le développement des nouvelles techniques, des centres de formation proposent des sessions de sensibilisation, des sociétés savantes organisent des congrès, les journaux spécialisés et même la presse grand public multiplient les articles à ce sujet, les instituts de sondage enquêtent sur les besoins, les ministères créent des chargés de mission, et lors de la manifestation annuelle du SICOB, de nombreuses conférences sont organisées sur le thème du BUREAU DU FUTUR.

Devant une telle avalanche, il est nécessaire de faire le point en distinguant dans ce flot d'informations celles qui sont

porteuses d'avenir de celles qui sont de faux arguments de vente et d'essayer de déterminer quelles conséquences réelles sur le terrain, conditionnées par les réactions et l'apprentissage des utilisateurs, ce mouvement entraînera dans l'entreprise.

C'est pour répondre à ces différentes interrogations qu'a été créé au sein de la RATP, dès le premier semestre 1980, un groupe de travail restreint chargé d'établir un rapport ayant un triple objectif:

- informer la direction et plus largement l'entreprise sur la bureautique, en répondant aux questions: quel contenu les industriels proposent-ils pour la bureautique, quelles sont les entreprises qui utilisent la bureautique et comment le font-elles?
- sensibiliser l'encadrement et l'ensemble du personnel sur les nouveaux développements que les progrès technologiques rendent possibles dans le domaine tertiaire;
- réfléchir aux processus selon lesquels la bureautique pourrait se développer dans l'entreprise.

A l'occasion de cette réflexion, les contacts établis avec la Direction générale des télécommunications (DGT) ont été approfondis, ce qui a permis notamment de mieux connaître les orientations des pouvoirs publics en ce qui concerne le développement des produits et services nouveaux de la télématique.

Ce travail a abouti à la sortie, en décembre 1980, d'un rapport interne "BUREAUTIQUE: MYTHE ou RÉALITÉ" qui fut ainsi le premier outil de sensibilisation du personnel.

## La mission confiée au service de l'organisation

Ce rapport, qui n'avait qu'une fonction "informative", et ne recherchait donc pas à déterminer la liste exhaustive des applications bureautiques potentielles, identifiait bien les "acteurs" concernés par l'introduction de la bureautique:

- en premier lieu, les UTILISATEURS,
- ensuite, les ORGANISATEURS, les INFORMATIENS, et les spécialistes de TÉLÉCOMMUNICATIONS.

entre l'ensemble de ces différents acteurs s'imposait donc. Elle fut confiée, au début de l'année 1981, au service de l'organisation. A ce stade, les structures de l'entreprise n'étaient pas modifiées, le service ORGANISATION et le service INFORMATIQUE, d'une part, la division TÉLÉCOMMUNICATION d'autre part, restant rattachés à des directions différentes, respectivement la direction des études générales et la direction des services techniques.

## L'évolution récente

L'organisation initialement retenue a permis de lancer dans l'entreprise un certain nombre d'expériences pilotes. Après 18 mois de fonctionnement, l'opportunité de regrouper les services ORGANISATION, INFORMATIQUE et les activités TÉLÉCOMMUNICATION en une même direction s'est présentée à l'occasion de la réorganisation de la direction des études générales. Dans le cadre de cette réorganisation, il a été décidé de mettre en place une direction des SYSTÈMES D'INFORMATION ET DE L'ORGANISATION, regroupant ces trois activités et chargée de développer les systèmes d'information, d'en promouvoir les techniques et d'assurer les missions d'organisation générale de l'entreprise. La mission de cette nouvelle direction sera bien entendu limitée au contenant de l'information, appréhendé dans sa globalité, le contenu de l'information devant rester de la pleine responsabilité des utilisateurs.

## La méthodologie de développement de la bureautique

La méthodologie retenue par la RATP pour le développement de ses différentes expériences peut être résumée par les deux orientations: "STRATÉGIE DOUCE" et "TECHNOLOGIE AMICALE".

Qu'entendre par ces recommandations, dont le caractère volontairement caricatural cache cependant des principes qui sont essentiels pour l'introduction harmonieuse des nouveaux systèmes d'information?

## Stratégie douce

Par là, il faut entendre essentiellement information, mise en œuvre prioritaire dans les secteurs les plus motivés, concertation, participation aux décisions et formation.

Pour introduire ces nouvelles technologies qui pourront concerner, comme on l'a vu, l'ensemble du personnel travaillant dans les bureaux, au sens large du terme, il faut tout d'abord les faire connaître. L'équipe chargée du développement de la bureautique à la RATP est donc amenée à consacrer une partie importante de son temps à des réunions de présentation dans les différents secteurs de l'entreprise, aussi bien auprès de l'encadrement qu'auprès du personnel d'exécution. En effet, informer l'encadrement et négliger l'information au personnel d'exécution conduirait inévitablement à donner à ces technologies une image d'outils très élaborés et réservés à des initiés et des spécialistes et informer le personnel d'exécution sans informer l'encadrement conduirait ce dernier à sous-estimer aussi bien l'impact sur l'organisation que les apports potentiels des nouveaux produits et services et placerait l'encadrement en porte-à-faux vis-à-vis des agents. C'est donc un effort d'information considérable que l'entreprise doit consentir à cette occasion. Notons au passage que pour être efficace, cet effort d'information doit conduire à des présentations et des démonstrations de matériel. De l'expérience acquise dans cette tâche d'information, il ressort que les réunions de sensibilisation exclusivement théoriques, même avec toutes les aides audiovisuelles que l'on peut imaginer, sont loin d'avoir le même impact que des démonstrations au cours desquelles chacun peut voir et manipuler à sa guise des équipements. La démonstration concrète est le seul moyen de faire passer la télématique ou la bureautique du mythe à la réalité.

Bien entendu, une des conditions du succès est de faire appel dans la plus large mesure possible à la motivation: c'est une banalité de le dire, mais il faut rappeler qu'une application ne peut être mise en œuvre dans des délais raisonnables et aboutir à des résultats utiles que dans la mesure où elle est menée par des personnes motivées et directement intéressées par le résultat. Ceci a conduit à développer en priorité des applications pilotes ne correspondant pas toujours aux

besoins qui, a priori, paraissaient les plus urgents, mais pour lesquels on se trouvait en présence d'équipes fortement motivées.

Une autre condition pour réussir le développement de la bureautique est de faire une part importante à la concertation et à la participation aux décisions, notamment dans la recherche des solutions et dans le choix des matériels. A titre d'exemple, on peut citer une expérience de traitement de textes communicants réalisée avec des machines "bas de gamme" à la demande du personnel qui souhaitait éviter un matériel plus élaboré doté d'un écran cathodique. Ceci a permis d'éviter une situation de blocage tout en assurant la fonction de communication pour laquelle existait un besoin très affirmé.

Enfin, la formation du personnel appelé à vivre une expérience de télématique professionnelle est bien entendu essentielle. Cette formation doit, en fait, se rapprocher plutôt d'un "monitorat", être très personnalisée et dépasser très largement les formations assurées par les fournisseurs de systèmes. Elle nécessite, afin d'assurer le plein impact des applications lancées, que l'entreprise y consacre des moyens importants; mais il faut bien admettre qu'il n'est jamais facile de dégager ces moyens notamment dans les phases de démarrage des expériences.

## Technologie amicale

Pour la RATP, ce slogan largement répandu dans la littérature relative aux nouvelles technologies se traduit par l'ensemble des recommandations suivantes:

- éviter l'utilisation de codes (l'expérience montre que les applications nécessitant l'usage de manuels imposants ne sont en fait pas utilisées);
- simplifier les procédures d'utilisation (des procédures longues, peu naturelles à l'usage, sont un frein considérable à l'utilisation des systèmes);
- utiliser un langage clair, accessible à des non-spécialistes de l'informatique;
- veiller à ce que les temps d'accès soient courts;
- procéder à une étude fine de l'ergonomie du poste de travail (éclairage, bruit, ambiance, écran, posture de l'opérateur...);
- rechercher une très grande fiabilité des systèmes;

- créer une fonction "guide" ("help" ou "SOS" selon d'autres terminologies) permettant à l'utilisateur de se sortir des difficultés les plus courantes par ses propres moyens;
- réserver le temps nécessaire pour l'auto-formation des utilisateurs.

## Les expériences en cours de développement

### Le programme général

Le développement de la bureautique s'articule autour d'un certain nombre d'expériences que l'on peut regrouper en cinq pôles principaux:

- le traitement de texte,
- la micro-informatique,
- la téléphonie et la péritéléphonie,
- la télécopie,
- le vidéotex.

Compte tenu de l'aspect évolutif de la bureautique et de ses implications sur les individus, la RATP a choisi une démarche prudente et pragmatique consistant à mettre en œuvre, en concertation avec les utilisateurs, des applications pilotes dans chacun de ces pôles. Nous allons rapidement les décrire avant d'approfondir une application plus significative de Vidéotex professionnel.

## Le traitement de textes

La RATP, qui a été l'une des premières entreprises à s'équiper, dès leur sortie sur le marché, des machines que l'on appelait alors "à frappe automatique", développe depuis quelques années les machines à traitement de textes, qui sont très appréciées par les utilisatrices. Les fonctions assurées, en plus du rôle classique de la machine à écrire, concernent essentiellement:

- la possibilité de mettre en mémoire (carte magnétique, disquettes) les textes élaborés;
- la possibilité de modifier les textes en mémoire en limitant la frappe aux passages modifiés, ce qui allège considérablement les frappes secondaires;
- la possibilité de corriger les textes (ajout, suppression...).

Il peut s'y ajouter la numérotation automatique des pages, la justification automatique à droite, l'édition multiple, l'adressage automatique, la correction automatique des fautes grâce à un dictionnaire mémorisé.

La plupart de ces machines possèdent un écran (simple ligne de lecture ou écran 1/2 page ou écran pleine page), ce dernier élément tendant à se généraliser. Elles peuvent être monopostes (indépendantes) ou multi-postes, c'est-à-dire possédant certains organes en commun (mémoire, imprimante lourde).

Le temps de formation sur ces machines n'est pas très long: de quelques jours à quelques semaines selon la complexité de la machine et les fonctions à assurer.



Une trentaine de machines avec écran (pleine page ou demi-page) sont actuellement en service - dont certaines en multi-poste - et une expérience de liaison entre machines à traitement de textes et ordinateur central ainsi qu'une expérience de traitement de textes communicants (télétext) sont à noter. De nombreux projets d'implantation sont en cours.

## La micro-informatique

En ce qui concerne l'utilisation des micro-ordinateurs, une très forte demande des services commence à se développer au sein de l'entreprise. La tâche de la direction des systèmes d'information et de l'organisation en ce domaine consiste essentiellement à canaliser ce développement, en préconisant l'acquisition d'un nombre limité de modèles de matériel, en assurant la gestion globale du parc (en particulier pour ce qui concerne les problèmes de maintenance) et en intervenant comme conseil à la demande des utilisateurs qui le souhaitent.

## La téléphonie et la péritéléphonie

La direction des systèmes d'information et de l'organisation, responsable de l'ensemble des télécommunications, étudie la restructuration du réseau téléphonique privé de la RATP qui doit être entièrement numérisé d'ici à 1990 et calibré pour le développement des produits et services nouveaux de la télématique.

## La télécopie

Bien qu'essentiellement implantée en région Ile-de-France, la RATP a de très nombreux établissements dispersés. La



RATP - Chabrol

télécopie permettrait donc de résoudre une partie importante des problèmes liés à la diffusion de certains documents écrits. Une dizaine de prototypes de télécopieurs grande diffusion sont en cours de tests dans l'entreprise. L'extension de ce produit est malheureusement freinée par l'incertitude qui pèse sur son développement en raison de son coût encore trop élevé par rapport à ses performances (vitesse de transmission et qualité de la copie).

## Le Vidéotex

Il s'agit de la diffusion, sur terminal à écran très bon marché, (type Minitel utilisé par les PTT dans les expériences "annuaire électronique" ou "Teletel 3V") ou sur écran de télévision domestique d'informations transmises par le réseau téléphonique commuté.

Une première application de ce type est



RATP - Chabrol



RATP - Carrier

expérimentée à la RATP depuis le 30 mars 1982; le système, baptisé METRONIC, équipe les nouveaux bureaux d'information installés sur les quais du métro. Il permet d'obtenir, par interrogation de fichiers situés dans un "centre serveur", des informations relatives à l'environnement de la station (administrations, hôpitaux, hôtels, loisirs...), aux lieux publics de Paris, ou de banlieue, aux activités de la RATP (travaux, nouveaux tarifs...), aux interruptions de trafic, aux spectacles. Limitée dans une première étape à 20 terminaux, cette expérience est en cours d'extension à 35 terminaux et des réflexions sont engagées pour étudier son évolution future.

Une seconde expérimentation a été lancée au centre de documentation de la RATP qui peut, depuis avril 1982, consulter, en mode Vidéotex, des bases de données situées dans un centre serveur externe. Cette possibilité permet de compléter utilement la documentation propre à la RATP (\*).

(\*) Rappelons que les services de la RATP peuvent formuler leurs questions aux numéros suivants:

- documentation sur les transports publics urbains en Ile de France et sur les techniques générales ..... 69.82
- documentation sur les transports publics urbains en dehors de la région d'Ile-de-France .. 69.86
- normalisation et photothèque ..... 69.87

Les principales bases de données accessibles sur le système QUESTEL sont les suivantes:

- Pascal base scientifique pluridisciplinaire (CNRS)
- EDF-DOC base scientifique et technique (EDF)
- URBAMET urbanisme - environnement (IAURIF)
- NORIANE normalisation, réglementation (AFNOR)
- FRANCIS-H/S sciences humaines et sociales (CDSH)
- GEODE sciences de la terre (BRGM)
- CIM ciments et liants hydrauliques (CERILH)
- TELEDOC électronique et domaines connexes (CNET)
- CECILE design industriel, architecture (CCI)
- BSI informatique, télématique, bureautique (PGI)
- REDOSI systèmes d'information (CEESI)
- ESSOR annuaire des entreprises françaises (UFAP)
- MEETING manifestations, congrès, séminaires, expositions (CEN-SACLAY)
- HELIOS répertoire des centres de documentation (CCDA)
- CIS hygiène et sécurité du travail (BIT)



## Étude préalable

Afin de déterminer l'implantation des terminaux et les caractéristiques du système d'information à mettre en place, un questionnaire a été soumis à l'ensemble des destinataires du document actuel, soit 80 personnes. Du dépouillement de ce questionnaire, il est ressorti notamment que:

- le nombre d'utilisateurs réels se monte à 120 personnes,
- 50% des utilisateurs consultent le planning plus de 5 fois par mois,
- 70% des personnes consultent plusieurs pages de ce document qui en contient une centaine,
- 27% des utilisateurs photocopient une partie du document.

Cette enquête a donc confirmé l'intérêt de l'expérience et a montré que le nombre d'utilisateurs potentiels était nettement plus élevé que le nombre de destinataires actuels.

Pour étudier la possibilité de transférer les informations concernées sur Videotex, une maquette a été réalisée à l'aide d'un micro-centre serveur. Cette expérience a montré que le changement de support induisait inévitablement des changements dans le contenu de l'information:

- les informations doivent être présentées sous une forme plus simple (ce qui n'est pas toujours un désavantage);
- le nombre d'informations affichables sur l'écran est limité, ce qui exclut par exemple la diffusion de schémas détaillés.

Par ailleurs, l'expérience a révélé que l'occasion du changement de support conduisait à compléter les informations initialement diffusées par les plannings d'opérations (situation administrative et financière de l'opération, rappel du nom des responsables, index de prix...). Il s'agit d'un effet de "levier", plus lié au changement proprement dit qu'à la technique utilisée, mais donc il faut saisir l'opportunité lorsqu'elle se présente, comme c'est le cas lors de l'implantation de nouveaux systèmes d'information.

La maquette a permis de calibrer le projet définitif qui comprendra la conception de 500 pages-écrans de VIDEOTEX, l'installation dans une première phase d'une quarantaine de terminaux dans les bureaux dont une dizaine seraient munis d'imprimantes thermiques, et l'équipement d'une salle de réunion en terminaux

et téléviseurs couleurs de grande dimension permettant de dupliquer les informations apparaissant sur les terminaux Minitel.

## Avantages attendus du système

Le système de diffusion d'informations par VIDEOTEX autorisera des mises à jour fréquentes, donc plus fiables et, ultérieurement, dans l'hypothèse où le terminal Minitel deviendra un équipement banalisé au même titre que le téléphone, une plus large diffusion des informations pourra être envisagée.

Le VIDEOTEX évitera également aux secrétariats les mises à jour "papier" périodiques et apportera à l'utilisateur la certitude d'avoir la "bonne information" sans être inondé de documentations inutiles. En contrepartie, bien sûr, le VIDEOTEX dont la disponibilité doit être particulièrement élevée, impliquera une modification des habitudes.

---

## Conclusion

---

Les principes retenus pour le développement de la bureautique à la RATP semblent des principes efficaces, conduisant à une introduction harmonieuse d'une technologie nouvelle. Mais si ces principes paraissent satisfaisants et semblent découler du simple bon sens, ils doivent cependant être rappelés à chaque instant et leur mise en œuvre nécessite un effort permanent et une vigilance quotidienne. Le respect du concept de technologie amicale en particulier, implique d'accorder une grande attention à la clarté et à la facilité du dialogue homme-machine ainsi qu'à la disponibilité du système. Le succès dans ce domaine ne peut être atteint qu'avec la participation active de toutes les personnes impliquées et c'est dans cet esprit que la RATP poursuit ses expériences.

# UNE MÉTHODE POUR ÉLABORER LES PROGRAMMES DE RÉNOVATION DES STATIONS DU MÉTRO

Le développement des méthodes d'analyse multicritères a apporté une amélioration sensible, par rapport aux méthodes classiques de "Somme pondérée", dans tous les problèmes de comparaison de projets. Contrairement à la "Somme pondérée" qui aboutit à un classement figé des projets, réputé optimal, les méthodes de l'analyse multicritères fournissent des comparaisons argumentées des divers projets sur lesquelles le décideur peut s'appuyer pour procéder au choix définitif.

Ces méthodes trouvent de nombreuses possibilités d'utilisation à la RATP et, en particulier, elles s'appliquent parfaitement au problème de classement des stations de métro à rénover.

Il nous a semblé intéressant de présenter à nos lecteurs les résultats de ce travail dont la première application concerne le programme 1983 de rénovation de stations.



Illustration n°1: Station carrossée



Illustration n°2: Station modernisée entre 1970 et 1972

par Pierre Crespin, Chef du groupement "Études et architecture" à la Direction des services techniques  
Dominique Silhol et Manoelle Présent, Inspecteurs à la division "Recherche opérationnelle" de la Direction des systèmes d'information et de l'organisation

Afin d'éviter les risques d'évasion du trafic au profit de la voiture particulière et d'attirer aux transports en commun, en modifiant leur image de marque, de nouvelles catégories d'usagers, la RATP a entrepris depuis plus de vingt ans, mais plus particulièrement depuis une dizaine d'années, un effort très marqué pour améliorer le confort de ses installations dont beaucoup étaient vétustes et ne répondaient plus aux attentes croissantes des voyageurs.

Une très large part de cet effort a porté et porte encore sur les rénovations de stations du métro dont l'impact sur le public est très positif tant par l'amélioration des conditions d'accueil et d'ambiance que par les effets bénéfiques dans la lutte contre les dégradations et l'insécurité.

Jusqu'en 1973, les opérations de réfection des stations du métro ont été de deux types:

- "carrossage" de quatre-vingt stations choisies en liaison avec les annonceurs publicitaires, au cours des années 1958 à 1966 (voir illustration n° 1);
- modernisation d'une trentaine de stations-quais entre 1970 et 1972 (voir illustration n° 2).

En 1973, la RATP s'est engagée dans un nouveau processus de rénovation des stations du métropolitain. Celui-ci se caractérisait par:

- l'apparition au titre 2 (amélioration de l'exploitation) des programmes d'investissement d'un poste budgétaire, consacré au financement de ces opérations;
- l'adoption d'un parti d'aménagement et de décoration, mis en œuvre, depuis lors, de façon systématique (voir illustration n° 3);



Illustration n°3: Station récemment rénovée

- la mise au point d'une méthode de sélection destinée à guider le choix des programmes. Celle-ci faisait intervenir les principaux critères jugés pertinents, à l'époque, pour fixer les priorités (trafic, environnement, esthétique).

Cette méthode a vu sa portée très réduite au bout de quelques années, pour plusieurs raisons:

- elle ne prévoyait pas la rénovation des stations "carrossées" alors que des décarrossages, effectués pour d'autres causes - notamment lors des travaux d'entretien - incitaient à profiter de l'occasion pour rénover les stations;
- des positions volontaristes adoptées pour certains critères évoluaient au fil du temps;
- de nouveaux critères intervenaient fortement lors de la discussion des programmes.

Par ailleurs, le développement des méthodes multicritères incitait à reconsidérer cette méthode en vue de s'affranchir des inconvénients liés au recours classique à la somme pondérée (procédé utilisé pour agréger les différents critères).

C'est dans ces conditions qu'a débuté, en avril 1981, la coopération des services TB (entretien des bâtiments, des accès et des ouvrages d'art), FC (études de l'exploitation) et GE (recherche opérationnelle et calcul économique) qui a conduit à la mise en place, un an plus tard, d'une nouvelle méthode de programmation des stations à rénover. Celle-ci est destinée à:

- permettre aux services TB et FC de se forger une opinion quant aux priorités relatives des stations à rénover;
- guider l'élaboration du programme annuel de rénovation, celui-ci indiquant les stations-quais où les travaux devraient être engagés dans l'année;
- argumenter les choix retenus dans les programmes;
- fournir des justifications en réponse aux sollicitations extérieures parfois pressantes;
- jouer un rôle dans la coordination des différents services de travaux qui doivent intervenir dans les stations.

Cet article trace les grands traits de cette méthode, son domaine d'application et les données qu'elle requiert. Il présente ensuite les résultats auxquels elle a conduit au cours de sa première application et qui ont servi de base à l'élaboration du programme de rénovation de l'année 1983.

---

## 85 stations sont déjà rénovées, il en reste 224

---

De 1973 à 1982, quatre-vingt-cinq stations-quais environ ont été rénovées. Il en restait, en juin 1982, deux cent vingt-quatre à rénover. Ce nombre recouvre à la fois des stations de type classique, des stations carrossées et des stations aériennes.

Les stations restant à rénover ont été séparées en deux catégories:

- catégorie A: il s'agit de celles supposées faciles à rénover car leur carrelage est encore en bon état; elles sont actuellement au nombre de 91 sur 224;
- catégorie B: ce sont des stations a priori plus onéreuses à moderniser car la totalité du carrelage doit être abattu et remplacé, leur nombre s'établit actuellement à 133 sur 224.

La méthode conduit à élaborer, pour chacune de ces catégories, un rangement de l'ensemble des stations qu'elle regroupe. Elle fournit également des indications sur la robustesse de ces rangements face aux imprécisions des données.

De par la conception même de la méthode, une station est d'autant plus prioritaire pour figurer dans un prochain programme annuel de rénovation qu'elle est mieux classée par la méthode. Précisons que les têtes de classement ainsi obtenues ne prétendent pas pour autant dicter le choix du programme. Elles constituent un guide pour la réflexion des décideurs, établi par une démarche rigoureuse en traitant les éléments les mieux maîtrisables. Des considérations extérieures au modèle peuvent cependant intervenir pour influencer le contenu du programme définitif soit en excluant certaines stations bien classées, soit en incluant des stations qui ne figurent pas dans les toutes premières.

Mentionnons que le fait de disposer de la liste complète des stations permet à la RATP de prévoir, de façon approximative, la date de rénovation de telle ou telle station et plus généralement de répondre aux différents objectifs évoqués plus haut.

Tout permet de penser que les deux

cent vingt quatre stations qui restent à rénover ne pourront l'être en cinq, ni même en dix ans. Dans ces conditions, il ne serait pas réaliste de vouloir établir, une fois pour toutes, le rangement de ces stations. C'est pourquoi le principe d'une programmation glissante a été retenu. Ceci a pour conséquence que chaque année la méthode, ou plus exactement sa version informatique, Electre III, doit être mise en œuvre pour préparer le programme de rénovation de l'année suivante. La méthode est complétée par des règles de mise à jour des données qui sont présentées plus loin.

---

## Sept critères de sélection...

---

La méthode de rangement Electre III permet de classer les stations à rénover à partir d'évaluations multicritères de celles-ci. Sept critères de sélection, notés g1, g2, ... g7 ont été retenus. Chacun représente un élément de réflexion intervenant à un titre ou à un autre, au cours des discussions de programme. A eux sept, ils résument les différents points de vue à prendre en compte pour orienter le choix.

Nous allons tout d'abord présenter sommairement ces sept critères, puis nous examinerons les données complémentaires sur lesquelles s'appuie la méthode.

Les critères g1, "**Trafic-quais**" et g2 "**Transit-trains**" correspondent aux références les plus usuelles des exploitants. La valeur g1 (s) représente le nombre de voyageurs qui empruntent les quais de la station s au cours d'une journée moyenne. La valeur g2 (s) est égale au nombre d'usagers qui, voyageant sur la ligne, voient la station-quai "s" depuis la voiture où ils ont pris place.

Les critères g3 "**Coordination des travaux**" et g4 "**Etat du carrelage**" sont des éléments prépondérants pour les techniciens. La valeur g3 (s) prend en compte les travaux en cours ou prévus susceptibles d'interférer avec la rénovation de la station "s"; g4 (s) traduit l'état plus ou moins dégradé du carrelage tel que les équipes d'entretien l'observent au travers de leurs mesures périodiques.

Les critères g5 "**Aspect de la station**" et g6 "**Cumul d'inconfort**" prennent plus directement en compte le point de vue de l'usager. La note g5 (s) correspond à une évaluation de l'esthétique de la station ; g6 (s) est fonction du niveau de confort atteint lorsqu'on prend en compte cinq facteurs de confort touchant la station tout entière (bioclimatique, acoustique, mécanisation des dénivelées, durée des correspondances, densité de voyageurs dans les trains).

Le critère g7 "**Environnement**" exprime le souci de la RATP en tant qu'organisme public, de mettre l'accent sur les stations situées dans des quartiers qui se transforment rapidement afin d'accompagner ces transformations et de favoriser la rénovation des stations situées dans les quartiers d'habitation populaire.

Les évaluations sur chacun de ces sept critères n'ont pas, on s'en doute, la précision de mesures physiques. Au contraire :

- elles sont entachées d'incertitude du fait, dans certains cas, d'erreurs de mesure (observations statistiques), dans d'autres, du recours à des appréciations subjectives (note d'esthétique) ;
- le mode de calcul qui conduit au nombre gj (s) ne s'impose pas de toute évidence. Des variantes tout aussi plausibles auraient pu être proposées. Qui plus est, des définitions fondamentalement différentes du critère gj pourraient être envisagées ;
- certaines données varient significativement au cours du temps et plutôt que de prendre appui sur la dernière valeur connue, pouvant dans certains cas dater de quelques années, on pourrait se fonder sur des valeurs prévisionnelles.

## Assortis de seuils ...

Pour tenir compte des considérations précédentes, deux seuils sont associés à chaque critère :

- un seuil d'indifférence qui exprime la différence en-deçà de laquelle on considère que deux évaluations sont équivalentes ;
- un seuil de préférence qui traduit l'écart au-delà duquel la préférence pour l'une

est indubitablement établie.

Le seuil de préférence est au moins égal au seuil d'indifférence mais pas nécessairement strictement égal. Lorsqu'il n'y a pas égalité, l'écart des deux valeurs correspond à une zone de transition entre l'indifférence et la préférence stricte.

Les valeurs de ces seuils ont été discutées critère par critère, en fonction des facteurs d'imprécision, d'indétermination et d'incertitude propres à chacun. Ceci a conduit à adopter, pour certains critères, des seuils de valeurs constantes, pour d'autres des seuils dont la valeur varie avec la valeur du critère selon une expression affine.

## et d'une importance plus ou moins grande

Dans la méthode utilisée, il est possible de donner aux critères une importance plus ou moins grande par l'intermédiaire d'indices d'importance qui expriment alors une certaine volonté politique et ne peuvent pas être interprétés de manière uniquement scientifique.

Pour cerner des indices d'importance conformes à cet état d'esprit, un certain nombre de responsables ont eu à comparer l'importance des sept critères. Ceci s'est fait selon une méthodologie précise permettant non pas de fixer des valeurs numériques exactes, mais d'établir des comparaisons ordinales entre critères et entre groupes de critères et de délimiter un domaine de variation pour chaque indice d'importance, noté kj pour le critère j. La fixation de ces domaines de variation prend appui sur le rangement suivant (par ordre d'importance décroissante) qui a obtenu le consensus de tous les participants :

- Trafic quais
- Aspect de la station
- Environnement
- Coordination des travaux
- Cumul d'inconfort
- Etat du carrelage
- Transit-trains.

Comme on l'a vu, les stations sont évaluées sur sept critères distincts. Ces évaluations sont mesurées dans des unités différentes et assorties d'imprécisions traduites par des seuils. De plus, les coefficients kj qui reflètent l'importance relative des critères ont simplement une signification ordinale.

Chacune de ces raisons constitue un handicap assez lourd pour bâtir un critère unique de type somme pondérée. Le problème posé se prêtait donc bien à l'application de la méthode Electre III qui a été précisément mise au point pour pallier ces inconvénients. Cette méthode est un algorithme\* de classement fondé sur une représentation "floue" des préférences en présence de critères multiples. Elle tient compte des caractéristiques des données et fournit un rangement où figurent d'une part, les priorités solidement établies et d'autre part, les situations qui, compte tenu des imprécisions de diverses sources, se révèlent difficilement comparables ; elle a donc des champs d'application très nombreux et variés. Du rangement obtenu peut être déduit, si on le souhaite, une liste présentant, de façon totalement ordonnée, l'ensemble des projets à classer.

Dans le cas des rénovations de stations, le premier document, le "rangement", complet et nuancé, permet aux services TB et FC de préparer le programme de rénovation de l'année à venir sur la base d'informations solides et à jour.

Le second document, la "liste", est d'une lecture plus facile mais en revanche, il ne restitue qu'une partie de l'information disponible. Il répond, en fait, à d'autres objectifs de l'étude : il permet de se faire une idée approximative du délai d'attente d'une station donnée et par là fournit des éléments de réponse aux sollicitations d'usagers ou d'élus locaux.

Précisons ici que la dernière étape de la méthode consiste à s'assurer de la stabilité des résultats contenus dans chacun de ces deux documents (le "rangement" et la "liste") face à des variations des principaux paramètres de la méthode : seuils et indices d'importance ; les différentes valeurs examinées restent bien sûr dans le domaine des valeurs possibles.

\* Cet algorithme a été élaboré par M. Bernard ROY, professeur à l'Université Paris IX Dauphine, et son équipe. M. ROY est conseiller scientifique à la RATP.

## Les stations qui arrivent en tête pour le programme 1983

Lors de sa première mise en application, la méthode dont on vient de voir les grands principes a servi à l'élaboration du programme de rénovation de l'année 1983. Elle a, pour cela, été appliquée d'une part aux 91 stations de catégorie A, d'autre part aux 133 stations de catégorie B (a priori les plus onéreuses). Cette dichotomie correspond aux habitudes de travail du service TB et lui permet de s'adapter avec plus de souplesse au budget de financement dont le montant exact peut parfois être connu de façon très tardive. A noter qu'au moment où cette application a été réalisée, toutes les opérations du programme 1982 n'étaient pas encore arrêtées dans le cadre de la procédure classique de choix. Le classement fourni par la méthode Electre comporte donc des stations finalement retenues au programme 1982.

Dans la suite de cet article, nous indiquerons tout d'abord les réflexions que suggère l'examen des têtes de rangement des deux catégories. Nous présenterons ensuite la proposition de programme pour 1983 telle que le service TB l'a élaborée à partir des résultats précédents et des dernières dispositions concernant le programme 1982. Nous traiterons enfin des règles de mise à jour des données qui conditionnent les applications des prochaines années.

Le tableau de l'illustration n° 4 présente le rangement des vingt premières stations de la catégorie A tel qu'il ressort de la méthode.

Opéra L. 3 vient en tête du classement devant deux stations qui ne peuvent être comparées entre elles: Strasbourg-Saint-Denis L. 4 et Havre-Caumartin L. 3. Cette incomparabilité est due au fait que Havre-Caumartin L. 3 est au moins aussi bonne (i.e. égale ou supérieure) que Strasbourg-Saint-Denis L. 4 sur tous les critères sauf pour le critère 1 "trafic sur les quais" où cette dernière l'emporte avec un écart tel que, compte tenu de l'importance prépondérante de ce critère, il n'est pas pos-

ORDRE	RANG	STATION	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7
1	1	3. OPERA	74000	111000	++	10.0	10	4	82.6
2	2	4. STRASBOURG-SAINT-DEN	107000	137000	.	8.3	10	4	47.5
3	2	3. HAVRE-CAUMARTIN	50000	154000	++	10.0	10	4	82.4
4	3	12. PIGALLE	26000	57000	++	10.0	10	4	24.8
4	3	5. GARE D'AUSTERLITZ	26000	54000	++	10.0	8	3	85.9
6	3	12. PORTE DE LA CHAPELLE	24000	0	.	14.9	10	2	58.6
7	3	12. RUE DU BAC	21000	109000	.	114.4	5	3	15.6
8	4	6. LA MOTTE PICQUET-GRE	45000	97000	.	10.0	5	2	18.1
9	4	9. OBERKAMPF	17000	105000	.	7.0	10	7	46.1
10	4	9. SAINT-AUGUSTIN	25000	148000	.	2.2	10	5	19.0
11	4	12. VOLONTAIRES	15000	109000	.	94.4	5	7	17.2
12	5	12. JULES JOFFRIN	19000	40000	.	65.9	10	2	34.7
13	5	12. SEVRES-BABYLONE	39000	92000	.	37.9	6	3	15.3
14	5	12. MONTPARNASSE-BIENVEN	70000	65000	--	30.2	7	6	81.4
15	5	12. NOTRE-DAME DES CHAMP	15000	90000	.	134.9	6	1	11.2
16	6	3. ANATOLE FRANCE	17000	25000	.	2.2	10	4	41.7
17	6	7. RIQUET	14000	83000	+	5.4	10	4	54.8
18	6	6. PASSY	23000	95000	++	10.0	7	1	17.8
19	6	1. CHAMPS ELYSEES-CLEME	44000	173000	--	10.0	10	3	34.6
19	6	1. TUILERIES	13000	198000	++	10.0	10	0	15.8

CR1: TRAFIC SUR LES QUAIS exprimé en voy/ ; CR2: TRANSIT DANS LES TRAINS exprimé en voy/ ; CR3: COORDINATION DES TRAVAUX échelle qualitative à cinq positions: ., +, ++, +++, +++++ ; CR4: ETAT DU CARRELAGE ; CR5: ASPECT DE LA STATION ; CR6: CUMUL D'INCONFORT ; CR7: ENVIRONNEMENT ; valeur calculée d'après les mesures sur place ; appréciation qualitative entre 0 et 10 ; appréciation qualitative entre 0 et 7 ; indice entre 0 et 100

Illustration n°4: Valeurs des critères pour les vingt premières stations de la catégorie A

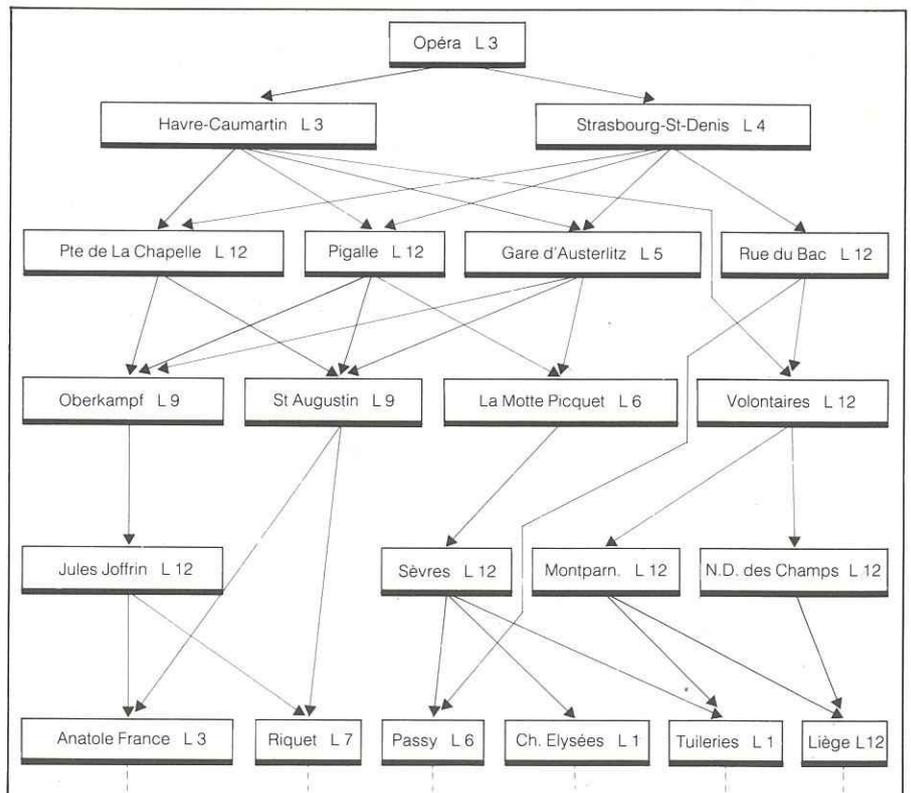


Illustration n°5: Rangement partiel des vingt premières stations de catégorie A

sible de préciser avec assurance laquelle des deux stations est, in fine, prioritaire sur l'autre.

Ce phénomène d'incomparabilité se reproduit pour les stations qui suivent, Porte de la Chapelle L. 12, Pigalle L. 12, Gare d'Austerlitz L. 5 et Rue du Bac L. 12:

ces stations figurent sur une même ligne du diagramme de l'illustration n° 5.

On note par ailleurs que la ligne 12 est fortement représentée dans cette tête de classement puisque neuf stations y figurent.



## Les stations proposées pour 1983

La proposition de programme du service TB pour l'année 1983 a été établie à partir de classements obtenus par la méthode et des informations supplémentaires dont dispose le service TB.

Deux éléments expliquent le passage entre les classements commentés précédemment et la proposition retenue par le service TB. D'une part, après la mise au point tardive du programme 1982, il est nécessaire d'exclure de la liste des stations candidates à la rénovation pour 1983, celles finalement retenues pour 1982 dont certaines figurent parmi les têtes de classements, telles Strasbourg-Saint-Denis L.4, Notre-Dame de Lorette L. 12...

D'autre part, la RATP cherche de plus en plus à limiter la durée des travaux apportant une gêne aux voyageurs; dans cette perspective, on a éliminé les rénovations de stations sur la ligne 12 qui fait déjà l'objet de travaux de réfection de voie.

Les têtes de liste obtenues en enlevant les stations correspondant à ces deux éléments deviennent alors celles indiquées dans le tableau ci-contre.

La proposition du service TB pour l'établissement du programme 1983 est finalement composée de huit stations de catégorie A et six de catégorie B. Cette proposition, décrite ci-contre en bas, est très fidèle aux résultats de la méthode; la répartition entre stations de catégorie A et B, l'ordre retenu relèvent d'un souci de respect du budget alloué et de la recherche d'une bonne répartition des activités dans les diverses équipes chargées des travaux.

De cette liste, il serait souhaitable de retenir une dizaine de stations en 1983 si l'on veut garder aux opérations de modernisation un rythme de réalisation suffisant pour assurer un bon impact auprès des voyageurs. Le nombre définitif de stations figurant au programme 1983 sera arrêté en fonction des crédits d'investissements disponibles pour ce type d'opération.

Catégorie A		Catégorie B	
Opéra	L 3	Bourse	L 3
Havre-Caumartin	L 3	Château-Landon	L 7
La Motte Picquet	L 6	Marcadet Poissonniers	L 4
Oberkampf	L 9	Stalingrad	L 7
Saint-Augustin	L 9	Porte de Clignancourt	L 4
Anatole France	L 3	Nation	L 1
Riquet	L 7	Parmentier	L 3
Passy	L 6	Marcel Sembat	L 9

Proposition pour l'établissement du programme de rénovation 1983			
Catégorie A		Catégorie B	
Opéra	L 3	Bourse	L 3
Havre-Caumartin	L 3	Château-Landon	L 7
Oberkampf	L 9	Marcadet Poissonniers	L 4
Riquet	L 7	Stalingrad	L 7
Saint-Augustin	L 9	Nation	L 1
La Motte Picquet	L 6	Porte de Clignancourt	L 4
Anatole France	L 3		
Passy	L 6		

---

**Mise à jour  
périodique  
des données  
en vue  
des applications  
ultérieures**

---

Cette mise à jour, rendue nécessaire par le caractère glissant de la rénovation,

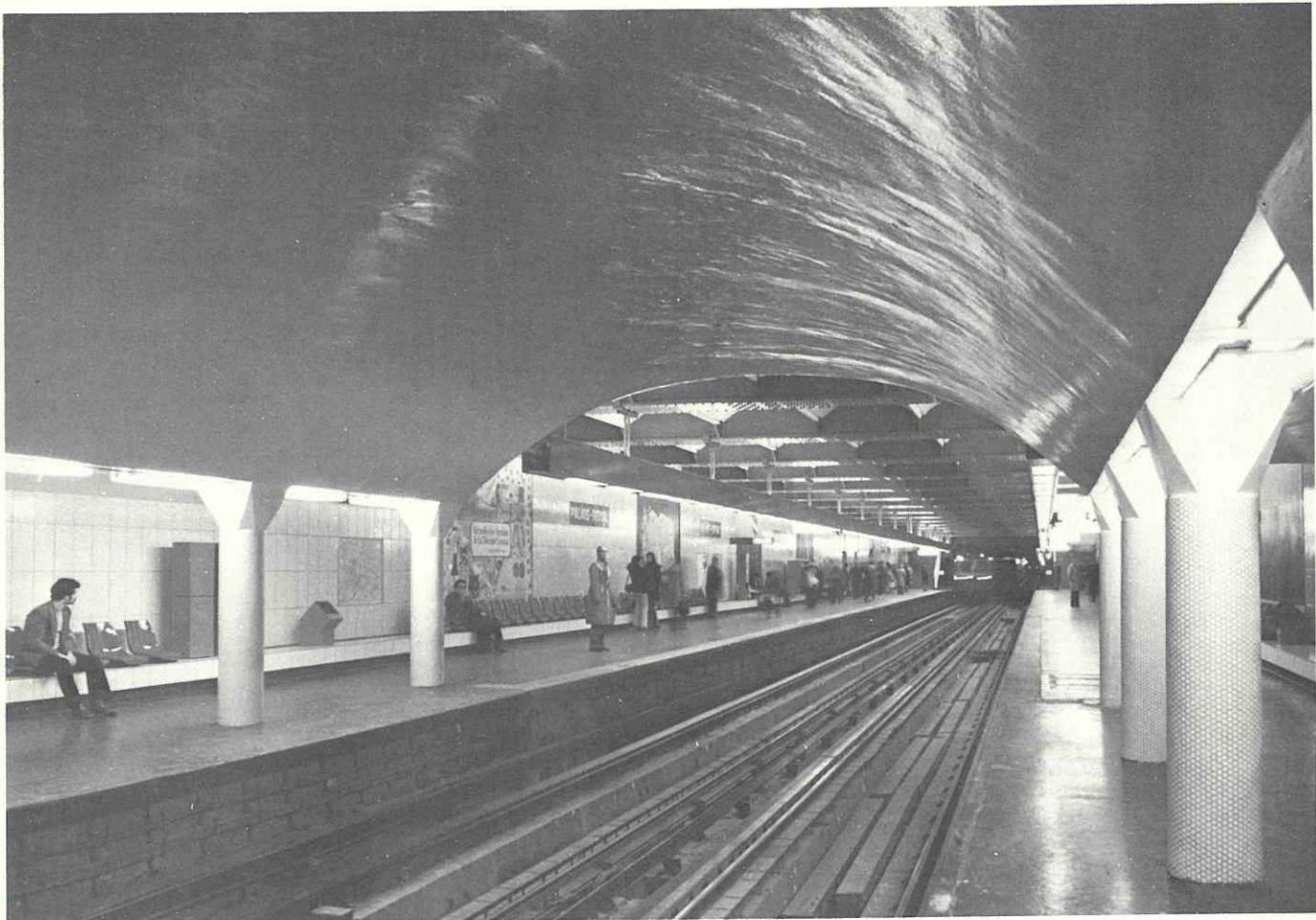
consiste à réactualiser:

- la liste des stations restant à rénover (retrait des stations effectivement rénovées au cours de l'année précédente, adjonction éventuelle des stations ne figurant pas dans la liste originelle) et l'affectation aux catégories A et B;
- les évaluations de l'ensemble des stations sur les critères "Coordination des travaux" et "Etat du carrelage" compte tenu des évolutions constatées au cours de l'année écoulée;
- les évaluations de toutes les stations sur les critères "Trafic-quais", "Transit-trains" et "Environnement", au fur et à mesure de

la diffusion des résultats des enquêtes de trafic sur lesquelles se fondent ces évaluations;

- l'évaluation de certaines stations sur les autres critères à la suite d'événements exceptionnels.

Notons que les mises à jour des données nécessaires à la constitution du programme 1984 sont d'ores et déjà en œuvre dans les divers services.



RATP - Thibaut



encore loin de la banque?

TAXIS

SNCF  
PARIS P. ST. MICHEL  
BANLIEUE  
AEROPORT D'ORLY  
AIRPORT



P

### CRÉATION DE LA GARE SAINT-MICHEL SUR LA LIGNE B

Les pouvoirs publics viennent de décider le lancement des travaux de construction de la gare Saint-Michel sur la ligne B. Après le prolongement de cette ligne à Châtelet-Les Halles en 1977 et sa mise en correspondance avec la ligne A, puis son prolongement à Gare du Nord en 1981 en vue de son interconnexion avec les lignes SNCF de banlieue d'Aulnay-Roissy-Mitry-Claye, la création de la gare Saint-Michel constituera une nouvelle étape de l'intégration du RER avec l'ouverture d'une correspondance entre les lignes B et C.

#### Intérêt du projet

Le projet de prolongement de la ligne de Sceaux entre Luxembourg et Châtelet-Les Halles, décidé en 1972 en même

temps que la jonction Auber-Nation de la ligne A, ne comportait pas de gare intermédiaire. Ce choix des pouvoirs publics se justifiait par le souci de limiter le coût du prolongement.

Cependant, il avait été décidé, pour ne pas obérer l'avenir, de prendre les mesures conservatoires permettant de réaliser

ultérieurement une gare à Saint-Michel en correspondance avec la gare SNCF de Pont Saint-Michel.

Depuis cette date, la ligne C du RER a pris naissance avec la jonction Invalides-Orsay ouverte en 1979 et la ligne de Sceaux, devenue depuis ligne B, a connu un nouvel essor en 1981 avec son prolongement à Gare du Nord et sa jonction avec les lignes SNCF y aboutissant. La réalisation de la gare Saint-Michel a donc paru nécessaire pour assurer la correspondance entre les lignes B et C - la gare de Châtelet-Les Halles permettant la correspondance entre les lignes A et B - et réaliser ainsi l'unité du RER.

En outre, la future gare Saint-Michel sera située au cœur d'un quartier très actif (voir illustration n° 1) dont elle améliorera



Illustration n° 1: Vue du quartier à l'angle du Pont et du Quai Saint-Michel

sensiblement la desserte locale. La population située à moins de 1 000 m de la gare Saint-Michel s'élève en effet à près de 55 000 habitants et les emplois à près de 70 000, dont respectivement 30 000 et 40 000 seront concernés par la nouvelle infrastructure compte tenu de la concurrence des gares voisines de Châtelet-Les Halles et de Luxembourg (voir illustration n°2).

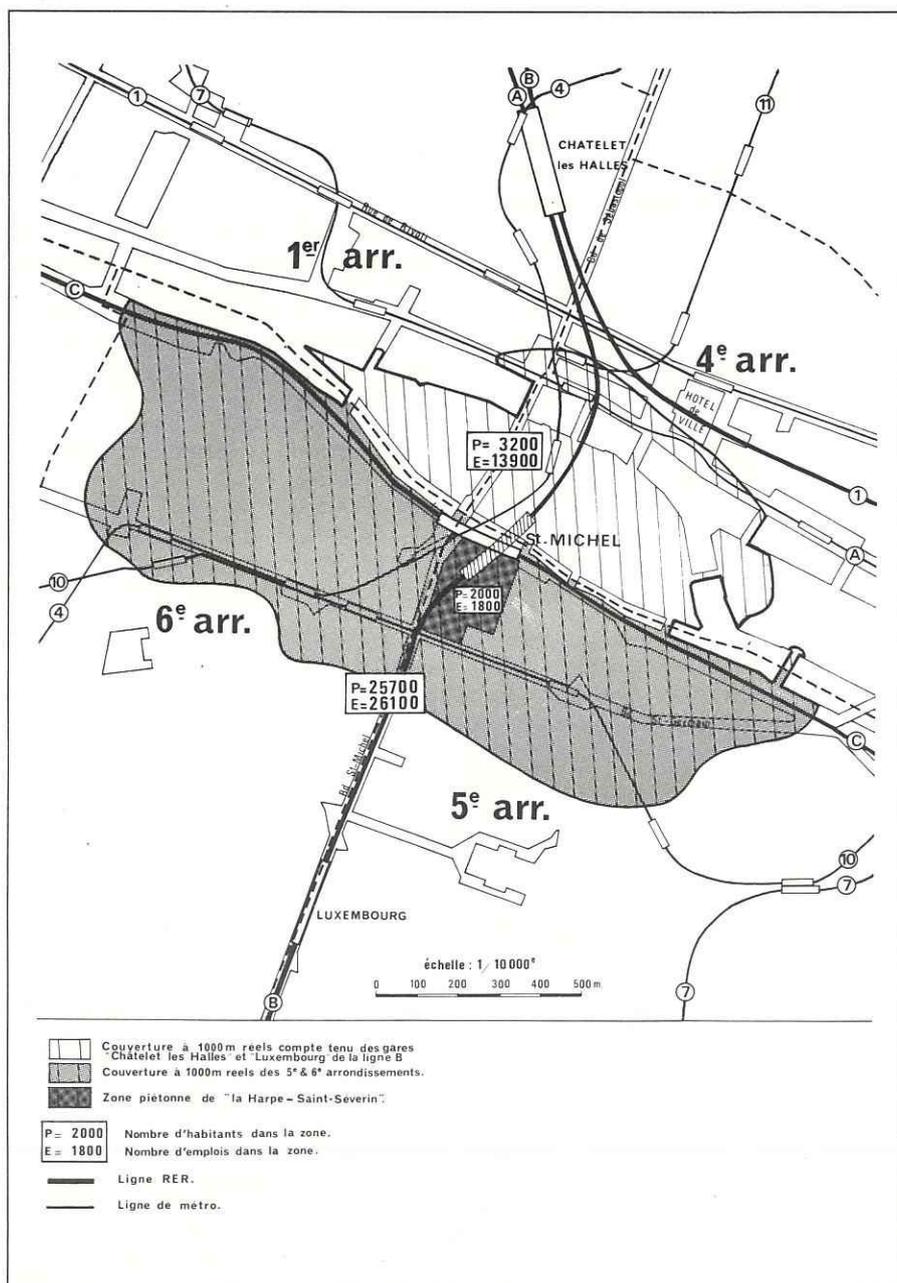
L'illustration n° 3 montre, sur la base d'enquêtes effectuées en 1977 et 1978, la diffusion dans Paris des voyageurs arrivant par la ligne B (à Gare du Nord et Denfert-Rochereau) et par la ligne C (à Austerlitz et boulevard Victor).

Il apparaît que plus de la moitié des voyageurs arrivant par la ligne C (54% à partir d'Austerlitz et 51% à partir de boulevard Victor) se rendent sur la rive droite où se situent les principaux centres d'activités; pour ces voyageurs, la correspondance avec la ligne B améliorera donc l'accessibilité aux emplois de Paris.

En ce qui concerne les voyageurs de la ligne B, 26% de ceux qui arrivent actuellement par Denfert-Rochereau, ainsi que 7% de ceux qui arrivent par Gare du Nord, se rendent dans les 5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup> arrondissements à partir des gares de Luxembourg ou Châtelet-Les Halles, soit à pied, soit au prix d'une correspondance avec la ligne 4 du métro ou une ligne d'autobus; pour ces voyageurs, l'ouverture de la gare Saint-Michel améliorera donc l'accessibilité aux 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> arrondissements.

En outre, la correspondance sera utile aux voyageurs de la ligne B se dirigeant vers les zones des 7<sup>e</sup>, 13<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> arrondissements situées près de la Seine. La nouvelle gare facilitera également des liaisons vers Paris (par exemple, Auber) ou la banlieue (par exemple, La Défense) pour lesquelles les voyageurs n'utilisent pas actuellement la ligne B ou la ligne C.

Enfin, la correspondance entre les lignes B et C facilitera certaines liaisons dans Paris et permettra surtout de nombreuses nouvelles liaisons de banlieue à banlieue.



# L'ACTUALITE DANS LES TRANSPORTS PARISIENS

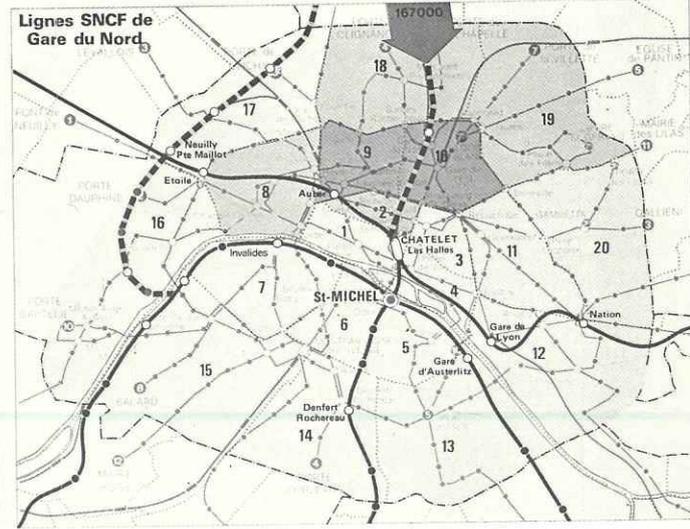
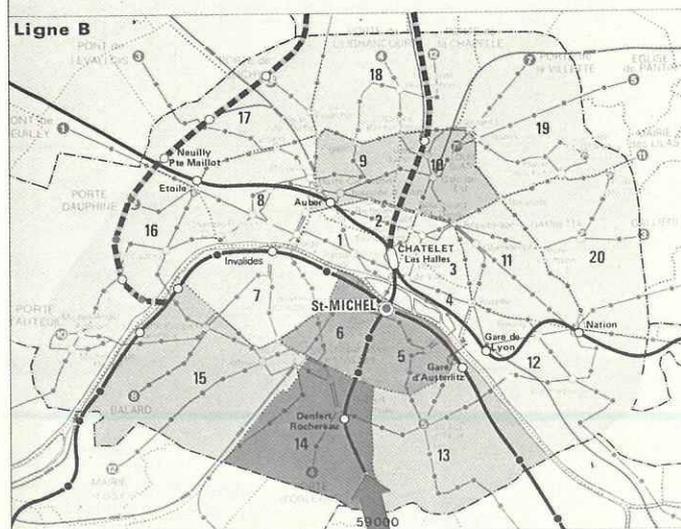
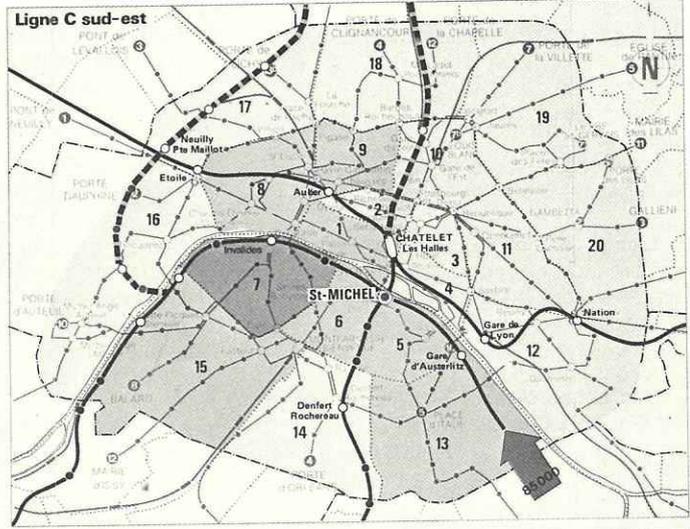
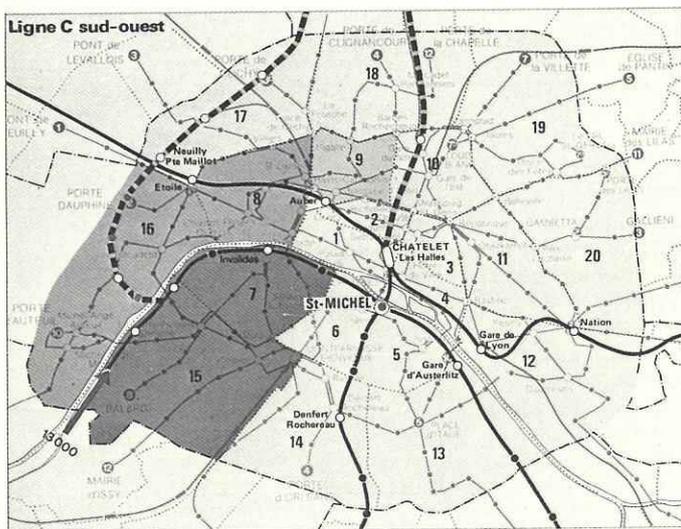
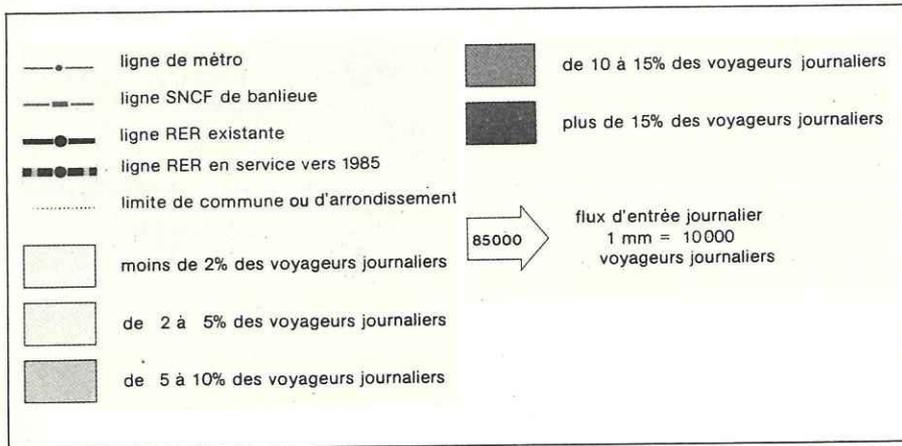


Illustration n°3: Diffusion dans Paris des voyageurs de banlieue utilisant les lignes B et C

## Description du projet

Les mesures conservatoires prises lors du prolongement de la ligne de Sceaux à Châtelet-Les Halles pour réserver la possibilité de construire, au moindre coût, la gare Saint-Michel, ont consisté d'une part à créer un palier et un alignement droit de longueurs suffisantes sous le petit bras de la Seine, à la hauteur de la gare SNCF de Pont Saint-Michel, d'autre part à réaliser l'élargissement local des deux tunnels à voie unique et les deux quais axiaux permettant ainsi d'établir par la suite une gare à quai central.

Le projet (voir illustrations n°s 4 et 5) consiste à :

- achever la gare à quai central;
- créer des accès depuis la voirie à cette gare;
- créer une liaison entre la nouvelle gare et la gare existante de la ligne C.

**L'achèvement de la gare** sera réalisé en créant cinq passages transversaux entre les deux demi-quais existants et en procédant aux aménagements nécessaires.

**Les accès directs à la voirie** seront établis aux extrémités Nord et Sud :

- l'accès Nord, situé dans l'île de la Cité, est établi en tréfonds de la Préfecture de

police; il comprend une salle des billets reliée d'une part aux quais par des escaliers fixes et quatre escaliers mécaniques disposés deux à deux en série, d'autre part à la place du parvis Notre-Dame par deux débouchés dont un mécanisé; cet accès doit assurer notamment la desserte des grands équipements implantés, dans l'île de la Cité - Palais de Justice, Préfecture de Police, Hôtel Dieu - ainsi que des monuments - Notre-Dame, Sainte-Chapelle - qui attirent un grand nombre de visiteurs;

- l'accès Sud était initialement envisagé selon un tracé en "L" aboutissant à l'angle du boulevard Saint-Michel et de la rue Saint-Séverin; lors de la présentation du schéma de principe de l'opération le 11 septembre 1980, le Syndicat des transports parisiens (STP) a demandé de réexaminer la justification de cet accès en raison notamment des difficultés de son insertion dans la zone piétonnière de la rue Saint-Séverin.

Les études complémentaires ont montré que si l'accès Sud n'était pas retenu, il faudrait néanmoins, pour respecter les règles de sécurité, établir une issue de secours impliquant des aménagements des accès actuels à la ligne 4 et à la ligne C. Outre l'aspect paradoxal que présenterait l'implantation d'une simple issue de secours sur la rive gauche de la Seine qui représente 75% de la couverture locale de la gare Saint-Michel, il en résulterait un surcoût par rapport à la solution initiale, des aléas de réalisation liés à l'environne-

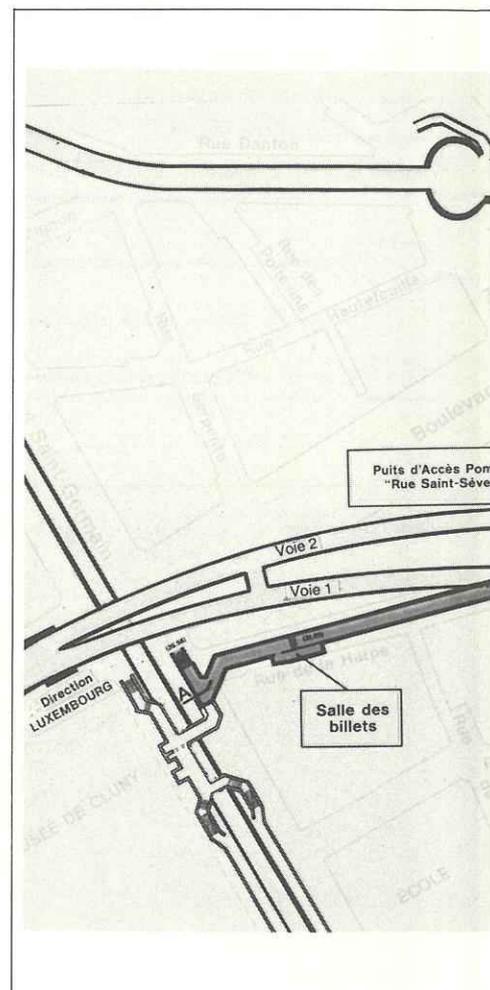


Illustration n°4: Vue en plan

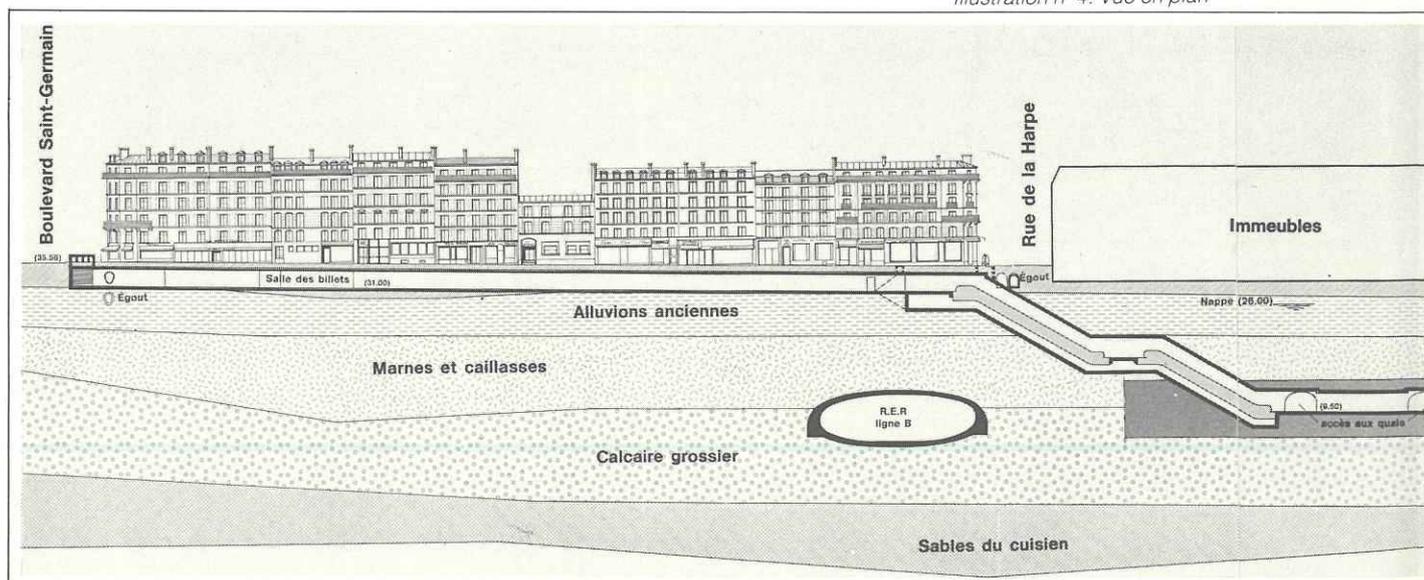
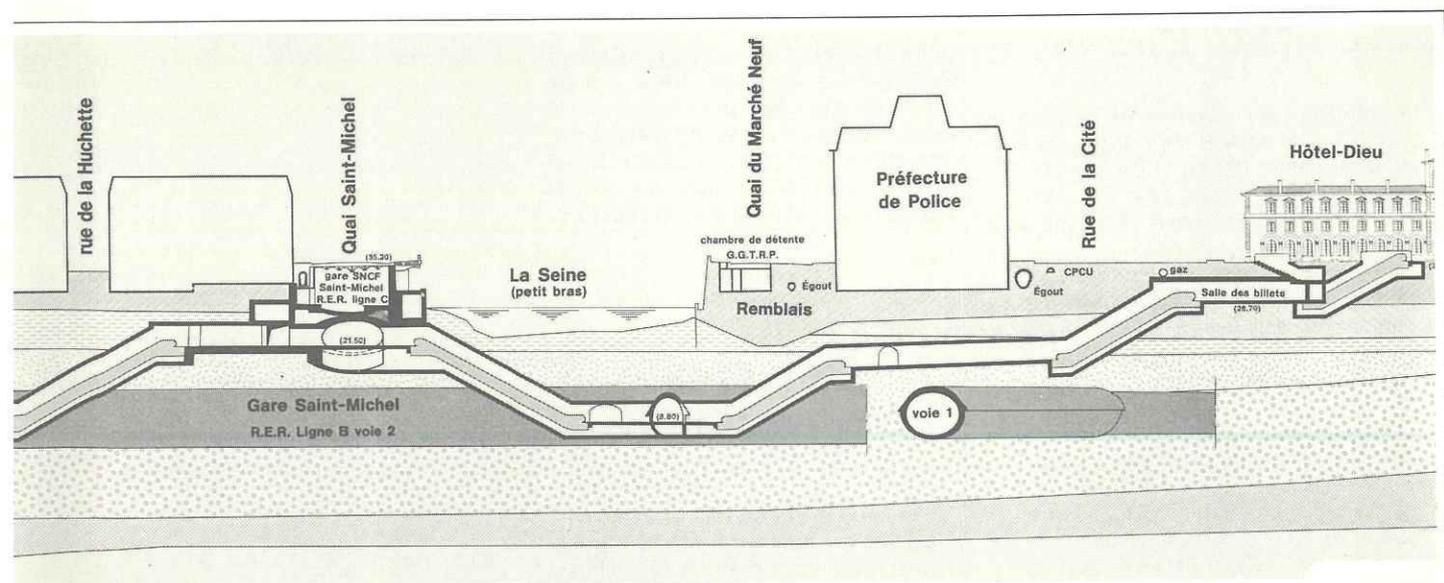
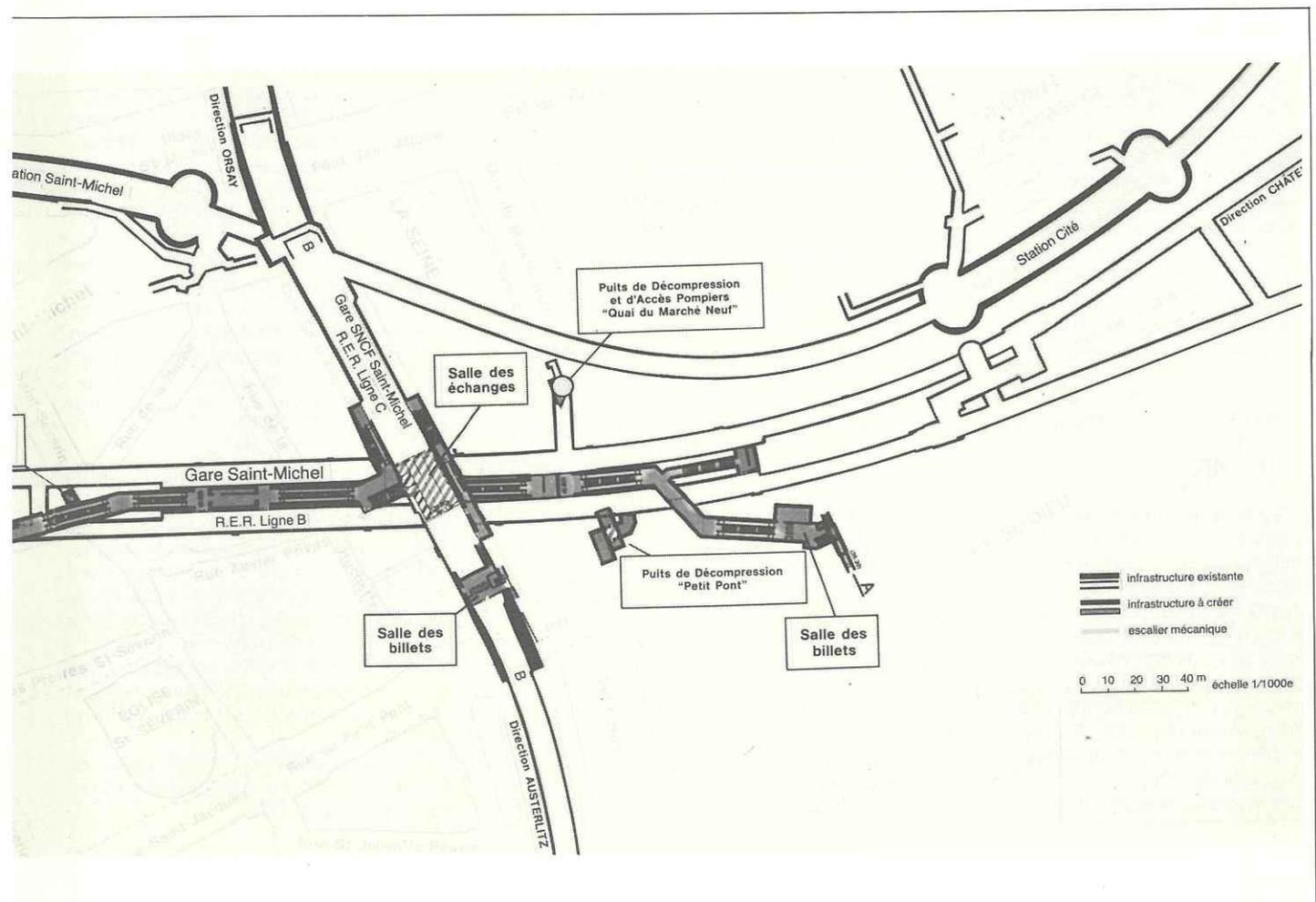


Illustration n°5: Coupe A

# L'ACTUALITE DANS LES TRANSPORTS PARISIENS



ment difficile et une dégradation des conditions d'exploitation de la gare.

La nécessité de réaliser l'accès Sud étant confirmée, son implantation a été réétudiée pour tenir compte des conditions d'insertion au sein du quartier et dix variantes ont été élaborées puis comparées en tenant compte de l'avis des élus locaux. La solution préconisée qui a fait l'objet d'un additif au schéma de principe, approuvé par le STP le 20 janvier 1981, consiste à établir l'accès Sud sous la rue de la Harpe avec un débouché à l'angle du boulevard Saint-Germain et du boulevard Saint-Michel; on notera qu'elle réserve la possibilité d'offrir ultérieurement une correspondance avec la ligne 10 du métro par la réouverture de la station Cluny.

**La liaison entre les lignes B et C** sera assurée par l'intermédiaire d'une salle des échanges située au point de croisement des deux lignes et à un niveau intermédiaire. Cette salle des échanges sera reliée d'une part aux quais centraux de la ligne B au moyen de deux gaines équipées chacune de deux escaliers mécaniques et d'un escalier fixe, d'autre part à chacun des quais de la ligne C par un escalier fixe et un escalier mécanisé. Les dispositions retenues permettront donc une correspondance très satisfaisante.

---

## Trafics

---

A l'horizon de l'ouverture de la gare Saint-Michel, la ligne B sera desservie à l'heure de pointe par 20 trains interconnectés à Gare du Nord avec les trains d'Aulnay-Roissy-Mitry-Claye, et la ligne C sera desservie par 24 trains.

Le trafic journalier de la gare (entrants + sortants) est estimé à 75 000 voyageurs dont 23 000 locaux (31%) et 52 000 correspondants (69%).

L'analyse des origines et destinations des futurs utilisateurs de la gare indique que 5% de ceux-ci effectueront des liaisons Paris-Paris, 67% des liaisons Paris-banlieue et 28% des liaisons banlieue-banlieue. Ces chiffres illustrent bien la vocation régionale très marquée de la gare Saint-Michel.

Sur la charge de la ligne B, la création de la gare Saint-Michel aura des répercussions importantes; ainsi, à l'heure de pointe du soir, le trafic augmentera de près de 30% entre Saint-Michel et Châtelet-Les Halles et de près de 10% entre Châtelet-Les Halles et Gare du Nord.

Le trafic de la ligne A restera quant à lui pratiquement inchangé. En revanche, la ligne C sera très touchée puisque son trafic, dans le sens de la charge, augmentera de plus de 10% sur le tronçon Champ de Mars - Pont Saint-Michel et de plus de 5% entre Champ de Mars et la banlieue Sud-Ouest. Quant à la gare Saint-Michel de la ligne C (ancienne gare de Pont Saint-Michel), elle verra son trafic journalier augmenter de près de 80%.

En ce qui concerne le métro, des réductions de l'ordre de 2% à 5% seront enregistrées sur plusieurs lignes du réseau, mais les répercussions les plus notables concerneront la ligne 10 et surtout la ligne 4:

- sur la ligne 10, le trafic devrait décroître de 10% à 15% sur le tronçon Javel-Odéon en concurrence avec la ligne C;
- sur la ligne 4, la baisse sera générale dans les deux sens et approchera 15% sur le tronçon Cité-Châtelet. La station Saint-Michel verra son trafic journalier diminuer de 21% et celle de Cité de 34%.

Ces réductions de trafic sur le métro sont conformes aux objectifs assignés au RER, à savoir offrir aux usagers des transports en commun et notamment du métro des solutions alternatives plus rapides et confortables pour leurs déplacements, et décharger les lignes de métro afin de créer des capacités potentielles sur le réseau. Ce dernier aspect est particulièrement intéressant, dans le cas du projet Saint-Michel, pour la ligne 4, qui est actuellement la plus chargée du métro.

---

## Éléments économiques

---

Le coût du projet est estimé à 260 millions de francs, hors taxes, frais généraux compris, aux conditions économiques moyennes de 1982. Il faut y ajouter le coût d'un train supplémentaire (50 millions de

francs) nécessaire compte tenu de l'allongement du temps de parcours de la ligne du fait de l'arrêt en gare Saint-Michel.

Les avantages pour les voyageurs s'élèveront à l'équivalent de 750 000 heures par an. En effet, les voyageurs dont les temps de trajet seront réduits grâce à l'existence de la gare Saint-Michel - dans certains cas de près de 10 minutes pour les voyageurs de banlieue - gagneront près de 2 millions d'heures; en revanche, un peu plus de 1,2 million d'heures seront perdues par les voyageurs qui n'utiliseront pas la gare Saint-Michel et verront leur temps de trajet augmenté d'environ 1 minute par l'arrêt supplémentaire créé sur la ligne.

En tenant compte des éléments précédents, des variations des comptes d'exploitation (dépenses et recettes) de la RATP et de la SNCF ainsi que des économies résultant du transfert aux transports en commun de certains automobilistes, le bilan de l'opération pour l'ensemble de la collectivité fait apparaître:

- un taux de rentabilité immédiate (rapport entre les avantages pour la collectivité et le montant total de l'investissement) de 13%;
- un taux de rentabilité interne (valeur du taux d'actualisation qui annulerait le bénéfice actualisé) de 14%.

Ces mêmes taux s'élèveraient respectivement à 31% et 27% si l'on négligeait la minute perdue par les voyageurs n'utilisant pas la gare Saint-Michel.

## Conclusion

La diversité des liaisons concernées par la réalisation de la gare Saint-Michel montre bien l'intérêt de cette réalisation qui complètera l'intégration des lignes du RER et accentuera le rôle régional des lignes B et C conformément aux objectifs du schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme. Cette utilité régionale très affirmée sera complétée par l'amélioration de la desserte du centre de Paris. Le complexe d'échanges créé entre les lignes B et C aura un trafic annuel de l'ordre de 30 millions de voyageurs qui le situera parmi les plus importantes gares du RER. La réalisation de la gare Saint-Michel, financée avec le concours de l'Etat et de la

Région d'Ile-de-France, vient d'être récemment décidée par les pouvoirs publics et les travaux préparatoires ont aussitôt été entrepris à la fin de 1982 (illustration n° 6). Les travaux s'échelonnent sur une période relativement longue - de l'ordre de quatre ans - en raison des contraintes techniques imposées tant par l'environnement (quartier ancien et dense; sous-sol encombré) que par la nature des travaux (dénivelées et voisinage de la Seine). Dans ces conditions, la mise en service de la nouvelle gare devrait intervenir fin 1986.

*Nota: Une décision pourrait intervenir rapidement en ce qui concerne la création de la correspondance entre la gare Saint-Michel-ligne B et la station Cluny-ligne 10, ce qui permettrait une mise en service simultanée de ces infrastructures.*



Illustration n°6: Travaux préparatoires - Battage d'un rideau de palplanches

## LE LABORATOIRE D'ESSAIS DE LA RATP

par **Guy Bousquet,**

Chef du Service du contrôle et du laboratoire



JUNE  
DE NOS MONTAGNES

SUBA

**Cet article a pour but, après avoir rappelé les objectifs qui ont présidé à la création puis à l'évolution du Laboratoire d'essais de la RATP, de présenter l'ensemble de ses activités multiples et variées tant dans le cadre de ses missions permanente que dans celui des travaux qui peuvent lui être confiés par les différents secteurs de l'entreprise. Tout au long de cette présentation des quatre sections du laboratoire - chimie, environnement, mécanique, électricité - l'accent est mis sur l'évolution des techniques, sur l'automatisation de plus en plus poussée des appareils d'analyse ou d'essais ainsi que sur leur adaptation à des déterminations très spécifiques des besoins des services de la RATP.**

---

## Préambule

---

La RATP, dans le contexte des transports publics, peut se considérer à l'avant-garde en de nombreux domaines techniques; elle se doit de disposer d'un laboratoire d'essais reflétant l'image de marque de l'entreprise. Les réalisations récentes, prolongement de la ligne B du RER, les programmes futurs d'aménagement pour la desserte de la région Ile-de-France, la création de "transports nouveaux" ainsi que les nombreuses activités de coopération technique en justifient le besoin.

Peu de laboratoires ont, comme celui de la RATP, pour vocation l'étude des problèmes relatifs à une double exploitation ferroviaire et routière à laquelle se rattachent les multiples questions que posent l'évolution de l'électronique, le développement de techniques nouvelles dans les infrastructures et les matériels, sans oublier les impératifs de la sécurité et les aménagements propres à la qualité de la vie.

Ainsi, l'activité du laboratoire, confinée pendant de nombreuses décennies dans des problèmes strictement rattachés au contrôle de réception des fournitures, s'est ensuite développée au même rythme que la modernisation des matériels roulants, des stations et des équipements de télécommunications liés à la mise en place des systèmes de péages automatiques et à la généralisation de l'électronique dans les systèmes de contrôle et de commande.

La structure du laboratoire d'essais est actuellement organisée pour répondre dans

des délais normaux aux deux objectifs suivants:

- d'une part, procéder aux essais courants de réception des fournitures constituant l'un des maillons de la gestion de la qualité des approvisionnements;
- d'autre part, réaliser des études, expertises et recherches dans les domaines les plus divers, reliées à la qualité de l'exploitation des réseaux dans le cadre des actions de recherche et développement.

## Gestion de la qualité au laboratoire

Connaître, prévoir, s'assurer, telle pourrait être la devise de la gestion de la qualité du service du contrôle et du laboratoire.

La connaissance du produit (depuis la matière première jusqu'aux ensembles montés sur les matériels), la définition des besoins des utilisateurs permettent d'établir des documents contractuels: cahiers des charges ou spécifications techniques sur lesquels reposent les opérations d'assurance qualité.

L'étude préliminaire de tout produit nouveau est certes l'une des phases les plus délicates à laquelle participe pour une grande part le laboratoire par la réalisation d'essais de type et d'essais de qualification. Ces essais servent à prononcer l'homologation du produit et parfois même à désigner l'agrément du fournisseur, fabricant ou transformateur.

Dans la procédure classique d'assurance qualité, le contrôle de réception s'établit ensuite par une série d'essais d'identifica-

tion prescrits par la spécification technique du produit.

## Recherche et développement

Dans le cadre de l'amélioration des systèmes en service et dans un but de recherche technologique, principalement dans le domaine du comportement au feu des ensembles et plus particulièrement en ce qui concerne les câbles électriques, le laboratoire participe à la mise au point d'essais, de méthodes nouvelles d'investigation sur nouveaux matériaux en liaison avec les utilisateurs, les producteurs de matières premières et les fabricants.

De même, l'évolution de la tenue d'équipements de matériels ou de stations a nécessité la réalisation de bancs d'essais en coopération avec les directions concernées: banc d'essai des garnitures de frein, des marches d'escaliers mécaniques, montages spéciaux pour le TRAX (trottoir roulant accéléré) ou pour les sièges des voitures de métro modernes de type MF 77.

En fait, l'aboutissement de chacune de ces études, résultat d'une concertation de groupes de travail, peut être considéré comme une action ponctuelle d'analyse de la valeur.

---

## Historique du laboratoire

---

Le 1er janvier 1942, la Compagnie du Métropolitain de Paris (CMP) ajoutait à l'exploitation du métro celle des autobus de la Société des Transports en Commun de la Région Parisienne (STCRP) et prenait en charge le laboratoire de cette société installé dans les bâtiments des services d'approvisionnement à l'Atelier Central, rue Championnet, dans le 18e arrondissement de Paris.

La destruction des bâtiments, lors du bombardement de La Chapelle en 1944, interrompit l'activité du service du contrôle et du laboratoire. Il fut remis en place en mars 1946 dans des locaux disparates et dispersés: le laboratoire en 1948 se partageait des aménagements dans un département de l'Atelier Central pour les contrôles

mécaniques et métallurgiques et dans le magasin d'habillement pour les réceptions diverses; de plus, l'examen des lubrifiants et des peintures était pratiqué dans l'ancien laboratoire du métropolitain remis en service aux ateliers de Charonne.

L'organisation du service reprenait une structuration calquée sur celle mise en place dans les années 1920. Certains documents d'archives montrent qu'à cette époque le laboratoire contrôlait dans ses deux sections, mécanique et physico-chimique, les fournitures destinées à l'exploitation des tramways qui devaient déjà répondre aux prescriptions d'une vingtaine de spécifications techniques. En outre, les autobus alors en service faisaient appel à de nouvelles exigences nécessitant des examens plus particuliers.

Le 1er janvier 1949, la RATP prenait officiellement naissance et ouvrait les portes du laboratoire actuel dès 1950; mais son aménagement pour une action efficiente ne devait être réalisé que vers les années 1959 au terme d'un plan décennal entrepris à la création de la Régie.

La section électricité, ouverte en 1952 pour les essais de tenue de fusibles et de lampes à incandescence, s'est étendue dans de nouveaux locaux en 1976 et son activité est devenue pluridisciplinaire. La mise au point de procédures particulières de contrôle dans le domaine des compo-

sants ont conduit à la conception d'appareillages nouveaux avec prise de brevet pour les têtes magnétiques de lecture par exemple.

En outre, le transfert des activités du laboratoire d'hygiène et de salubrité de la direction des études générales en avril 1971 a nécessité la création d'une section environnement orientée vers les problèmes d'analyse de gaz, de qualité de la vie, d'ambiance de travail et vers les études plus approfondies sur les gaz d'échappement, des moteurs, sans oublier les techniques de prélèvement et de mesures des poussières. A signaler également la prise en charge de certains équipements du laboratoire de géologie de la direction des travaux neufs en 1977, relatifs à l'analyse granulométrique et à la tenue à l'abrasion des matériaux.

Les questions d'actualité posées à partir de 1970 par la prévention de l'incendie ont motivé le laboratoire et l'ont dirigé vers des équipements spécifiques dont le rôle est de juger l'aptitude d'un matériau à avoir un comportement au feu satisfaisant sous les trois aspects de la réaction au feu, des fumées dégagées et des gaz nocifs émis.

Enfin, la modernisation récente des installations a donné un renouveau et un aspect plus accueillant aux salles des essais chimiques tout en permettant la réalisation de dispositions d'appareillages évolués.

## Organisation, structure et rôle du laboratoire

Situés dans les bâtiments E et G au 34, rue Championnet, les quatre sections du laboratoire occupent une surface au sol de 1100 m<sup>2</sup>. Les locaux répartis sur trois niveaux sont relativement groupés et forment un tout avec un effectif de 28 personnes.

Une présentation rapide permet de distinguer l'activité de ces sections:

- **la section chimie** ou section des essais physico-chimiques effectue essentiellement les analyses de matières ou produits, à commencer par les métaux et alliages métalliques, et détermine les caractéristiques permettant l'identification d'une fourniture homologuée;
- **la section environnement** complète les investigations menées par la section chimie et se préoccupe plus directement du comportement au feu des matériaux, des analyses de gaz, d'air, de poussières, d'eaux d'infiltration et de tout ce qui touche la sécurité et les conditions de travail et de qualité de la vie;
- **la section mécanique** est chargée des essais de résistance des matériaux, de l'étude des traitements thermiques et procède à toute expertise sur défauts de pièces ayant provoqué leur rupture par suite de phénomènes de fatigue ou de corrosion;
- **la section électricité** s'intéresse aussi bien aux matériaux conducteurs qu'aux isolants, en étudie la structure et développe également la technologie des composants électroniques ainsi que tout ce qui est lié au péage magnétique et particulièrement la billetterie.

Ses fonctions multiples et la diversité des travaux qu'il est susceptible de réaliser conduisent le laboratoire à participer à de nombreuses commissions ou groupes de travail au sein de la RATP et dans les principaux organismes nationaux chargés de l'élaboration et du suivi des documents normatifs définissant la qualité, ou plus simplement chargés de l'étude des méthodes d'essais.

Mise à part l'étude de matériaux nouveaux destinés à des équipements particuliers, les examens et les essais n'intéressent le demandeur que dans la mesure où il peut



avoir connaissance des résultats dans les délais les plus brefs. On peut dire que sur le plan des délais d'exécution, le laboratoire est beaucoup mieux placé que les laboratoires officiels réalisant les mêmes essais.

## La section chimie

Dans le cadre du contrôle réception, les essais physico-chimiques classiques normalisés sont réalisés sur les textiles, les élastomères, les matières plastiques, les produits d'entretien, les peintures et produits assimilés, les lubrifiants et produits pétroliers. Enfin, l'analyse métallurgique utilise les méthodes générales d'analyse dont les moyens ont évolué depuis les dernières décennies.

L'examen et l'homologation de produits présentés par les fournisseurs permettent corrélativement le suivi ultérieur de ces mêmes produits et décèlent si des anomalies viennent en altérer l'usage.

En outre, le laboratoire de chimie doit pouvoir répondre à toutes les questions d'analyse ou d'examen de produits susceptibles d'intéresser les exploitants et les services techniques: son équipement permet de faire face à toute investigation dans le domaine industriel concernant la nature, la composition et la structure des matériaux.

L'activité analytique s'oriente alors dans de nombreux cas vers des procédés associant les deux disciplines de l'analyse minérale et de l'analyse organique.

## L'analyse

### L'analyse minérale

En ce qui concerne l'analyse minérale, l'analyse métallurgique tient une place importante dans l'activité de la section et requiert de la part des opérateurs une maîtrise des méthodes d'essais électrochimiques ou spectrométriques.

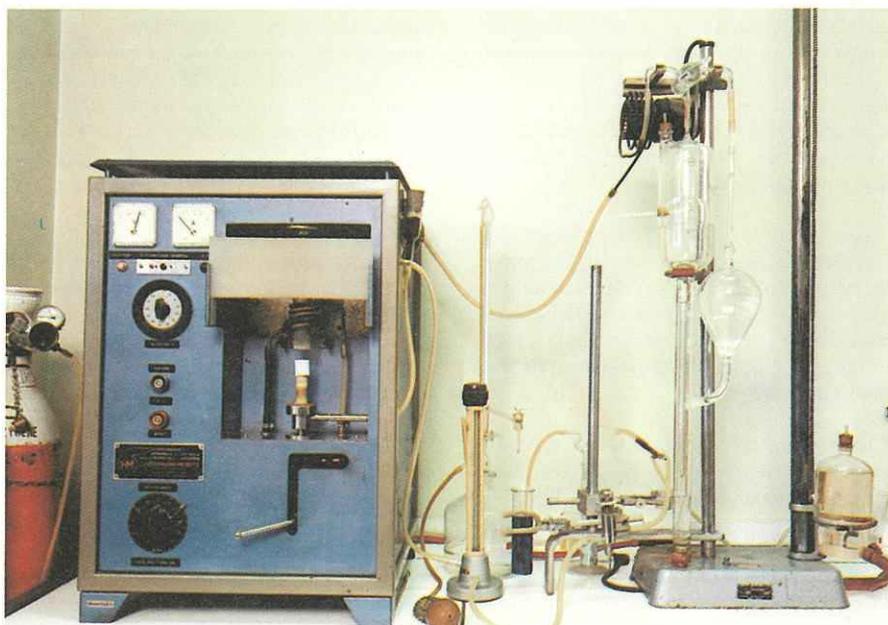
La structure métallographique particulière des aciers, fontes et alliages métalliques est obtenue par l'effet des **traitements thermiques** imposés généralement par les normes en vigueur; mais ce traitement est essentiellement lié à leur composition chimique définie par la

nuance de l'acier ou par la désignation normalisée de l'alliage.

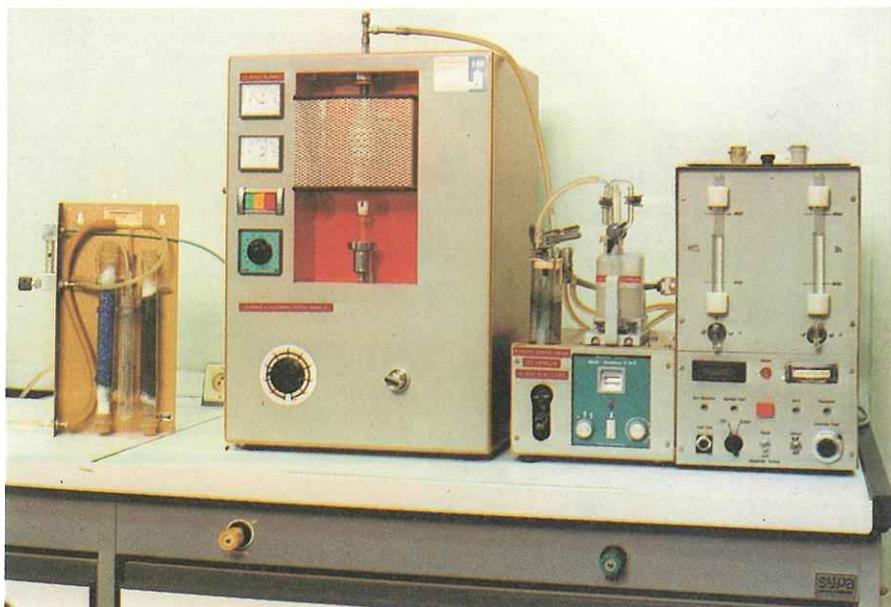
Le carbone, élément essentiel caractérisant les aciers et fontes, est déterminé de façon très rapide par combustion du métal dans un courant d'oxygène dans un four électronique à haute fréquence. Le dioxyde de carbone formé est absorbé par un appareillage donnant directement la teneur en carbone de l'échantillon.

Le même appareil permet, par une variante opératoire, de doser le soufre, élément d'impureté dans les aciers et fontes. Un four similaire associé à un ensemble titrimétrique automatique est utilisé pour la détermination en quelques minutes du soufre total dans tous les produits minéraux ou organiques susceptibles d'en contenir, en particulier dans le gazole.

De la même manière, le dosage des élé-



Dosage du carbone



Dosage du soufre

ments d'addition dans les aciers et alliages faisaient autrefois l'objet de procédés manuels de titrages volumétriques ou gravimétriques. Les réactions d'oxydo-réduction, mettant en jeu des variations notables de potentiel selon la loi de Nernst, ouvrent la voie aux méthodes potentiométriques, en présence d'électrodes spécifiques. Dans d'autres cas, l'application d'une tension connue à une solution des éléments recherchés permet leur dosage soit par mesure de la quantité de courant, cas de la coulométrie, soit par interprétation de la courbe courant-tension et c'est le cas des méthodes polarographiques.

**Le titroprocesseur** est un ensemble automatique de dosage par potentiométrie, doté de mémoires et de microprocesseurs pouvant recevoir des programmes adaptés aux séries d'analyses et de dosages réalisés de façon courante en application de méthodes normalisées ou non et assurant une haute sensibilité et une précision satisfaisante. Ces analyses, après mise en solution par attaque acide des alliages dans des conditions bien déterminées, donnent ainsi les teneurs en manganèse, chrome, molybdène, vanadium, tungstène, titane dans les aciers ainsi que le fer, le cuivre dans les alliages légers, l'étain et l'antimoine dans les alliages mous à base de plomb et d'étain pour antifriktion.

**La conductimétrie**, dont le principe repose sur la facilité de passage du courant dans une solution en présence de certains

ions, est utilisée dans des cas très particuliers d'analyses, mais aussi de façon répétitive pour les examens des eaux industrielles ou des eaux d'infiltration recueillies dans le tunnel.

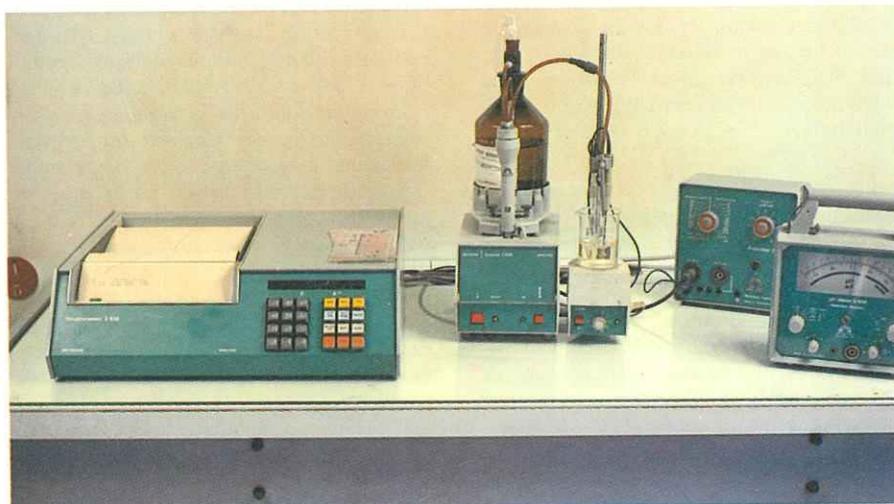
**La polarographie** a permis pendant de nombreuses années la détermination de traces de métaux constituant des impuretés dans certains alliages comme les contacts argentés exempts de cuivre ou le plomb antimonié totalement exempt de cadmium et d'étain.

L'analyse chimique minérale s'oriente de plus en plus vers les **méthodes spectro-**

**photométriques**, soit par absorption dans le domaine de longueur d'onde ultraviolet et visible, soit par absorption atomique.

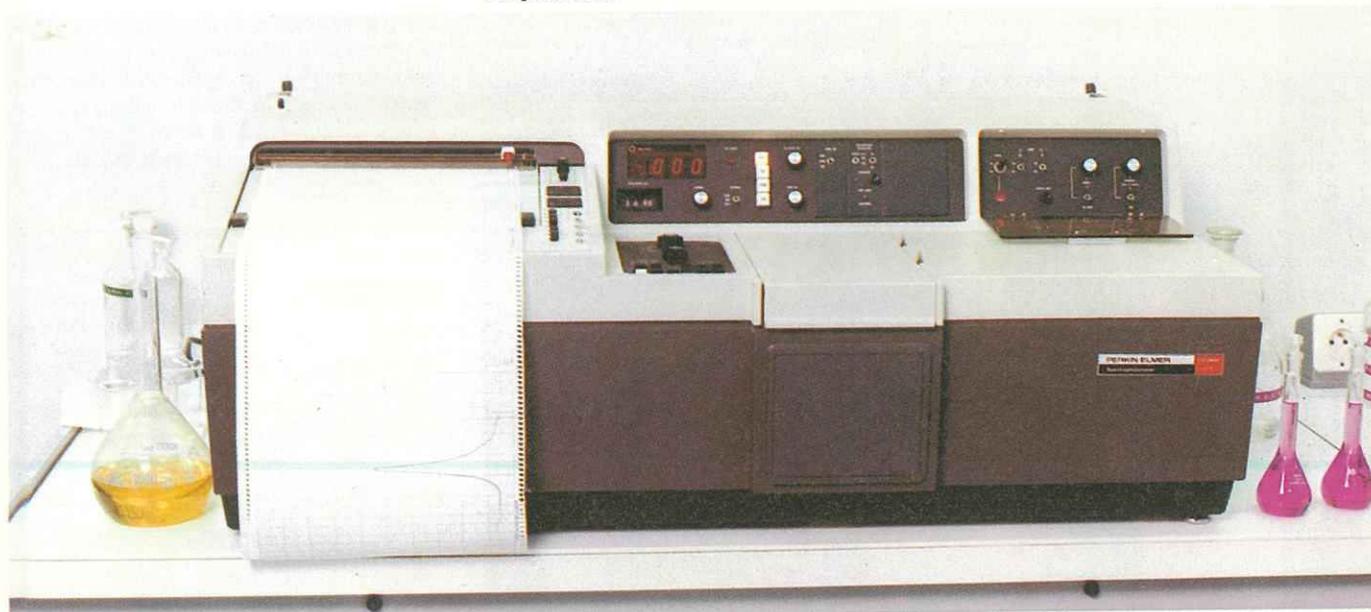
Ces deux procédés nécessitent la mise en solution des substances à examiner, à l'encontre des méthodes directes par spectrographie d'émission ou par fluorescence des rayons X réservées aux analyses répétitives de contrôle, dans les aciéries par exemple.

La spectrophotométrie par absorption dans le visible et l'ultraviolet s'appuie sur la variation de l'intensité lumineuse d'un faisceau de lumière monochromatique de lon-



Titroprocesseur

RATP - Thibaut



Spectrophotomètre visible et ultraviolet

RATP - Carrier

gueur d'onde connue lorsqu'il traverse une solution. Selon la loi de Lambert-Beer la densité optique, rapport des logarithmes de l'intensité lumineuse incidente à l'intensité transmise, est proportionnelle à la concentration de l'élément recherché dans un volume déterminé de la solution.

Dans le domaine visible de 400 à 800 nanomètres, l'absorption porte essentiellement sur des solutions colorées, les éléments recherchés dits chromogènes donnant, par réaction chimique lors de leur mise en solution, une couleur caractéristique.

Dans le domaine ultraviolet, le faisceau émis par une lampe au deutérium entre 180 et 400 nm permet le dosage d'éléments chromophores ne donnant aucune coloration visuelle mais dont les absorptions maximales sont caractéristiques du corps recherché.

La spectrophotométrie par absorption atomique diffère des méthodes précédentes par son principe et sa mise en œuvre; un élément, dispersé à l'état de vapeur atomique et excité par une énergie extérieure apportée sous forme de photons de fréquence connue, libère des électrons qui passent à un niveau d'énergie supérieur où ils sont instables; en revenant sur leur orbite d'énergie minimale, stable, ils émettent un rayonnement caractéristique de l'élément considéré, de même fréquence mais dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de cet élément.

Un microprocesseur inclus dans l'appareil permet les mesures en série après programmation des étalonnages relatifs aux divers éléments recherchés.

## L'analyse chimique organique

L'analyse chimique organique est souvent l'un des points les plus délicats de l'activité d'un laboratoire. La détermination de certaines caractéristiques physico-chimiques, températures de distillation, de cristallisation, indice de réfraction, indice d'acide, indice de saponification, indice de brome ou d'iode, taux de solubilité dans divers solvants permet parfois l'identification de certains produits. Dans d'autres cas, il faut rechercher des fonctions chimiques ou des associations de liaisons moléculaires entrant dans la composition des matières organiques usuelles ce qui ne peut être réalisé avec profit que par l'application des méthodes instrumentales de spectrométrie d'absorption dans l'ultraviolet ou dans l'infrarouge et de chromatographie en phase gazeuse.

Les sections chimie et environnement ont recours à ces trois méthodes pour l'examen des produits d'addition dans les lubrifiants, pour la détermination de la composition des dégraissants, décapants, désinfectants, solvants divers des peintures à base d'hydrocarbures ou de leurs dérivés chlorés et à base de composés hétéropolaires, alcools, cétones, aldéhydes, amines, etc...

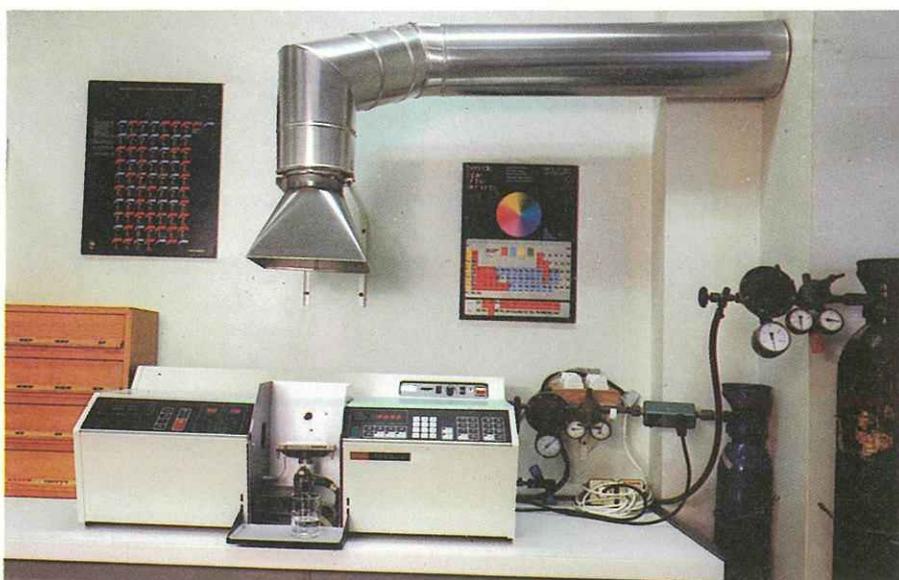
Enfin, par l'étude du spectre infrarouge, il est possible d'identifier la plupart des matières plastiques de synthèse.

L'intérêt des **méthodes spectrophotométriques** réside dans la possibilité de l'examen du spectre d'absorption complet du produit étudié, en phase liquide dans le cas de l'ultraviolet et en milieu solide parfois dans les procédés infra-rouges, après pulvérisation de la matière et pastillage avec du bromure de potassium.

Le spectre ultraviolet met en évidence la présence des groupements "chromophores" caractéristiques d'une molécule et correspondant à des liaisons particulières, à des chaînes cycliques ou à des substitutions de fonctions. Un exemple d'application typique est le dosage des hydrocarbures benzéniques contenus dans un mélange d'hydrocarbures aliphatiques ou terpéniques que l'on rencontre dans la plupart des solvants ou diluants commerciaux.

La spectrométrie d'absorption dans l'infrarouge s'étend sur un domaine plus vaste que l'ultraviolet et permet d'étudier des spectres beaucoup plus riches en bandes d'absorption qui caractérisent les groupements fonctionnels, d'une part, et qui reproduisent l'énergie de rotation et l'énergie de vibration propres aux molécules organiques complexes, d'autre part.

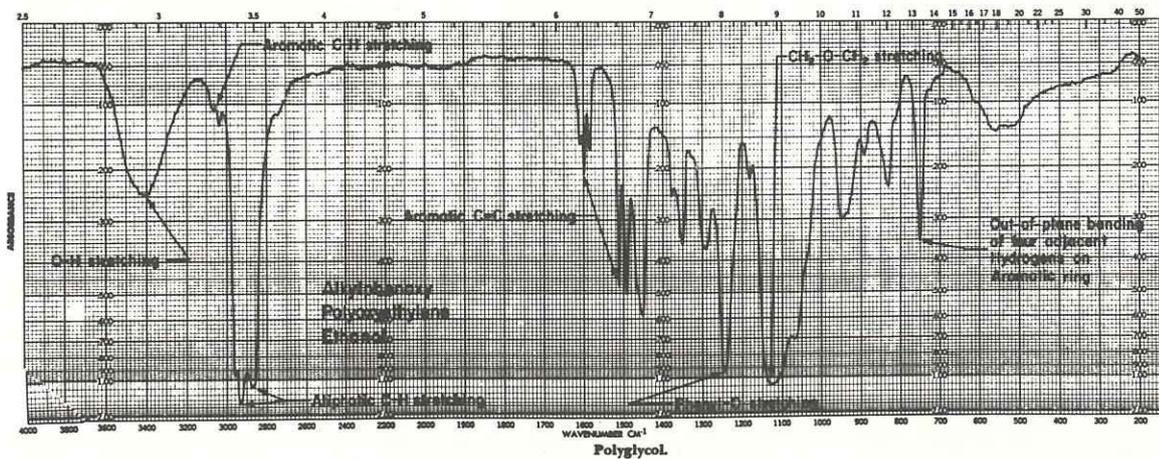
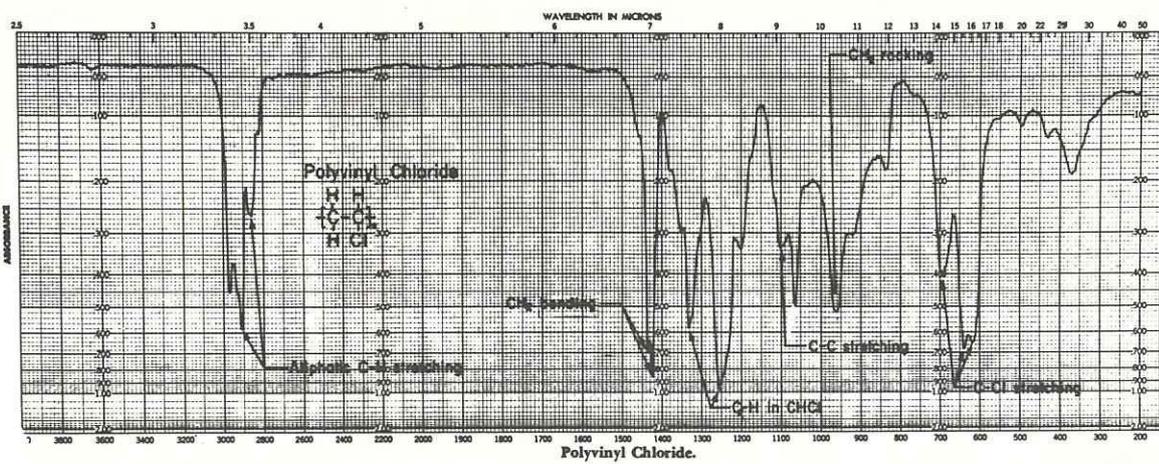
Il est indispensable, pour toute interprétation des spectres infrarouges, de se référer à des spectres types obtenus au préalable par examen d'un échantillon de référence dont la composition et la structure sont connues. Des spectrothèques sont mises à la disposition des utilisateurs par le Groupement pour l'Avancement des Méthodes Spectrométriques (GAMS).



Spectrophomètre d'absorption atomique



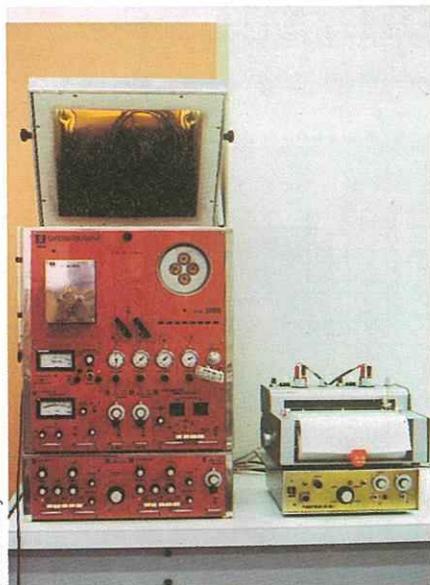
Spectrophomètre infrarouge



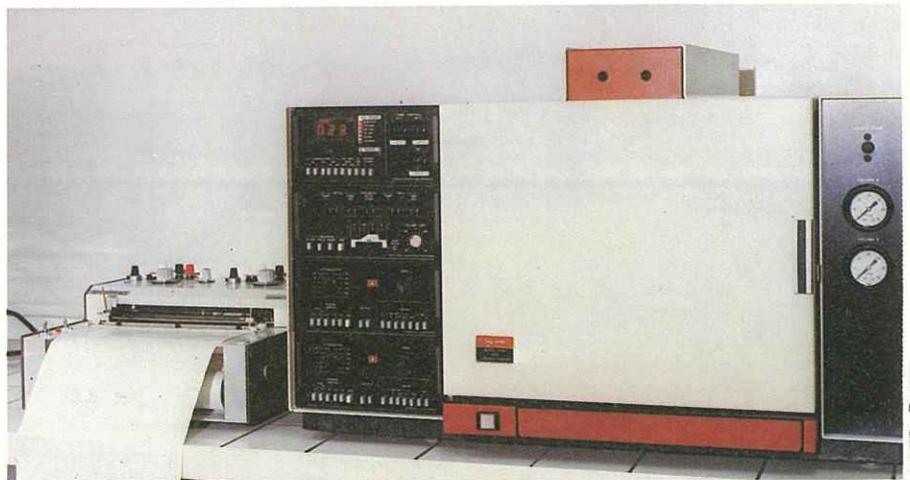
**La chromatographie en phase gazeuse** s'applique surtout pour la détermination de la composition des liquides organiques et pour le dosage de certains gaz présents dans un mélange gazeux. Deux appareils sont en service au laboratoire dont l'un comporte un répéteur de programme à microprocesseur.

La méthode peut être assimilée à une distillation fractionnée sur un nombre important de plateaux. Le produit à analyser est injecté dans une colonne renfermant une phase stationnaire, corps absorbants à base de résines silicones ou de gelée de silice suffisamment poreux pour être facilement traversés par un gaz vecteur azote, hydrogène, hélium; les composants du produit sont entraînés à des vitesses différentes caractérisées par un indice de rétention. A la sortie de la colonne, l'effluent passe dans un dispositif détecteur à ionisation de flamme relié à un amplificateur.

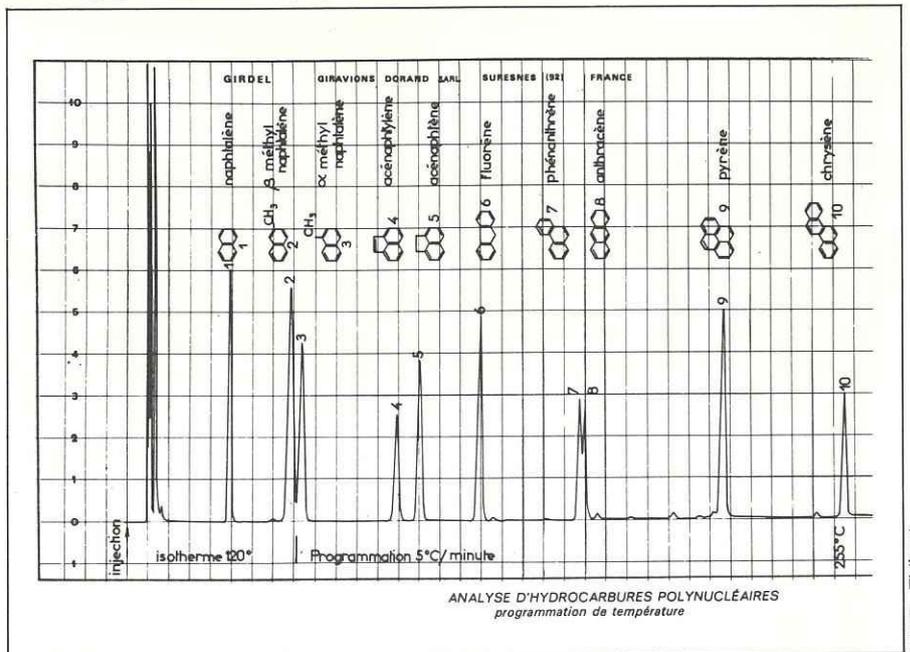
Le chromatogramme enregistré est caractéristique de la composition étudiée: par exemple un mélange d'hydrocarbures donne autant de pics que de composants; l'intégration de la surface comprise dans la courbe indique la proportion des constituants du mélange.



Chromatographie en phase gazeuse pour analyse des gaz



Chromatographe à répéteur de programme à microprocesseur



Aspect du chromatogramme d'un mélange d'hydrocarbure

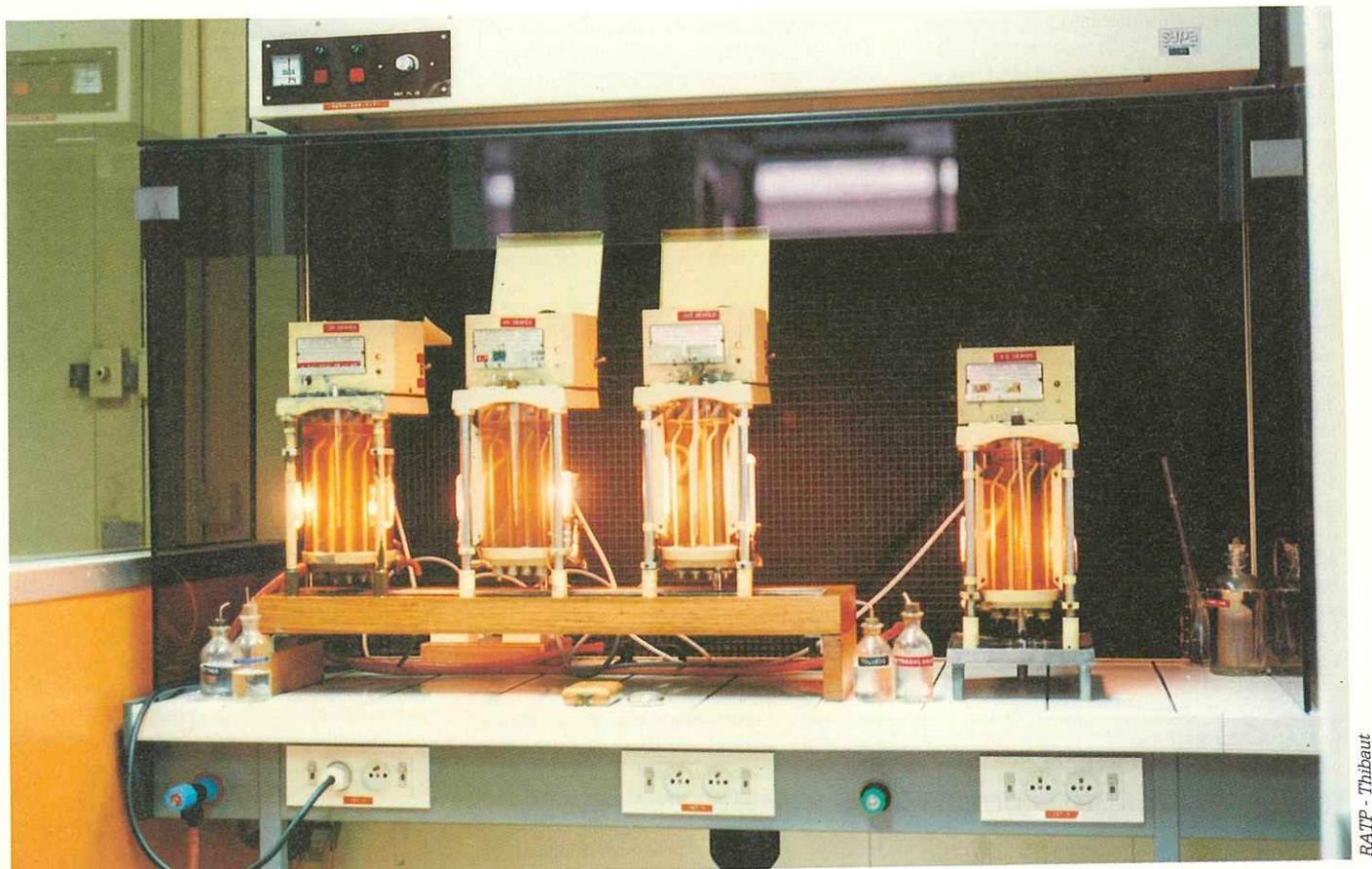
## Les produits pétroliers

Pendant longtemps, l'activité de la section chimie s'est principalement exercée sur les produits pétroliers. L'étude des lubrifiants est toujours l'un des points essentiels de cette section dans une entreprise de transport public où les problèmes de graissage sont quotidiens, aussi bien au réseau routier pour les moteurs diesel, les boîtes de vitesses et les roulements que pour les moteurs électriques, les réducteurs

et les ponts de transmission des motrices du réseau ferré.

L'entretien préventif des organes nécessite l'examen systématique des lubrifiants avant leur mise en service puis la recherche des éléments de pollution susceptibles de perturber leur efficacité.

Les appareils classiques de la section servent à la détermination des caractéristiques physico-chimiques des huiles et des graisses:



Viscosimètre Houillon-Protec

- viscosité cinématique et dynamique des fluides newtonniens mesurée avec les viscosimètres Engler, Protec-Houillon, Ubbelohde, Canon-Fenske, UF;
- effets de cisaillement et phénomènes rhéologiques déterminés au viscosimètre rotatif Brookfield;
- consistance des produits viscoplastiques dans les conditions climatiques habituelles et aux températures de fonctionnement des organes, déterminées au pénétromètre à graisse ;
- tenue à la chaleur et résistance à leur destruction thermique: point d'inflammabilité, de combustion, point de goutte;
- comportement aux basses températures et phénomènes de figeage ou d'écoulement ralenti des fluides à froid;
- recherche de la composition élémentaire des constituants mettant en évidence la présence d'éléments nocifs, excès de soufre, présence de chlore, excès de carbone susceptible de se cokéfier ou de former des vernis avec les produits d'oxydation créés

en service;

- vérification de la présence d'éléments favorisant une lubrification extrême pression dans les graisses au lithium ou au bisulfure de molybdène par exemple;
- élimination de corps gras végétaux ou animaux pouvant provoquer par formation de savons des mélanges incompatibles et dangereux pour les organes.

Les procédés d'analyse rejoignent les tendances nouvelles mises en avant par les pétroliers dans l'élaboration des lubrifiants de synthèse par exemple. Les examens spectrophotométriques dans les faibles longueurs d'onde du domaine ultraviolet ou au contraire l'étude des spectres infrarouge aux plus fortes longueurs d'onde donnent une possibilité de sélection des produits complexes tant au niveau de leur structure moléculaire que dans la recherche des additifs ou dopes organométalliques particuliers.

L'identification du produit fini est matérialisée par une fiche d'homologation du lubrifiant mentionnant ses caractéristiques. Notification est faite ensuite au raffineur au terme d'une procédure d'agrément au cours de laquelle ont été réalisés divers essais; c'est le cas des huiles détergentes pour moteur diesel et des graisses extrême pression.

Le suivi des lubrifiants en service se généralise depuis quelques années et le laboratoire de la RATP a assuré, à plusieurs reprises, des actions similaires sur un nombre réduit de véhicules en essais; la détermination de la teneur en eau, de la dilution par le combustible liquide, de la présence de matières charbonneuses, de la capacité de détergence qu'offre encore le produit en service, mis en évidence par la détermination de l'indice d'acide et de l'indice résiduel de basicité, sont des opérations analytiques pratiquées couramment. Elles doivent être associées étroitement à la recher-

che des impuretés métalliques, d'origine atmosphérique (poussières siliceuses, calcaires ou autres) ou provenant de l'usure des organes (fer, cuivre, chrome, aluminium, zinc, étain). Ces dosages sont effectués par spectrophotométrie d'absorption atomique, procédé suffisamment précis pour l'analyse de ces éléments.

Le gazole diesel urbain, coupe spéciale de distillation pétrolière à indice de cétane supérieur à 50 et pratiquement exempt de soufre et de produits paraffiniques, a été récemment remplacé par le gazole commercial lorsque les caractéristiques physico-chimiques de ce dernier ont été améliorées par les décrets en vigueur: bas point d'écoulement et teneur en soufre inférieur à 0,3%. Le contrôle régulier des livraisons de gazole assure la corrélation de ses caractéristiques avec celle des spécifications administratives ou douanières. Plusieurs études ont été menées en collaboration avec le réseau routier sur la tenue au froid et l'évolution de la filtrabilité à basse température de ces produits.

## La protection contre la corrosion

Les problèmes relatifs à la lutte contre la corrosion sont fréquents et nécessitent des études à la fois pour la recherche des causes du phénomène de corrosion et pour la mise en pratique des dispositifs de protection. Ces questions très générales concernent l'ensemble des utilisateurs, chaque fois que des ensembles métalliques ou des pièces en alliage de nature différente sont en contact ou sont en service dans des atmosphères plus ou moins humides.

Les ossatures des autobus, soumises à des lavages répétés dans les machines avec des nettoyants shampooings, seraient vulnérables en certains points si un système de protection par peinture ne faisait pas une barrière aux phénomènes galvaniques que favorisent les électrolytes des eaux de lavage, ainsi que le sel répandu sur les chaussées en période hivernale.

De multiples cas de corrosion d'origines diverses, y compris celles par fuites de courants vagabonds à travers le ballast, les infrastructures du radier ou les quais du métro, pourraient être énumérés, tant dans nos services que dans les réseaux auprès desquels la RATP assure une assistance technique.

Les appareillages du laboratoire permettent de déterminer la nature des phénomènes de corrosion chimique, électrolytique, intergranulaire ou fissurante et d'en déceler les causes par des mesures électro-chimiques de tensions galvaniques. En outre, la résistance des revêtements protecteurs peut être éprouvée en faisant subir aux pièces protégées des essais accélérés de tenue à la corrosion dans une atmosphère tropicalisée et riche en chlorure de sodium: essai normalisé au brouillard salin à  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Les divers procédés de protection des pièces mécaniques ou des infrastructures sont également soumis à des essais de fiabilité de tenue dans le temps:

- essais technologiques des revêtements de peinture et de la peinture elle-même pour en établir sa valeur d'usage. L'utilisation des peintures aux résines polyuréthanes généralisée dans certains ateliers de la RATP apporte une garantie supplémentaire dans ce type de protection;
- essais qualitatifs sur revêtements métalliques: galvanisation, zingage, étamage, cadmiage, bichromatage, procédés courants de protection des pièces de boulonnerie et quincaillerie font l'objet d'examen de laboratoire au même titre que les procédés de nickelage et chromage de pièces très sollicitées par le public comme les loqueteaux de porte, ou les procédés d'argentage et de dorage utilisés en électronique pour augmenter la conductibilité des circuits et des microcontacts;
- essais de vérification des traitements particuliers des pièces mécaniques tels que nitruration, phosphatation, parkérisation, chromisation assurant un état de surface rigoureusement approprié aux organes de frottement.

---

## La section environnement

---

La section environnement s'occupe de toutes les questions qui touchent l'homme dans son milieu de travail ainsi que le confort ambiant du voyageur. Elle s'intéresse aux risques éventuels qui pourraient créer des atteintes biologiques nuisibles. L'air, l'eau, le feu sont en quelque sorte la préoccupation majeure de cette section du laboratoire.

## Les études d'écologie

### L'analyse de l'air

D'une manière générale, la section environnement du laboratoire est en mesure de réaliser rapidement toute analyse d'air en quelque point que ce soit du tunnel, des locaux techniques, ateliers ou bureaux. C'est ainsi qu'à plusieurs reprises le contrôle de la pollution ou simplement du confinement de l'air a fait l'objet d'essais pendant le percement des sections de tunnel à grande profondeur du RER.

Les pollutions proprement dites, provoquées le plus souvent par les gaz d'échappement des moteurs, sont étroitement surveillées à la prise de service dans divers dépôts et la nuit sur les chantiers de la voie. Ces gaz d'échappement sont en effet riches en monoxyde de carbone dans le cas des moteurs à allumage commandés et renferment, dans le cas des moteurs diesel, des taux d'hydrocarbures imbrûlés variables selon le réglage du moteur, et plus généralement, des oxydes d'azote et des aldéhydes, gaz irritants pour les muqueuses et toxiques à certaines teneurs.

### L'analyse des gaz

Dans ce domaine, le laboratoire a procédé à l'étude de l'efficacité d'un prototype d'épurateur de gaz d'échappement pour moteurs diesel ferroviaires.

L'évolution de l'efficacité du dispositif en fonction du temps d'utilisation a été déterminée par analyse et dosage, en grandeur réelle, des principaux gaz polluants émis dans l'atmosphère: oxydes de carbone, hydrocarbures imbrûlés et oxydes d'azote.

L'étude a nécessité, outre la mise au point des méthodes d'analyse et de dosage de gaz, l'exécution de mesures à poste fixe et en fonctionnement réel, sur les voies des ateliers de La Villette et dans le tunnel du métro avec appareils de mesure embarqués.

A plusieurs reprises également, la section environnement a été amenée à détecter de faibles fuites de gaz et à en déterminer la nature, le plus souvent méthane ou gaz des marais et hydrogène sulfuré, pouvant provenir de fermentations à proximité de la Seine ou de terrains ayant contenu d'anciennes décharges des siècles précédents.

Les analyseurs par absorption infrarouge, la chimie luminescence, la chromatographie en phase gazeuse donnent avec une bonne précision la composition des gaz préalablement prélevés sur le site, dans des tubes à vide ou dans des sacs spéciaux. Des dosages en continu sur place peuvent même être enregistrés pendant 24 ou 48 heures et signaler ainsi la présence fugace de certains gaz ou des variations d'atmosphère. En outre, la détection qualitative et quantitative d'une vingtaine de gaz différents peut être instantanément effectuée au moyen de tubes doseurs colorimétriques.

Le problème des odeurs, lié à la présence de faibles traces de gaz nauséabond, n'échappe pas aux investigations de cette section du laboratoire.

### L'analyse des poussières

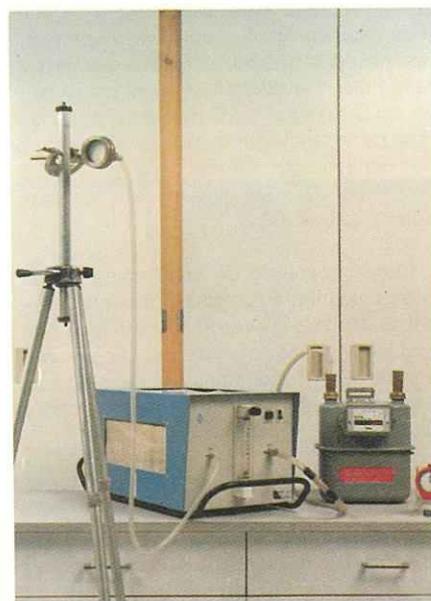
L'une des causes de pollution est la pollu-

tion de l'air ambiant par les poussières de toute origine provenant principalement des foyers domestiques ou plus simplement des travaux de maçonnerie des chantiers:

- les foyers domestiques rejettent dans l'air des polluants particuliers dont les dimensions de l'ordre du micron leur confèrent une certaine stabilité dans l'air; leur sédimentation est lente et leur détermination ne peut s'effectuer que sur des prélèvements relativement longs au moyen d'appareils spécialement mis au point par le Centre d'Etude et de Recherche des Charbonnages (CERCHAR) ou par des procédés électrostatiques;

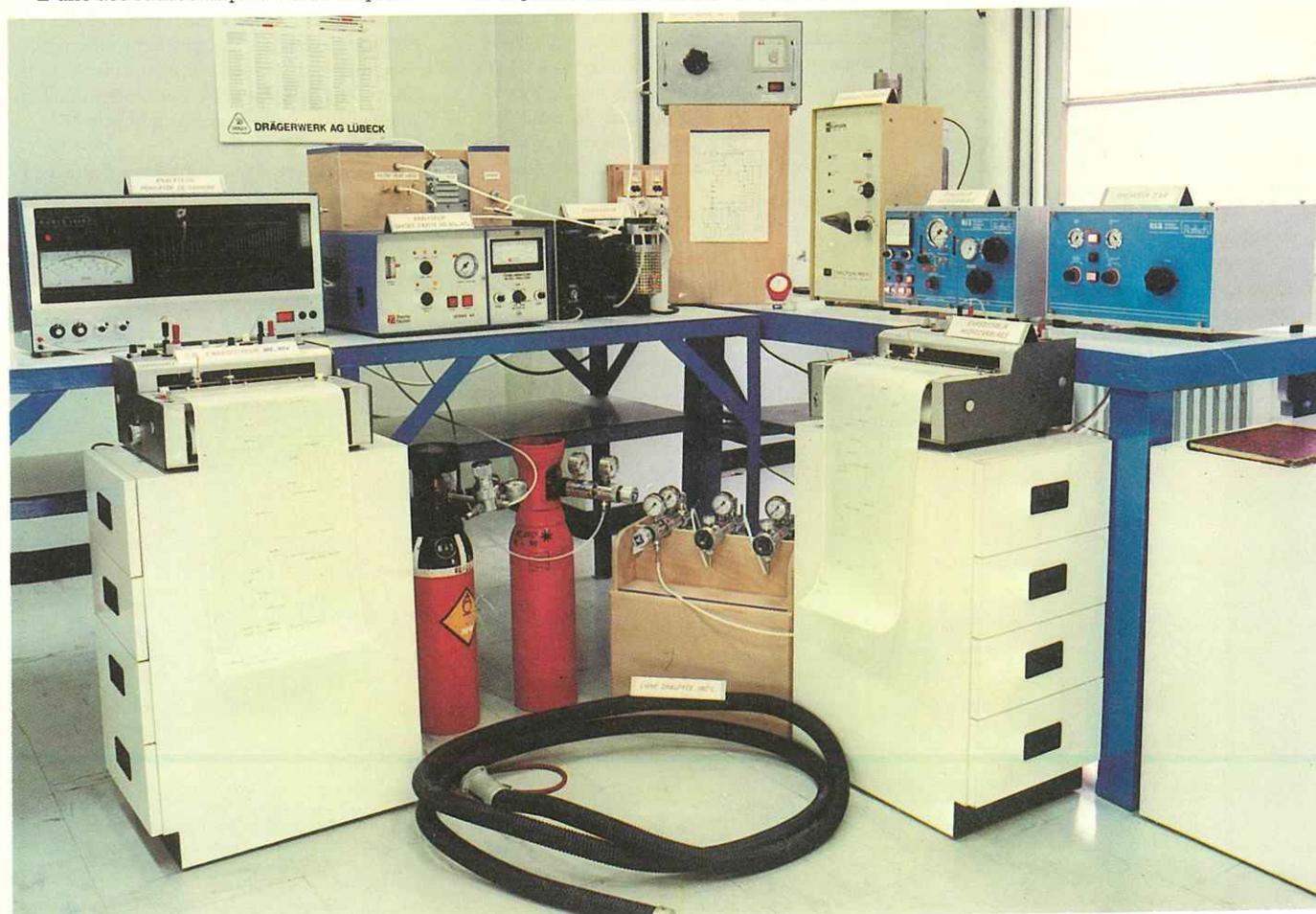
- les poussières proprement dites se déposent plus rapidement selon leur grosseur, généralement de plusieurs dizaines de microns. Leur captation est plus facile et plus rapide au moyen de pompes faisant passer l'air au travers des filtres calibrés à micropores (appareil Casella).

L'analyse des prélèvements, préalablement pesés, se fait ensuite au laboratoire



Capteur de poussières

RATP - Thibaut



Appareils d'analyse des gaz

RATP - Carriet

après préparation de l'échantillon en vue d'un examen optique au microscope pour déterminer le nombre et les dimensions des particules. Par dissolution dans un solvant ou après attaque acide, l'analyse peut être faite par les moyens classiques qui sont mis en œuvre pour l'étude des poussières recueillies dans les moteurs, sur les rails, dans le tunnel, etc...

Cette procédure de prélèvement et de comptage mise au point par l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) a été utilisée pendant ces dernières années pour assurer la sécurité dans les chantiers où s'effectuait l'enlèvement des flocages d'amiante.

Le dépistage de la présence de crocidolite, d'amphibole ou de chrysotile dans les revêtements et le comptage des fibres libres de ces matériaux a nécessité plus de 4000 mesures du laboratoire durant ces trois dernières années en application du décret du 17 août 1977.

## Les eaux

L'étude des problèmes écologiques ne serait pas complète s'il n'était pas fait mention des analyses d'eaux de toutes sortes depuis l'eau potable distribuée par les canalisations normales jusqu'aux eaux d'écoulement, d'infiltration, des puisards éventuellement pollués et, sur le plan géologique, les eaux des nappes phréatiques.

Tout comme l'air, l'eau peut en effet renfermer des polluants susceptibles selon les endroits, non seulement de créer des miasmes dans les cas des puisards, mais encore de provoquer des empoisonnements rapides dans le cas de l'eau de distribution, si les teneurs en métaux dissous, cuivre, chrome, manganèse sont supérieures à 0,05 mg par litre, le fer et le plomb étant tolérés jusqu'à 0,3 mg par litre.

Le degré hydrotimétrique TH caractérisant la dureté de l'eau, la résistivité fonction de sa teneur en sels minéraux, le titre en acide fort TAF, le titre alcalimétrique TA donnant les alcalis libres dans l'eau, le titre alcalimétrique complet TAC correspondant aux carbonates et bicarbonates sont autant de déterminations qu'exécute le laboratoire sur les prélèvements d'eau avant d'en entreprendre l'analyse.

A titre indicatif, en dehors de toute recherche de pollution le laboratoire procède au contrôle des eaux industrielles de refroidissement de circuits ou des eaux de chaudières renfermant des agents complexants ou antiredéposition comme les triphosphates pour éviter les dépôts de calcaire ou des inhibiteurs de corrosion apportés par les produits antigels tels que les nitrites, les borates ou les triéthanolamines.

## L'hygiène du travail

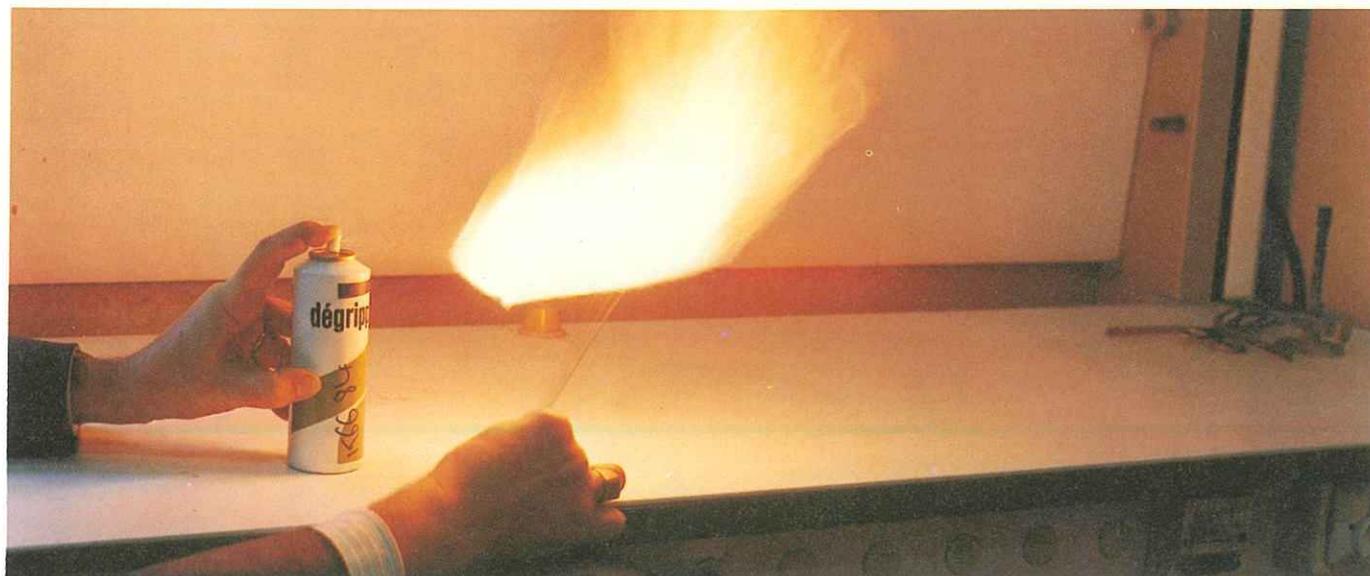
La médecine du travail exerce une sur-

veillance vigilante sur l'ensemble des postes de travail de la RATP et à ce titre le laboratoire lui communique les analyses et les caractéristiques de tous les produits chimiques industriels nouveaux avant d'être utilisés dans les ateliers tels que nettoyeurs, produits de lavage, dégraissants, décapants, solvants et diluants divers, bombes aérosols, etc...

La réglementation française en vigueur, qui évolue dans le sens de la réglementation européenne, définit les prescriptions d'utilisation de certains produits dangereux susceptibles de provoquer une maladie professionnelle et préconise, dans certains cas, un étiquetage particulier. La RATP, plus formelle, exclut l'usage des produits renfermant des quantités notables de substances telles que benzène, hydrocarbures aromatiques et leurs dérivés chlorés et nitrés, les amines, phénols, hydrocarbures naphthaléniques et autres produits de synthèses complexes.

Des essais de simple sécurité mettent en évidence le danger des produits inflammables finement divisés dans l'atmosphère à l'état d'aérosol: essai de non inflammation du gaz vecteur des bombes aérosols.

Le laboratoire et la médecine du travail étudient annuellement tous les cas particuliers d'utilisation dangereuses en dehors de l'examen des produits nouveaux et en informe le comité d'hygiène et de sécurité.



RATP - Dumas

## La prévention incendie

Le risque incendie et l'évaluation de ce risque ont orienté les activités de recherche vers la prévention et la sécurité.

Au cours de ces dernières décennies, les spécialistes ont été confrontés au problème du feu et des matériaux de synthèse; l'essor pris après guerre par les matières plastiques de toutes sortes et ne répondant souvent qu'à des critères commerciaux a donné un aspect nouveau aux accidents par le feu dont plusieurs, un peu partout dans le monde, ont eu, au cours des dernières années, des conséquences dramatiques. Il faut également mentionner un certain nombre de sinistres provoqués par les câbles électriques.

A côté du renforcement des moyens de lutte contre l'incendie, la prévention et les études entreprises à cet égard ont conduit les pouvoirs publics à définir les valeurs de la résistance au feu des éléments de construction, porte coupe-feu une heure par exemple, et la classification des matériaux en six catégories vis-à-vis de leur réaction au feu.

Dans le même temps, les problèmes très spécifiques de l'exploitation en souterrain dirigeaient les actions de recherche à la RATP vers des solutions plus efficaces, tendant à diminuer, sinon éliminer, les dégagements de fumées et de gaz nocifs générateurs de panique.

On sait que dans un incendie, au dégagement intense de chaleur, sont associés plu-

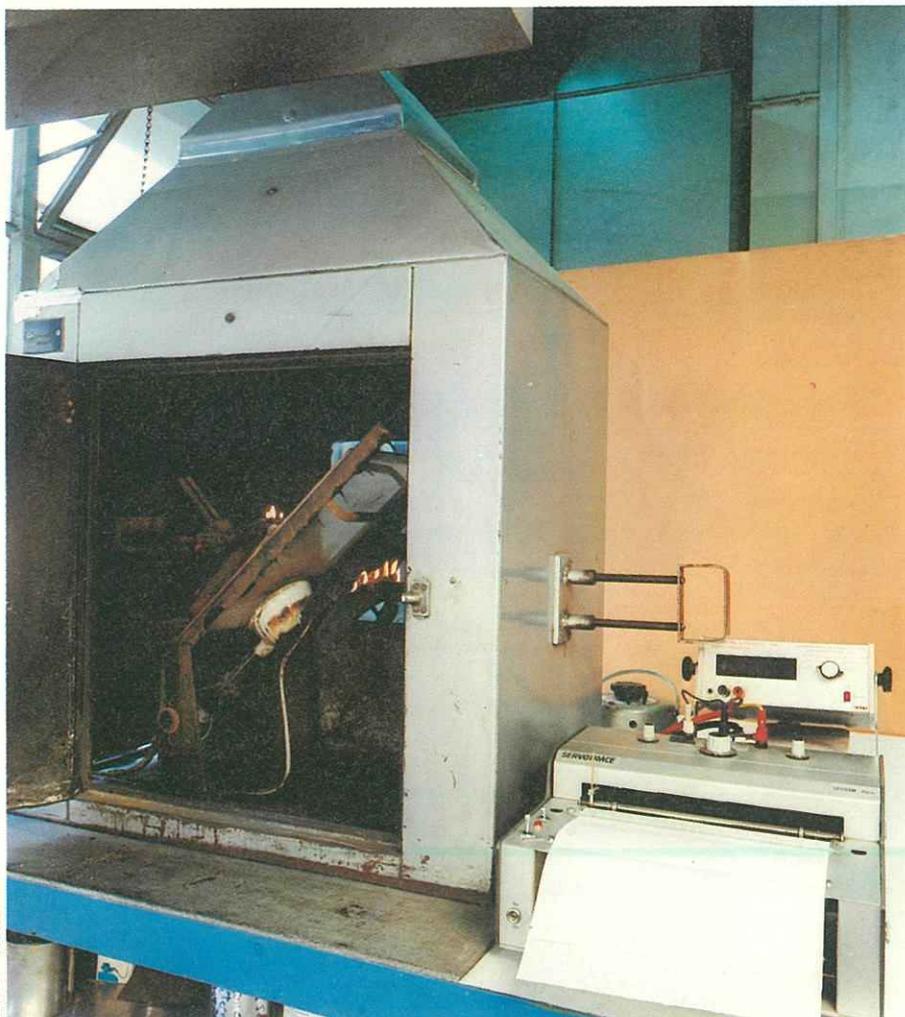
sieurs phénomènes, à commencer par la modification de la composition normale de l'atmosphère, diminution du taux d'oxygène et formation par combustion ou pyrolyse, surtout en présence de matériaux plastiques, de quantités de gaz nocifs dont les principaux sont les oxydes de carbone présents dans tous les cas, les hydracides halogénés, les oxydes d'azote, le tout accompagné d'émission de fumées, fines particules solides et liquides entraînant une baisse très rapide de la visibilité. L'étude du risque feu a été orientée à plusieurs reprises dans des groupes de travail vers des dispositions pouvant se résumer par le vocable "IPOTOC" donnant l'image des événements successifs déclenchés par la mise à feu: inflammation, propagation, opacité des fumées, toxicité et corrosivité des gaz émis.

La toxicité et la corrosivité des gaz sont des nuisances souvent provoquées par le même dégagement gazeux. A la protection des personnes doit s'ajouter celle des biens, la présence de faibles quantités d'acide chlorhydrique gazeux issues de la combustion du polychlorure de vinyle pouvant détruire les installations modernes dépendant en grande partie de systèmes électroniques sensibles à la corrosion par ce gaz.

## Comportement au feu des matériaux

En France, les essais permettant d'établir la classification des matériaux dans les catégories M0 - M5 (par ordre décroissant de tenue au feu), les essais de mesure d'opacité des fumées et de détermination des gaz nocifs font l'objet de normes nationales, reprenant les prescriptions des arrêtés en vigueur (arrêté du 4 juin 1973).

L'essai de feu par rayonnement ou essai à l'épiradiateur est l'essai le plus classique applicable sur éprouvette de 300 mm x 400 mm disposée à 45° sur l'horizontale et dont l'une des faces est exposée au rayonnement d'un radiateur électrique placé à 30 mm, en présence d'une flamme de gaz. On enregistre les différences de température entre le haut et le bas de la chambre d'essai, on mesure les hauteurs de flamme toutes les 30 secondes et en fin d'essai, qui dure 20 minutes, l'indice de combustibilité est calculé. Cet essai est réservé aux matériaux rigides et semi-rigides: bois, contreplaqués, éléments de cloison, matériaux plastiques et stratifiés et certains matériaux alvéolaires disposés sur une grille support.



Essai de réaction au feu par rayonnement

Les matériaux souples tels que les texoïds et les textiles sont soumis à l'essai du brûleur électrique dans lequel l'éprouvette soutenue par une grille est exposée au rayonnement d'une bougie électrique de puissance déterminée, en présence d'une flamme de gaz : la longueur détériorée est mesurée à la fin de l'essai.

L'inflammabilité est plus particulièrement réservé aux tissus, l'éprouvette maintenue en position verticale est enflammée par un morceau de ruban-amorce; on note la surface dégradée.

Les matériaux fusibles sont éprouvés sur une grille métallique située face à un radiateur situé à 30 mm au-dessus; un réceptacle garni de ouate de cellulose reçoit les gouttes susceptibles d'enflammer la ouate au cours de la fusion du matériau.

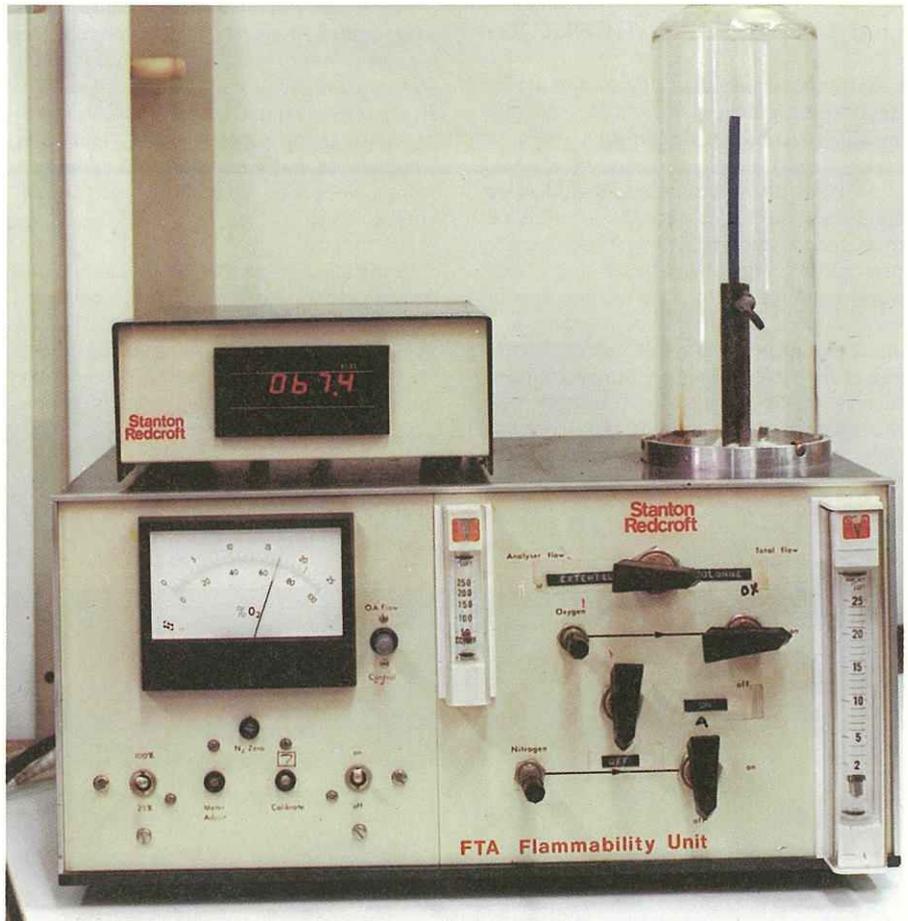
Les revêtements de murs et de sols subissent l'essai au panneau radiant de 305 mm x 305 mm alimenté par un mélange air-propane; l'éprouvette est disposée en drapeau, on note la distance parcourue par la flamme.

Dans le cas des matériaux classés M4 ou M5, la notation finale est donnée par la mesure de la vitesse de propagation.

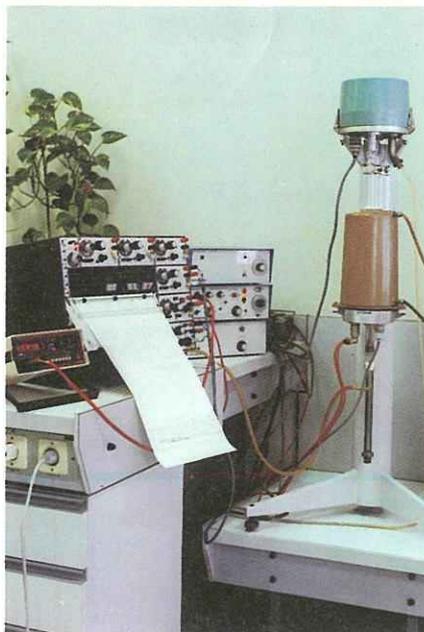
L'indice d'oxygène, universellement utilisé pour l'examen des petits échantillons, donne rapidement une évaluation de la réaction au feu d'un matériau se rapprochant de la classification normalisée. On cherche à faire brûler une éprouvette dans un mélange oxygène-azote et on note la concentration minimale en oxygène nécessaire pour entretenir la combustion. La valeur de l'indice d'oxygène caractérise le matériau.

En complément de l'indice d'oxygène, la thermogravimétrie caractérise la dégradation thermique des matériaux et principalement des matériaux de synthèse, exposés à des températures ou des flux thermiques croissants. Les courbes ainsi établies permettent alors le choix de produits non propagateurs de l'incendie. Cette méthode est mise en œuvre pour étudier la tenue de matériaux nouveaux d'isolation des câbles électriques. Par exemple, le polyimide kapton isolant des câbles du matériel roulant MF 77 et MI 79 ne présente pratiquement pas de perte de masse et de dégradation avant 450°C.

La non-propagation de l'incendie par les câbles électriques fait l'objet d'un essai, dit



Indice d'oxygène



Thermogravimétrie



Cabine d'essai du four à câble

au four à câble, instauré par l'EDF et le CSTB en 1975; l'échantillon est exposé, en présence d'un courant d'air, au rayonnement d'un four circulaire électrique porté à une température voisine de 800° C, déterminée par étalonnage au moyen d'un corps noir. Actuellement, la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) étudie une méthode d'essai en nappe, d'une mise en œuvre plus lourde mais se rapprochant des essais en vraie grandeur.

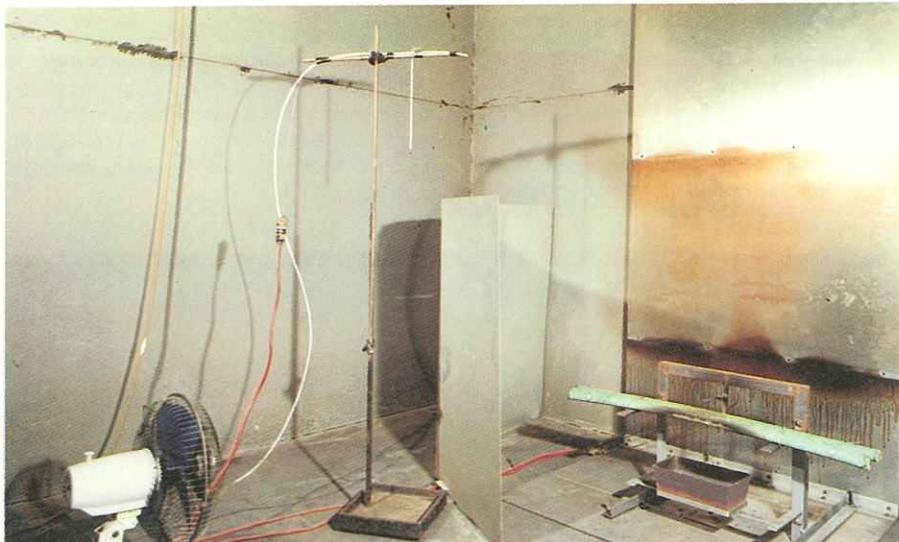
## Essais en semi-grandeur et essais réels

Il a été prouvé à maintes reprises que les essais de tenue au feu en laboratoire sur éprouvettes réduites n'étaient pas suffisants pour servir de critères de discrimination des matériaux. Des exemples ont montré qu'un type de matériau donnant entièrement satisfaction aux essais de laboratoire s'avérait brûler entièrement lors d'un incident sur chantier ou sur site.

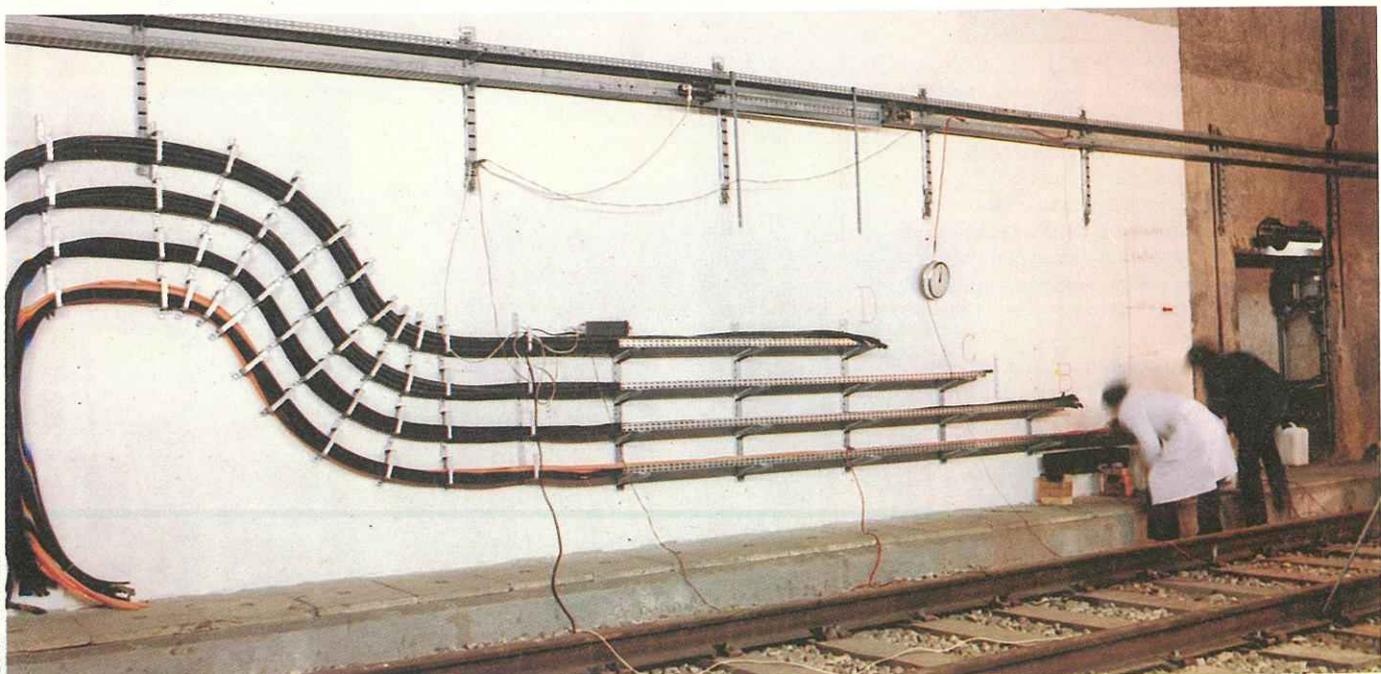
Des essais en semi-grandeur ont été généralisés au laboratoire d'essais du London Transport et le même essai en caisson de 27 m<sup>3</sup> est actuellement opérationnel au laboratoire d'essais de la RATP. Ces essais relativement reproductibles mettent en évidence la non-propagation du feu et permettent d'évaluer, de façon plus réelle, les quantités de fumées dégagées. Ils sont mis en application sur des panneaux de particules, des sièges pour matériel roulant et sur les câbles électriques sans halogènes dont l'étude, poursuivie ces dernières années, a donné lieu à de nouvelles spécifications techniques.

On peut citer, pour mémoire, les essais en vraie grandeur sur équipements de matériel roulant sur l'aire de Boissy-Saint-Léger au cours desquels le laboratoire a déterminé la teneur en gaz nocifs dégagés et a voulu vérifier, lors de la mise à feu d'une caisse en aluminium, l'absence de dégagement d'hydrogène au moment de l'extinction par action de l'eau sur l'alliage léger.

Sur les câbles électriques, des essais en vraie grandeur ont également été réalisés dans le tunnel de Nanterre où des nappes représentant des quantités de 20 kg au mètre de matière organique ont été soumises à l'action d'un foyer de 10 litres d'alcool représentant une puissance calorifique d'environ 90 kW. Les résultats des essais ont prouvé qu'un incendie en tunnel par feu



Caisson de 27 m<sup>3</sup> pour essai en semi-grandeur

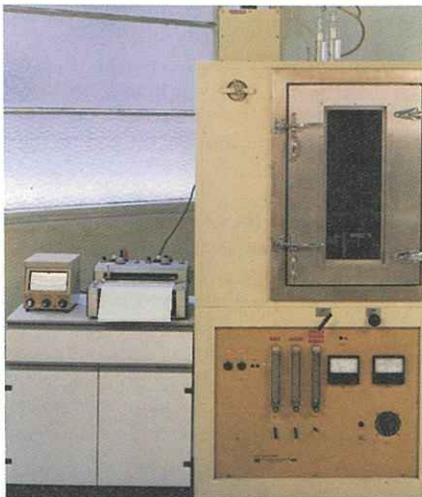


Essai en vraie grandeur sur nappe de câbles dans le tunnel de Nanterre

de câbles ne produisait pas de fumées importantes non supportables et que la visibilité était respectée.

## Fumées et gaz toxiques

Les méthodes de détermination des fumées sont très nombreuses ; le laboratoire mesure l'opacité des fumées par la détermination de la densité optique spécifique à la chambre NBS (National Bureau of Standards) et au caisson de 27 m<sup>3</sup>. En ce qui concerne les gaz, une méthode plus spécifique a été mise au point par le laboratoire pour déterminer un "indice de nuisance".



Chambre NBS pour détermination de l'opacité des fumées

Dans **la méthode à la chambre NBS**, la fumée produite soit par décomposition pyrolytique, soit par combustion enflammée d'une éprouvette plane de matériaux ou de tronçons de câbles juxtaposés dans le porte-échantillon est accumulée dans une enceinte fermée de 0,51 m<sup>3</sup>.

L'éprouvette est exposée en position verticale au rayonnement infrarouge d'une source électrique produisant un flux thermique de 2,5 W/cm<sup>2</sup> ce qui simule les conditions post-initiales d'incendies, avant une propagation généralisée.

Un système photométrique permet de mesurer en continu la diminution de l'intensité lumineuse initiale provoquée par l'absorption de la fumée.

L'essai ainsi réalisé constitue l'"essai sans flamme". L'adjonction de flammes

pilotes détermine un deuxième type d'essai, plus souvent employé, dénommé "essai avec flammes".

Dans **la méthode au caisson**, l'essai des fumées se déroule dans un caisson de 27 m<sup>3</sup> et conduit à des résultats identiques ; elle intéresse les organismes de normalisation car sa reproductibilité est satisfaisante. A l'issue de l'essai, un indice de visibilité, en un lieu donné, fonction de l'éclaircissement et de la quantité de matériau brûlé, permet de calculer pour un matériau, une distance limite de visibilité.

Quant à la mesure de l'indice de nuisance, elle permet d'obtenir, dans des conditions d'essais bien définies et reproductibles, les teneurs en principaux gaz dégagés par la pyrolyse à basse température ou par la combustion dans un four à

tube à 600° C ou 800° C de tous matériaux combustibles. Cette méthode, actuellement normalisée, tend à se généraliser. L'application aux câbles électriques, prescrite dans les spécifications, sert au calcul d'un indice conventionnel de nuisance ou d'un indice conventionnel de toxicité donnant une application d'usage du produit.

Dans un ordre de préoccupations voisin, il faut mentionner les mesures réalisées pour s'assurer que le comportement au feu des matériaux et en particulier des matériaux plastiques de synthèse n'évolue pas dans le temps. Ainsi, des vieillissements accélérés sont effectués par la section environnement, équipée d'une enceinte thermique dans laquelle des cycles climatiques peuvent être réalisés entre - 20° C et 120° C avec des taux d'humidité relative pouvant atteindre 95%.



Analyse des gaz en vue de la détermination de l'indice de nuisances



Enceinte thermique pour essais climatiques

On doit également signaler que cette chambre climatique de 0,8 m<sup>3</sup> peut recevoir des composants électroniques des systèmes plus élaborés, comme les relais de signalisation ou les détecteurs de passage des trains.

Citons enfin la mise en service d'un calculateur permettant l'exploitation rapide d'une grande partie des données collectées par deux enregistreurs à 8 voies reliés aux appareils de mesure, analyseurs de gaz, opacimètres, fluxmètres.

## La section des essais mécaniques

Les structures des ensembles métalliques, utilisés dans les constructions, les installations mécaniques des stations et des accès, les bâtiments, les équipements de la voie ainsi que la plupart des pièces mécaniques des matériels roulants ferré et routier, doivent répondre aux exigences prévues par les spécifications ou les cahiers des charges. Le contrôle de qualité exercé à ce niveau doit faire apparaître les diverses anomalies que peuvent comporter les pié-



Calculateur intégrateur de données

ces fabriquées: mauvais choix de l'alliage, défauts internes, défaut de traitement thermique, défauts d'usinage, de protection, etc...

## Qualité des fournitures

Les essais de réception, réalisés quotidiennement sur les livraisons concernant les besoins des services et la maintenance du matériel (rotules, goujons, axes, pignons, leviers, tringlerie, boulonnerie et articles divers comme les extincteurs porta-

tifs) doivent être rapides, exécutés le jour même et ne souffrent pas de retard.

## Les essais technologiques

Les duretés Brinell à la bille sous forte charge, Vickers au diamant, déterminées en quelques minutes sur des machines modernes à projection optique, donnent pour les aciers courants la valeur approximative de la résistance à la traction. La dureté Rockwell au diamant conique, sous charges variables, renseigne sur l'état de surface des parties cémentées, nitrurées ou



Machines d'essais de dureté

traitées. L'essai de dureté, sans doute très conventionnel mais très pratique, le "bilage" dans le langage des ateliers de production, peut être très généralement réalisé sur toutes sortes de pièces avec la trousse Morin ou le scléromètre à bille. Mais il peut également être réservé à la mesure de duretés à l'intérieur des alésages par l'utilisation de l'appareil Elcotest et c'est le cas pour les axes de pistons. Dans les études plus importantes le microduromètre Vickers monté sur le microscope métallographique mesure à l'échelle du cristal la dureté des constituants intrinsèques d'un acier ou d'un alliage, sous les charges comprises entre 10 g et 100 g à des grossissements de l'ordre de 600.

Un spectroscopie par étincelage met en évidence instantanément, par simple comparaison des raies d'émission, la présence des éléments alliés d'un acier avec une approximation suffisante, par exemple pour le nickel et le chrome, pour connaître la nuance de l'acier. Des spectres de raies établis sur des échantillons types servent de comparaison pour l'étude des aciers plus nobles renfermant du molybdène, du vanadium, du tungstène sans avoir à demander l'analyse chimique si la teneur exacte de ces éléments n'est pas indispensable.

Les caractéristiques mécaniques des aciers et alliages exigent le plus souvent l'exécution, en plus de l'essai de dureté, des essais classiques de traction, flexion, compression, pliage sur des machines hydrauliques ou électriques pouvant développer des charges de plusieurs tonnes réparties et contrôlées en plusieurs gammes intermédiaires.

La machine universelle traction-compression de 588 kN, dispose de six sensibilités 15 - 30 - 60 - 150 - 300 et 588 kN; elle est utilisable pour tous les essais normalisés sur éprouvettes et sert au contrôle des propriétés des ensembles les plus variés (à titre d'exemple, rupture des chaînes d'escaliers mécaniques).

A cette machine multifonctionnelle sont associées d'autres machines de moins grande puissance mais de sensibilité équivalente, généralement utilisées pour les essais sur éprouvettes prélevées et usinées dans les pièces neuves ou cassées en service, soumises aux examens:

- deux dynamomètres de 300 - 250 daN sont affectés aux essais des textiles cordages, ficelles, matériaux divers;
- une machine de 50 kN présente les



*Spectroscopie d'étincelles*



RATP - Thibaut

*Machine de traction de 600 kN*

mêmes applications en traction, compression et flexion que la machine de 588 kN mais à une échelle plus réduite dans les cinq gammes de sensibilités 2,5 - 5 - 10 - 25 et 50 kN;

- les essais de flexion par choc, donnant dans le cas de l'acier la valeur de la résilience, se pratiquent sur l'un des quatre mouton-pendules en service, appareils de 30 - 5 - 0,5 - 0,3 daJ appropriés;
- essais d'emboutissage des tôles sur machine Ericksen, Persoz et KWI (Kaiser Wilhelm Institut);



*Machines-outils pour préparation des essais*



RATP - Dumas

*Machine d'essais des ressorts*

- résistance à la flexion statique et résistance au cisaillement à l'appareil Guillery dans le cas des fontes.

Tous les essais classiques du ressort d'un laboratoire de métallurgie ou d'expertise mécanique peuvent être effectués sur toutes sortes d'éprouvettes usinées par l'atelier du laboratoire, au moyen de machines outils perfectionnés et performantes: tour et fraiseuse adaptés aux travaux de précision.

L'atelier, également chargé de tous les découpages par sciage automatique et des montages spéciaux d'essais, assure enfin les prélèvements pour analyse chimique à l'état de fines perçures sans détérioration de la composition de l'alliage par brûlage ou chauffage excessif au cours du prélèvement.

L'évolution des systèmes automatiques dans de nombreux équipements fixes et dans les matériels fait apparaître une multiplicité de ressorts de toutes sortes répondant à des caractéristiques précises avec des tolérances très étroites. Au cours des dernières années le laboratoire s'est équipé d'une gamme de quatre appareils de contrôle des ressorts donnant par simple lecture l'allongement en fonction des charges croissantes de quelques grammes à 100 daN.

## La métallographie

La métallographie étant l'étude de la structure des métaux et alliages, une place toute particulière lui est réservée dans la section mécanique.

Mention doit être faite de l'examen macrographique: réalisée systématiquement sur les aciers de construction au carbone, l'empreinte Bauman décèle toute impureté, séquelle de ségrégation ou de retassure dans la phase de l'élaboration de l'acier (cas des rails cassés).

La préparation de l'échantillon métallographique destiné à être examiné par réflexion au microscope à haut pouvoir séparateur est tout un art, dans la mesure où l'enrobage de l'échantillon, les divers processus de polissage manuel ou électrolytique et l'attaque chimique finale sont des opérations délicates.

Le traitement thermique, dont l'effet est mis en évidence dans l'étude de la structure cristalline de tout alliage, peut être conduit

de façon rigoureuse dans une batterie de quatre fours électriques permettant d'atteindre des températures étagées entre 500 °C et 1100 °C.

L'examen microscopique des aciers aux grossissements de 150 à 1000 révèle les diverses structures possibles.

C'est ainsi que l'acier des cœurs d'aiguillage par exemple, à 12% de manganèse dit acier Hadfield, a une structure particulière martensitique qui lui confère par écrouissage une dureté exceptionnelle, nécessitant des tours de main délicats pour son usinage.

L'épaisseur, parfois variable, des couches de cémentite en surface après les traitements de cémentation est également mesurée avec beaucoup de précision par l'examen microscopique.

Enfin, on peut citer les états de vieillissement ou de murissement que prennent, après traitements thermiques, certains alliages légers comme le duralumin ou les bronzes spéciaux au béryllium, dont les structures micrographiques sont très caractéristiques de l'alliage considéré.

Le microscope Reichert, doté d'un illuminateur puissant, opéré par réflexion en lumière rasante ou polarisée, ou par transparence tout comme le microscope Bauch et Lomb de la section environnement; les deux microscopes possèdent une chambre noire adaptable sur l'objectif pour photographier tout l'échantillon particulier.

## Le contrôle non destructif

Le contrôle non destructif, en dehors des essais métallurgiques déjà évoqués,

concerne plus spécifiquement les pièces mécaniques importantes devant assurer un service sévère (vilebrequins de moteurs, pignons de boîtes de vitesses, axes de fusées de roues, arbres d'ascenseurs...).

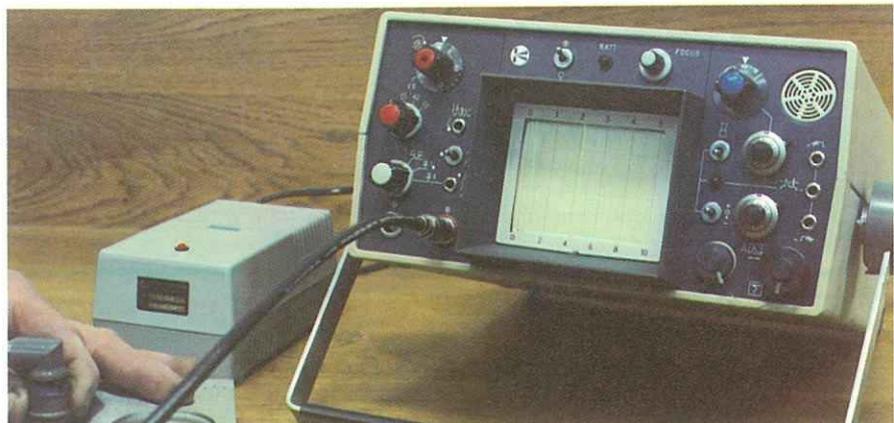
L'équipement de la section mécanique comprend actuellement trois types d'appareillages de contrôle non destructifs des plus classiques.

**L'appareil Contromag** est utilisé pour le contrôle magnétique dans les zones superficielles des pièces ferromagnétiques pouvant présenter des pailles, gerçures, criques, fissures susceptibles de provoquer par effet d'entaille la rupture des pièces en service.

La pièce à contrôler est soumise à un champ magnétique suffisamment intense pour l'amener à un état proche de la saturation magnétique. Lorsque la pièce est saine, les lignes de force dans le métal sont parallèles, mais dès qu'un défaut interne ou superficiel se présente, elles sont déviées et s'incurvent pour ne passer que dans la partie saine, provoquant ainsi une sursaturation magnétique dans la zone avoisinant le défaut. Un flux de fuite apparaît alors à la surface de la pièce; on le matérialise en projetant un jet de pétrole contenant en suspension de très fines particules d'oxyde de fer.

L'installation est complétée par un appareil de démagnétisation; après un contrôle magnétoscopique, les pièces conservent généralement un magnétisme rémanent dont la valeur dépend de l'intensité du champ et de la composition du métal.

Le second type de contrôle non destructif est le **contrôle par ultrasons**.



Appareil de contrôle non destructif par ultrasons

L'examen de pièces mécaniques par ultrasons, de fréquences comprises entre 40 KHz et 10 MHz, enregistre sur oscilloscope l'écho de toute perturbation, soufflure, bulle, paille ou défaut.

L'appareil en service au laboratoire comprend plusieurs séries de palpeurs émetteurs à quartz piézo-électriques de forme droite de 2 à 5 MHz, de palpeurs d'angles à 45° et à 70° de 4 MHz classiques ou de 2 MHz pour matériaux à forte atténuation. Il est également utilisé pour la mesure des épaisseurs, lorsqu'une partie de la pièce à mesurer est inaccessible aux instruments usuels; enfin la différenciation de la nature d'un métal ou d'un alliage est rapidement établie par comparaison des vitesses de transmission des ondes ultrasonores.

Enfin, l'appareil **Ferrotest** applique le principe des courants de Foucault et permet d'effectuer la comparaison de lots de pièces métalliques à partir de leur cycle d'hystérésis; cette méthode est beaucoup mieux adaptée à la réception de pièces ou au tri de lots des pièces hétérogènes plutôt qu'à leur fiabilité.

Chaque métal est introduit à l'intérieur d'une bobine inductrice, de 110 mm de diamètre intérieur, alimentée en courant alternatif; la courbe caractéristique résultant des différences de caractéristiques magnétiques de chacun des métaux apparaît sur l'écran d'un oscilloscope cathodique; une identité de structure est représentée par un trait horizontal continu.

## L'expertise des pièces rompues

Il est difficile de concevoir qu'un parc de 4 000 autobus et d'autant de voitures de métro ne puisse avoir d'avaries matérielles. Même sans accident, l'usure normale des organes mécaniques soumis à des sollicitations répétées et les défauts ou anomalies, qui ne peuvent être éliminés de façon certaine lors de l'élaboration des pièces ou au moment de leur usinage, se traduisent par des ruptures en service.

D'une manière générale, toute cassure, affectant une pièce mécanique, a une amorce localisée en un point bien précis de sa géométrie et ceci bien longtemps avant la rupture proprement dite. Le phénomène de rupture de fatigue présente couramment sur la section cassée de la pièce un faciès

classique dénotant, à partir du point d'amorce, une série de zones concentriques se terminant par la zone de rupture brusque où le métal est arraché.

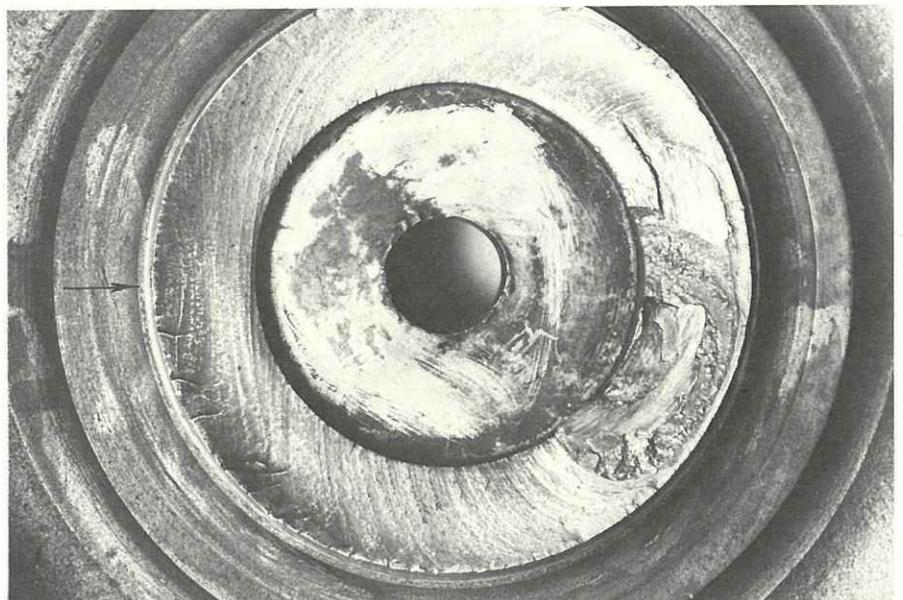
L'expertise consiste à mettre en évidence le défaut de surface, l'anomalie du métal ou le phénomène de corrosion qui ont déclenché le processus.

Dans des cas bien précis, l'observation macroscopique met en évidence un usinage grossier trop rapide provoquant un état de surface défectueux; un coup d'outil imprécis peut déclencher un phénomène d'entaille de même qu'une conception erronée de la pièce imposant un congé de trop

faible rayon.

Dans d'autres cas, l'examen micrographique est nécessaire, appuyé par des déterminations de résistance à la rupture par traction et de résilience de l'acier. Il fait parfois apparaître une erreur de traitement thermique et parfois pour des pièces soudées ou forgées une zone brûlée dont la structure dite de Widmanstaätten est très caractéristique.

Des exemples nombreux peuvent être cités, depuis les rails dont la "tache ovale" est l'un des plus graves défauts, jusqu'aux arbres de toutes sortes, ainsi que les rotules de direction, les moyeux de roues, etc...



Aspect de la cassure d'une pièce



Défaut de rail: tache ovale

## Fiabilité des systèmes - Essais d'endurance

La vocation de transport public routier et ferroviaire implique pour la RATP le concept de la sécurité absolue sur le plan du matériel exigée par l'accroissement des vitesses et par la généralisation des automatismes.

La durée dans le temps, durée de vie ou valeur d'usage des systèmes mécaniques en service, peut être appréhendée avec une bonne approximation en leur faisant subir des essais de performance ou de résistance à la fatigue simulant les contraintes en service.

L'un des premiers bancs d'essais mis en service au laboratoire dans les années 1950-1955 a été la machine polyvalente pour essais des garnitures de frein, des garnitures d'embrayage et des lubrifiants, en particulier des graisses à roulement.

Plus récemment, les travaux de normalisation concernant les escaliers mécaniques ont conduit la RATP à mettre en place au laboratoire en 1980-1981, une machine d'essais dynamiques destinée à fournir une meilleure évaluation de la valeur d'usage des marches.

Enfin, la participation aux études et à certains essais de tenue d'éléments du Trax a nécessité également à plusieurs reprises le montage d'appareils et de systèmes d'essais associant des mouvements alternés à des applications de charges.

**La machine d'essais des garnitures de frein** permet de reproduire les conditions de travail des garnitures de frein équipant un véhicule en charge ou à vide en service urbain entre 10 et 75 km/h.

Les garnitures à essayer, au nombre de deux, sont rivées sur des segments de frein et absorbent, par frottement sur un tambour, l'énergie cinétique emmagasinée par des volants montés sur le même axe.

Au cours des essais, les différents paramètres (couples de freinage, température, vitesse) sont mesurés et leurs variations en fonction du temps enregistrées sur 3 appareils à défilement synchrone.

**La machine d'essais dynamiques des marches d'escaliers** mécaniques a été conçue pour la recherche d'un type de marche à fiabilité améliorée destinée à équiper les futurs escaliers mécaniques.

La marche montée sur la machine est soumise à des efforts alternés reproduisant, avec un coefficient multiplicateur, la charge et les déformations qu'elle supporte en service. L'essai est le plus souvent conduit jusqu'à la rupture de la marche et permet d'établir des comparaisons de tenue en fonction du nombre de cycles réalisés.

Ces essais sont mis à profit pour vérifier la validité de modifications ou de réparations effectuées sur des matériels déjà en service.

Sur la machine d'essais dynamiques, peuvent être montées indifféremment des marches de longueur de 630 mm à 1100 mm.

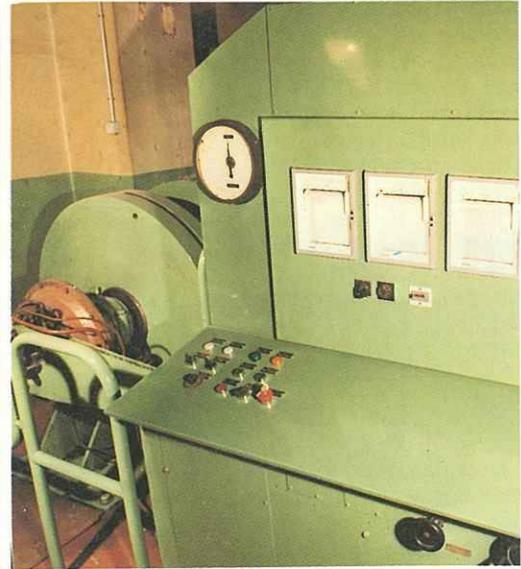
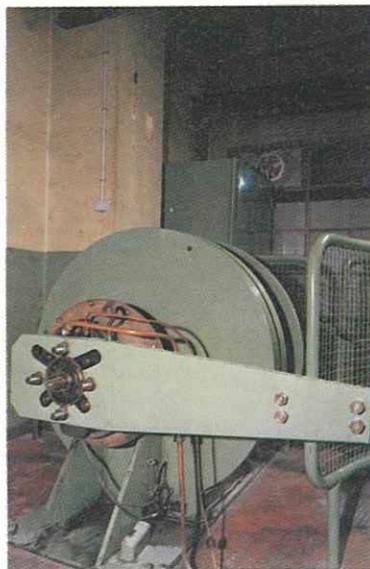
Enfin dans le domaine du frottement, des usures, des abrasions et des vibrations, trois autres dispositifs étudiés et réalisés par le laboratoire sont en service dans la section :

- **machine d'usure à disque** permettant, par des montages appropriés, d'appliquer toutes sortes de matériaux solides avec des efforts variables sur une couronne en rotation à une vitesse comprise entre 10

et 100 tours/min; cet appareillage peut aussi être adapté pour réaliser l'essai de tassement sur les extincteurs à poudre polyvalente type transport équipant les matériels roulants;

- **machine d'usure à mouvement alternatif** spécialement adaptée à l'essai des revêtements en matériaux textiles ou plastiques pour sièges, murs et sols;

- **machine d'abrasion** spécifique des matériaux de construction (ciments, roches, marbres), permettant d'apprécier la dureté d'un matériau par rapport à un matériau de référence.

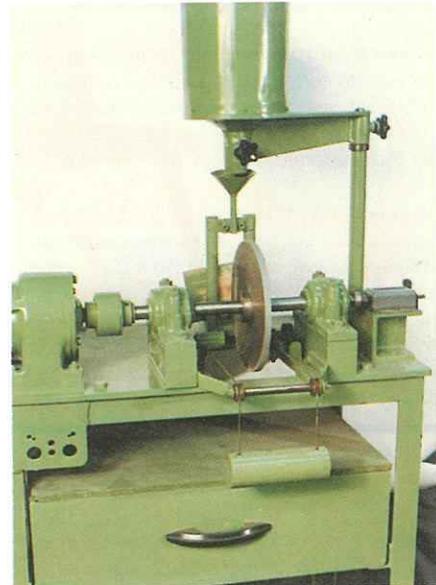


Machine d'essais des garnitures de frein



RATP - Thibaut

Machine d'essais des marches



RATP - Dumas

Machine d'abrasion des matériaux

## La section électricité

L'éclairage et les lampes à incandescence ou à fluorescence, le transport d'énergie ou de signaux par câbles électriques, l'informatique, le magnétisme, l'électronique, le tout mis en œuvre dans la billetterie et les péages sont autant de domaines auxquels s'intéresse la section électricité.

"S'isoler" est également une des particularités du courant électrique et l'étude des diélectriques et des matériaux qui les composent n'est pas l'une des plus banales puisqu'elle nécessite des installations présentant parfois de hautes performances, dans une cabine haute tension. Des conditions particulières sont également prévues dans une salle à atmosphère conditionnée, température et humidité relative maintenues constantes à  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  et 50% d'humidité, pour les examens de certains isolants, papiers, cartons, élastomères, plastomères, ainsi que pour la détermination des caractéristiques physiques des textiles.

## La lumière

L'éclairagisme est toute une science dans la mesure où l'on veut l'adapter à l'environnement tout en cherchant à réaliser des économies d'énergie.

### Lampes à incandescence

La lampe du tunnel, pendant longtemps à filament de carbone puis à filament métallique, a vu ses performances croître et sa durée de vie, exigée par les spécifications, doit être supérieure à 4000 heures.

Les installations actuelles du laboratoire sont conçues pour effectuer des mesures de durées sous tension stabilisée à 0,2% avec une surtension de 110% de la tension nominale de façon à accélérer l'essai. Les lampes sont montées sur des herses alimentées par l'intermédiaire de transformateurs connectés à un régulateur de tension ; un système de minuterie programme le cycle d'allumages et d'extinctions prévus par les normes.

Quant aux mesures photométriques, elles sont réalisées par comparaison avec des séries de lampes étalons dans des sphères de divers diamètres servant de lumen-

mètre : les parois internes sont recouvertes d'un enduit blanc très diffusant et dont le coefficient de réflexion est indépendant de la longueur d'onde du rayonnement. Le flux de photons est capté par une cellule photo-électrique reliée à un amplificateur ou par une cellule à couche d'arrêt directement associée à un milliampèremètre. La précision des mesures est de 1%, ce qui permet de détecter des différences de l'ordre du lumen. Les deux sphères du laboratoire,

l'une de 1,50 m, l'autre de 0,75 m, sont utilisées pour les mesures échelonnées entre 10 et 5000 lumens.

Par ailleurs, les lampes alimentées sous tension redressée, filtrée et stabilisée à  $\pm 0,05\%$  font également l'objet d'une série de mesures électriques et mécaniques : consommation, résistance au choc, tenue des douilles aux phénomènes de corrosion, etc...



Salle à atmosphère conditionnée - Appareils d'essais de traction

RATP - Ardailion



Herses pour essais de lampes

RATP - Thibaut



Sphère pour mesure de photométrie

### Lampes à fluorescence

La lampe fluorescente a remplacé peu à peu dans les installations industrielles la lampe à incandescence. Son principal avantage est son efficacité lumineuse, plus élevée pour une même puissance, ainsi que sa durée de vie moyenne supérieure à 6000 heures.

Le second avantage de ces lampes est la possibilité de diffuser une lumière blanche voisine de la lumière du jour, nuancée selon les goûts, du "blanc doré" au "blanc chaud" ou au "blanc soleil". Le gaz actif contenu dans ces lampes est une vapeur de mercure sous très basse pression de l'ordre du centième de millimètre de mercure. Les atomes excités par le courant produisent un rayonnement ultraviolet donc invisible, mais une substance fluorescente imprégnant la paroi interne du tube absorbe l'ultraviolet et donne une lumière visible; ce sont ces substances très variées qui permettent d'obtenir le "rendu de couleur".

Comme pour les lampes à incandescence, les mesures photométriques renseignent sur les diverses valeurs du flux lumineux, de la tension d'amorçage, de la tension du fonctionnement et du courant d'arc.

Par ailleurs, on veut connaître, en vue de son utilisation précise dans les voitures, les stations, les couloirs d'accès, les ateliers ou les bureaux, la nuance exacte de la lumière émise par le tube. Les déterminations colorimétriques établissent les courbes de répartition spectrale, en général sous forme d'une "ellipse", ou courbe des stimuli de couleurs, correspondant aux énergies des radiations émises à diverses longueurs d'onde.

Les mesures sont faites par comparaison avec des lampes témoins étalons dont les coordonnées X (rouge) Y (vert) Z (bleu) sont connues.

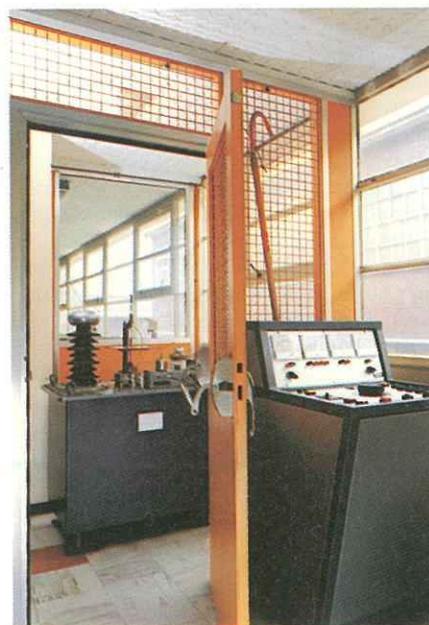
D'autres mesures sont également réalisées sur les équipements des lampes fluo-

rescentes, ballast, starters, etc...; des études comparatives de tenue avec des programmes d'extinctions et de réallumage permettent d'établir des jugements de valeurs sur les divers types de lampes et d'harmoniser leur choix en fonction des utilisations dans le réseau.

### Les isolants

En dehors de l'étude des isolants diélectriques, la protection des installations et des équipements nécessite une parfaite fiabilité des fusibles coupe-circuits. L'aménagement par la section d'un système multifonctionnel d'essais des caractéristiques des fusibles devrait apporter une meilleure distribution de ces composants électriques répondant aux prescriptions des normes en vigueur.

Les propriétés diélectriques des matériaux isolants, feuilles, plaques, produits finis, produits moulés, tels que les isolateurs de rail, sont examinés soit à l'état de livraison, soit après immersion dans l'eau dans une cage de Faraday où une tension alternative leur est appliquée jusqu'à 80 000 volts. Un courant de court-circuit de 250 mA peut être maintenu pendant 3 secondes environ: la tension de claquage est ainsi déterminée. L'appareil comporte trois gammes de tensions à partir de 0 jusqu'à 5000 V, 20 000 V et 80 000 V.



Cabine d'essai de haute tension



Essai de traction sur éprouvette de gaine de câble

Les mesures de résistance d'isolement des isolants sont effectuées sous tension continue jusqu'à 25 000 V, c'est ainsi que l'on peut déterminer des valeurs de résistances de l'ordre de 25 millions de mégohms.

La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique des câbles électriques sont les deux paramètres qui sont en rapport très étroit avec la qualité et la nature des isolants utilisés dans la fabrication de l'enveloppe, des barrières thermiques et des gaines de protection des câbles. La constante d'isolement caractérise un mélange isolant donné et peut varier avec la formulation retenue lors de sa fabrication. Le câble étant avant tout un transporteur de courant, les propriétés électriques doivent être prioritaires et ne doivent subir aucune modification dans le temps et dans l'utilisation normale du câble. De même, dans les types de câbles de téléphonie ou de transmissions de données, les phénomènes de déséquilibre entre différents circuits ne doivent pas perturber le fonctionnement des systèmes récepteurs par effets électrostatiques et électromagnétiques créant des affaiblissements et des diaphonies.

L'ensemble de ces problèmes a fait naître quelques difficultés dans la recherche de matériaux de remplacement du polychlorure de vinyle abandonné dans la mise en œuvre des câbles sans halogènes dégageant peu de fumée et présentant dans un incendie un indice de nuisance très faible.

La qualité mécanique de ces matériaux nouveaux est également éprouvée avant et après conditionnement thermique ou chimique; des mesures de plasticité, de résistance au déchirement viennent compléter l'étude du fluage par l'examen de la courbe enregistrée sur table traçante reliée à une machine de traction électronique d'une puissance de 20 kN. On peut ainsi fixer les valeurs minimales de la résistance à la traction et des allongements que doivent présenter les matériaux thermoplastiques ou vulcanisés utilisés dans l'isolement des câbles électriques.

## Les composants électroniques

Le contrôle des caractéristiques des composants électroniques prend une extension de plus en plus marquée et la section électricité développe l'application des procédures d'homologation s'appuyant sur des spécifications propres à chaque catégorie de composants permettant ainsi, en fonction des besoins, de généraliser l'approvisionnement de ces fournitures.

Les équipements actuels, utilisés pour la mesure des résistances, des condensateurs et de certains composants actifs comprennent: pont d'impédance automatique, térahomètre, transistormètre et oscilloscopes à

mémoire. Les résultats de ces mesures peuvent dans les cas les plus complexes être exploités au moyen d'un ordinateur.

Un catalogue des composants est en cours d'élaboration et sera suivi d'un manuel de contrôle qui précisera, pour divers types ou catégories, les opérations de vérification de leurs caractéristiques. Les microprocesseurs et les circuits intégrés trop complexes sont examinés par le Laboratoire Central des Industries Électriques (LCIE) dont un département est spécialement équipé pour ces essais.

Parmi les composants utilisés à la RATP, les têtes magnétiques et les capteurs opto-électroniques équipant les quelques 1650 postes de péage automatique ont donné lieu à des études très suivies. Les spécifications techniques concernant ces articles prescrivent des méthodes de mesure très particulières de leur résistance, du coefficient de self-induction du bobinage, du rendement magnétique spécifiquement lié à la valeur de la largeur et de l'orientation de l'entrefer noyé dans une couche de ferrite magnétique. Dans les années 70-75, la vérification dimensionnelle de l'entrefer, simple lame de bronze au béryllium, posait de nombreux aléas par mesurage optique au microscope ou au lecteur de profil. Le procédé mis au point par le laboratoire est basé sur la propriété suivante: l'amplitude de la tension électrique relevée aux bornes d'une



Contrôle des caractéristiques des composants

tête magnétique montée en lecture s'annule lorsque la largeur de son entrefer est un multiple de la longueur d'onde du signal lu sur la piste magnétique. L'appareil a fait l'objet d'un brevet d'invention déposé en 1977 et a été adopté par les fabricants de têtes magnétiques.

## Le contrôle des titres de transport

La généralisation du péage automatique a nécessité, avec la gestion du système par calculateurs électroniques et ordinateur central, (poste de concentration des données PCD), la mise au point des divers supports du message que constituent les titres de transport à piste magnétique.

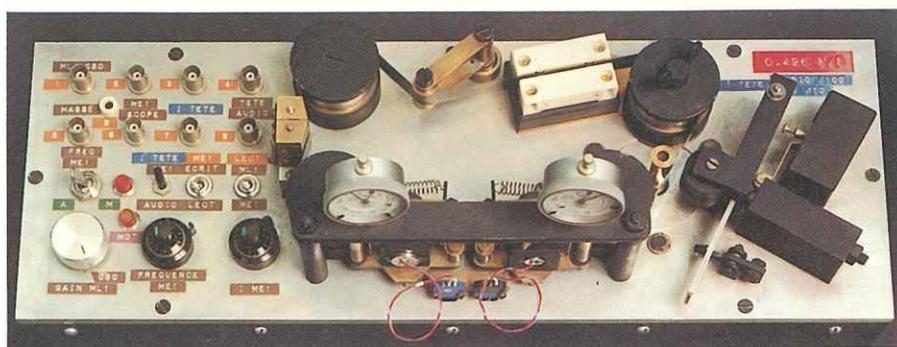
La piste est une simple couche d'oxyde de fer magnétique incorporé dans un liant lui conférant une bonne adhérence sur le support. Le titre peut être un billet simple confectionné avec une cartonnnette en papier fort répondant néanmoins à des caractéristiques précises, surtout dans la réalisation des bobineaux pour appareils distributeurs automatiques pour receveurs, dont le défilement doit être régulier.

Le titre peut également être utilisé pour des passages répétés; il est alors constitué par un matériau plastique ou un complexe papier-plastique résistant à l'usure, mais permettant une bonne adhérence de la piste et sur la face opposée, l'impression en caractères indélébiles.

Le codage de la piste magnétique est réalisé par des transitions de flux magnétique formant des successions de zéro et de un, à raison de 13 bits par centimètre. Le message codé est lu par les appareils de péage et le laboratoire utilise deux de ces appareils.

L'un d'eux est spécialement adapté au contrôle des caractéristiques des pistes sur ticket unitaire et sur bobineaux de 170 m; épaisseur du support, centrage de la piste, niveau magnétique; il relève sur imprimante l'emplacement géométrique des défauts repérés.

Le second appareil de péage, relié à l'ordinateur central, comme tout portillon de métro, suit le comportement d'un coupon dans les conditions exactes de son utilisation et permet l'étude de titres défectueux présentant des anomalies de messa-



Appareil de contrôle des têtes magnétiques

RATP - Ardailhon



Détermination des anomalies de pistes magnétiques

RATP - Dumas

ges; il est relié à un oscilloscope à mémoire qui donne instantanément la traduction "en clair" des informations portées sur la piste; les signaux peuvent alors être photographiés ou retranscrits sur une table traçante.

La fiabilité des titres longue durée, carte orange, carte émeraude, carte de service, fait également l'objet d'essais répétitifs de tenue des pistes à l'usure, par cylage automatique des coupons sur le même appareil de péage muni d'une courroie transporteuse et d'un compteur.

Les anomalies de piste, notamment l'usure, se produisent à l'interface tête magnétique-piste magnétique et la connaissance des paramètres ayant une action marquée sur les phénomènes d'interface tête-piste est nécessaire pour maîtriser les usures trop rapides par abrasion de la partie active de la tête et par dégradation de la piste. Une collaboration avec les fabricants de têtes devrait aboutir à

la réalisation de têtes à entrefer-magnétique constitué non plus par une lame de bronze, devenant à l'usage nocive pour la piste, mais par un ferrite particulier de point de curie différent de celui du circuit magnétique.

Un hystérésimètre trace le cycle d'hystérésis de la partie magnétique des pistes mais aussi des bandes magnétiques utilisées pour l'étalonnage des têtes magnétiques ou servant de comparaison pour les valeurs de l'induction à saturation, de l'induction rémanente, du champ coercitif.

A la demande des services d'exploitation, le laboratoire procède à l'expertise des titres litigieux et en relève les anomalies au moyen des appareils lecteurs décodeurs et de l'oscilloscope à mémoire. Un catalogue des principaux défauts usuels rencontrés au cours de ces dernières années a été établi par la section électricité.

---

## L'information au laboratoire

---

Le laboratoire apporte une importante contribution quasi permanente aux travaux menés par les organismes nationaux et internationaux sur le plan de l'amélioration des technologies et des méthodes d'essais. Il doit, à ce titre, se tenir informé de l'évolution des techniques par le dépouillement des revues techniques avant d'en assurer la circulation dans les sections du laboratoire. Le secrétariat technique du service développe les actions de documentation par la création d'une banque de données susceptible d'être "mise en mémoire" dans le cadre de l'informatique.

Les stages de formation, déjà mis en place bien avant l'instauration de la formation continue à la RATP, sont une nécessité vitale dans une continuité scientifique qui ne peut se permettre de rupture avec les écoles et l'université. La participation à certaines commissions d'études, notamment dans les problèmes d'environnement, entraîne des relations suivies avec des chercheurs du CNRS, des responsables de la recherche, des fabricants et de nombreux laboratoires spécialisés dans ces domaines.

Dans un même ordre d'idée, parallèlement à la formation classique, les cadres du laboratoire sont appelés à suivre les colloques, conférences, journées d'études ou autres manifestations présentant un caractère d'information scientifique.

En contrepartie, le laboratoire contribue aux actions de formation par la réalisation de stages d'étudiants des écoles nationales de chimie et des instituts technologiques universitaires, par les visites avec démonstrations d'essais aux élèves de l'École Tech-

nique, aux agents de maîtrise des ateliers ainsi qu'aux magasiniers-vérificateurs. Un nouveau programme de formation est en cours de réalisation pour l'ensemble du personnel des services d'approvisionnement.

Une collaboration, parfois étroite, s'établit avec les "services qualité" d'administrations intéressés aux questions d'actualité telle que celle posée par la corrosion des gaz dégagés par la combustion du PVC: la Marine, l'EdF, le CNET, la SNCF, la RATP exercent alors une action pressante sur les producteurs de matières premières dans le sens de la mise au point de matériaux nouveaux ou de matériaux composites. En matière de composants électroniques par exemple, il est certain que l'information technique est primordiale. La concertation avec des organismes tels que la Direction des Industries Electroniques et de l'Informatique (DIELI) ou avec le Centre de Normalisation Européenne (CENELEC) ainsi que la connaissance des recherches engagées par les industriels ont apparus nécessaires ces dernières années.

Sur le plan des matériels et équipements ferroviaires, un groupe d'étude matériaux a été établi avec le service du laboratoire SNCF et des spécifications communes ont vu le jour pour la réalisation de l'interconnexion des réseaux.

Des améliorations peuvent être encore apportées dans la sélectivité des essais pour l'étude du comportement au feu des matériaux; le laboratoire participe aux travaux de recherche de l'UITP et procède à des essais comparatifs avec divers réseaux. Au même titre de la recherche, des actions communes sont en cours avec les organismes de normalisation ainsi qu'avec la Direction de la Sécurité Civile en vue de préciser les dispositions réglementaires relatives aux fumées et au gaz dégagés dans les combustions.

La création en 1979 par le ministère de l'industrie d'un Réseau National d'Essais (RNE) répond à un besoin affirmé de gérer un système d'agrément de laboratoires. Tout laboratoire d'essais peut y adhérer, en vue d'une concertation, pour contribuer au progrès de la science des essais et pour favoriser la connaissance des résultats et la qualité des prestations d'essais de laboratoires. Dans le domaine de la normalisation, le RNE permettra l'usage d'un langage international et une codification des modalités d'essais au sein de l'ISO, Office International de Normalisation et du CEI, Comité Electrotechnique International.



Comme le faisait remarquer son directeur général, la RATP est riche d'une expérience de "concepteur-exploitant" sur plus de 400 km de métro dans le monde. Durant ces dernières décennies, l'accroissement des vitesses, l'assurance d'une sécurité de tous les instants impliquent une fiabilité des systèmes dans tous les domaines: non seulement la fusée de roue doit être en acier exempt de tout défaut, mais aussi les équipements électroniques doivent répondre instantanément sans la moindre défaillance.

Dans sa contribution au développement, le laboratoire se doit de réaliser une politique réaliste d'adaptation rapide aux activités scientifiques de toute nature sur le plan des sciences et des techniques. La recherche en amont et la recherche appliquée, souvent dissociées, peuvent en être les objectifs dans la mesure où l'interdisciplinarité est aujourd'hui de règle.



# CONSEIL D'ADMINISTRATION

## Séance du 28 mai 1982

### Tarifification

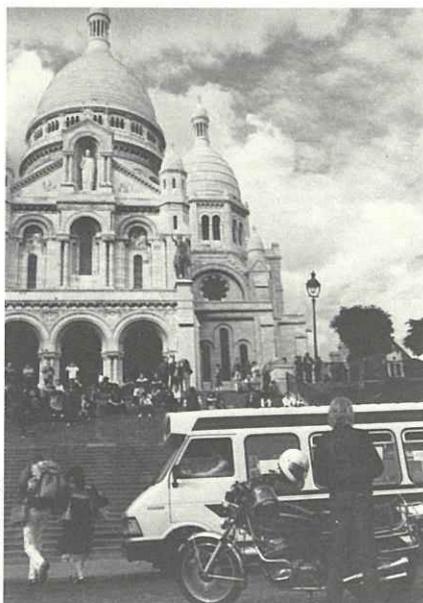
Le Conseil a été tenu au courant des projets de réforme tarifaire proposés par les entreprises de transports de la région d'Ile-de-France en vue de promouvoir l'utilisation des transports en commun par une simplification de la tarification, réduire les écarts de prix entre la zone centrale et les zones périphériques de la région parisienne et assurer le même traitement tarifaire entre les réseaux pour les mêmes types de relations. Différentes mesures sont actuellement envisagées (tarif unique sur le métro, fusion des zones 2 et 3 de la carte orange, évolution de la tarification des abonnements et des billets, etc...) dont certaines pouvant intervenir à court terme.

Les Administrateurs ont également été informés d'un projet de loi approuvé par le Conseil des Ministres du 12 mai 1982 et concernant la participation des employeurs au financement des transports publics urbains. Les quatre premiers articles de ce texte sont relatifs à l'extension du versement de transport aux villes moyennes et à l'affectation de ce versement; les articles 5 et 6 concernent l'obligation pour l'employeur de prendre en charge aux taux de 40% à partir du dernier trimestre 1982 et de 50% à compter du dernier trimestre 1983, le prix des titres d'abonnements souscrits par les salariés pour leurs déplacements effectués au moyen de transports publics de voyageurs, entre leur résidence habituelle et leur lieu de travail; l'article 7 abroge la prime de transport.

Les modalités d'application de ce projet de loi seront précisées par décret: titres de transport concernés (abonnements multimodaux de type carte orange, cartes et abonnements hebdomadaires de travail) et règles de prise en charge (soit délivrance des titres par les employeurs, soit remboursement des titres achetés par les salariés aux guichets des transporteurs).

### Projets et marchés

Le Conseil a approuvé le programme



RATP - Chabrol

de rénovation de stations de métro pour 1982, concernant les stations "Saint-Lazare" (ligne 3), "Strasbourg-Saint-Denis" (ligne 4), "Austerlitz" (ligne 5), "Pigalle" (ligne 12) ainsi que la station "Liège" (ligne 12) dont les piédroits, côté voie, seront décorés de fresques en céramique réalisées en Belgique, représentant des monuments et des sites de la province de Liège.

Accord a été donné à cinq projets de marchés relatifs aux opérations suivantes:

- réalisation du système de commande centralisée de la ligne B du RER;
- avenant n° 2 au marché n° 3623 du 29 juin 1976 pour la construction de matériels interconnexion MI 79;
- surveillance et entretien des installations de signalisation sur le métro et la ligne B du RER;
- avenant aux marchés n°s 3971 et 3972 du 28 mai 1979 pour l'exécution des travaux de voie sur les lignes exploitées du métro;
- fourniture de bobineaux à piste magnétique non codée et de titres de transport à piste magnétique codée destinés à l'exploitation des réseaux de la RATP.

Le Conseil a fixé de nouveaux seuils pour l'approbation des marchés et des projets de travaux relevant de sa compétence; il a proposé également un relèvement des seuils d'intervention de la Commission des marchés en chargeant son Président de les soumettre à l'accord des autorités de tutelle.

### Budget d'exploitation

Le Conseil a établi la révision du budget d'exploitation de l'exercice 1982 qui, faisant état des résultats de l'exercice 1981 et de ceux des premiers mois de 1982, ainsi que de l'incidence des mesures intervenues depuis l'établissement des prévisions initiales, aboutit à un montant de dépenses de 10 665 millions de francs.

### Exploitation

Le Conseil a ensuite approuvé la proposition d'expérimentation de la desserte de la Butte Montmartre par minibus, pour une durée limitée de trois mois, comme première phase dans la réalisation d'une étude plus complète de ce problème.

Enfin, le Conseil a décidé de dévier la ligne d'autobus 123, en direction de la Porte d'Auteuil, par l'avenue Charles de Gaulle et le boulevard Anatole France, afin de desservir l'hôpital Ambroise Paré.

## Séance du 25 juin 1982

### Budget d'exploitation

Les Administrateurs ont été tenus au courant de l'incidence sur le budget d'exploitation, pour l'exercice 1982, des mesures de blocage des prix décidées par le Gouvernement et de leurs conséquences sur le complément de participation de l'Etat et des collectivités locales nécessaire au maintien de l'équilibre budgétaire de l'entreprise.

### Projets et marchés

Le Conseil a ensuite approuvé deux projets de travaux concernant respectivement :

- l'étude et le développement du projet "SACEM" (système d'aide à la conduite, à l'exploitation et à la maintenance d'une ligne de métro ou de chemin de fer);
- l'équipement de radiotéléphonie pour la liaison trains-PCC sur la ligne A du RER.

Accord a été donné à cinq projets de marchés relatifs aux opérations suivantes:

- travaux de génie civil pour l'exécution des ouvrages du lot 7 dans le cadre du prolongement de la ligne 5 du métro à Bobigny;
- étude, fourniture, essais et mise au point d'équipements prototypes de systèmes d'aide à la conduite, à l'exploitation et à la maintenance;
- ramassage et vérification des recettes du réseau ferré;
- fourniture de 55 autobus articulés type PR 180 et de 11 autobus type PR 100 MIPS;
- gardiennage de certains établissements de la RATP.

Un projet de marché pour la fourniture et l'installation de deux groupes électrogènes destinés aux PHT René Coty et Ney a fait l'objet d'un débat portant, essentiellement, sur le choix entre deux types de matériel (turbines), l'un de fabrication nord-américaine et l'autre de fabrication française. Le Conseil a finalement décidé de procéder à un nouvel examen de cette affaire en demandant qu'un dossier, le plus complet possible, constitué par les services de la RATP en liaison avec les pouvoirs publics, les entreprises nationales utilisatrices de turbines et les fabricants concernés, lui soit présenté lors de sa prochaine séance.

## Divers

Les Administrateurs ont été informés des différents thèmes à évoquer au cours de la conférence de presse que devaient tenir le 28 juin le Président du Conseil d'administration et le Directeur général, de la remise à la RATP du trophée 1982 du journal l'Equipe décerné à l'entreprise la plus sportive de l'année, ainsi que l'accord conclu avec le Ministère de la jeunesse et des sports pour le recrutement de sept athlètes de haut niveau.

En ce qui concerne l'aide de la RATP à son personnel dans le domaine de l'habitat et dans des domaines divers (prêts, cautions, investissements dans des programmes de construction de logements locatifs), il a été décidé de porter de 17,5 millions de francs à 19,75 millions de francs le montant de la dotation au titre des prêts de 7<sup>e</sup> catégorie consentis dans le cadre de la participation des employeurs à l'effort de construction.



RATP - Ardailion



RATP - Chabrol

Puis le Conseil a donné son accord, sous réserve de l'approbation des autorités de tutelle, à la modification de la rédaction de certains articles du règlement des retraites du personnel, relatifs respectivement à la mensualisation des pensions et à la retraite complémentaire des agents rayés des cadres sans droits à pension, ainsi qu'à la modification de la rédaction de l'article 72 du règlement applicable au personnel auxiliaire.

## Exploitation

Enfin, s'agissant de l'exploitation du réseau d'autobus, le Conseil a décidé de procéder à certains aménagements limités concernant:

- la déviation, pour une période d'essai de six mois, de la ligne 244 dans le Bois de Boulogne, afin de desservir le Musée des Arts et Traditions populaires et le Jardin d'Acclimatation;
- la déviation de la ligne 140 dans Argenteuil, pour améliorer la desserte du centre-ville.

## Séance du 21 juillet 1982

### Projets et marchés

Le Conseil a procédé à un nouvel examen du projet de marché relatif à la fourniture et à l'installation de deux groupes électrogènes dans les PHT René Coty et Ney, pour lequel la Direction des services techniques a préparé un dossier complémentaire d'information portant sur les aspects technique, économique et financier du problème ainsi que sur les pers-

pectives d'avenir concernant le développement technologique des turbines. Compte tenu, d'une part, des informations sur la politique industrielle gouvernementale dans ce domaine, communiquées à la 1ère commission du Conseil par un représentant du Ministère de la recherche et de l'industrie et par le Commissaire du Gouvernement, d'autre part, de l'offre nouvelle de prix faite par le fabricant français, il a marqué sa préférence pour la proposition de ce dernier et a chargé la Direction de la RATP de préparer, pour l'une de ses prochaines réunions, un nouveau projet de marché tenant compte de ce choix.

Le Conseil a ensuite approuvé deux autres projets de marché et avenant relatifs aux opérations suivantes:

- étude et construction de 14 tracteurs à marche autonome;
- exécution des travaux d'injection nécessités par la consolidation des infrastructures du métro et du RER (avenant au marché n° 3745 du 28 mars 1977).

Enfin, accord a été donné à un projet de convention à passer avec la SNCF pour la construction de deux ponts-rails sous ses voies, dans le cadre des opérations relatives au prolongement de la ligne 5 du métro à Bobigny.

---

## Séance du 28 septembre 1982

---

### Loi d'orientation des transports

Les Administrateurs ont entendu un exposé sur le projet de loi-cadre dite d'orientation des transports intérieurs, à l'élaboration duquel la RATP a été étroitement associée et qui vise à créer un nouveau développement des transports dans les conditions économiques et sociales actuelles du pays.

Se référant à des principes de base essentiels - réalité du droit au transport pour chacun garantie par la puissance publique, développement du transport collectif urbain et interurbain dans le cadre d'une politique d'investissements

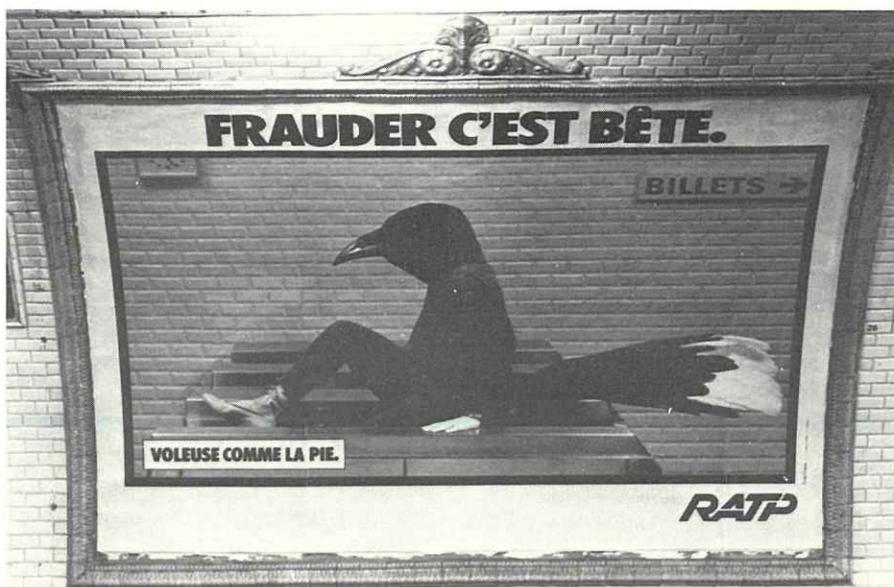
et d'équipement à long terme, transport collectif considéré comme un service public devant être mis en œuvre, en évitant les tarifs excessifs, par des entreprises soit publiques, soit privées -, le projet de loi comporte un certain nombre de dispositions intéressant plus directement la RATP; ce sont celles qui concernent notamment le champ d'intervention de la future autorité organisatrice des transports et ses relations avec les entreprises assurant une mission de transporteur, les différentes sources de financement du transport public, les critères de choix relatifs aux infrastructures, la création d'un Conseil national des transports et de Comités régionaux et départementaux, l'élaboration de plans de déplacements urbains sur le territoire des communes comprises à l'intérieur d'un périmètre de transport.

Adopté par le Conseil des Ministres du 28 juillet 1982, le projet de loi sera déposé au Parlement à la fin de l'année pour un examen lors de la session de printemps.

S'agissant plus particulièrement de la réforme des transports en région Ile-de-France, qui devrait entrer en vigueur dès le mois de janvier 1985, les réflexions en cours ont déjà permis de dégager un certain nombre de principes généraux visant, notamment, le périmètre d'intervention de l'autorité organisatrice et ses rapports avec les entreprises de transport, ainsi que le maintien du statut national de la RATP qui se verrait conférer une relative

autonomie de gestion et une certaine marge d'initiatives restant à préciser.

Les Administrateurs ont également été tenus au courant des problèmes posés par la sécurité sur l'ensemble des réseaux de la RATP ainsi que des mesures mises en œuvre en vue, d'une part, de recréer un environnement plus humain et sécurisant pour les usagers et, d'autre part, d'améliorer la protection du personnel d'exploitation. La situation restant toutefois préoccupante, les pouvoirs publics, à la demande instante et réitérée de la RATP, ont chargé une Commission interministérielle de rechercher les solutions les mieux adaptées aux divers problèmes qui se posent. Pour certains de ceux-ci, tels l'augmentation du nombre de vagabonds dans l'enceinte du métro et le développement de la délinquance des mineurs, la Commission s'est tout particulièrement attachée à définir des mesures qui soient satisfaisantes aussi bien sur le plan légal que du point de vue social et humain. Quant au Service de protection et de sécurité du métro (SPSM), dont l'organisation est maintenue et le fonctionnement intensifié, toutes dispositions seront prises pour renforcer, dans toute la mesure du possible, les moyens d'action et les effectifs de cet organisme. Par ailleurs, en ce qui concerne le phénomène de la fraude, la RATP a engagé une campagne par voie d'affiches afin de combattre cette pratique dont les effets économiques et psychologiques sont loin d'être négligeables.



## Projets et marchés

Le Conseil a approuvé un avant-projet de travaux pour la réalisation d'un parc de stationnement auprès du terminus "Bobigny-Préfecture" dans le cadre du prolongement de la ligne 5 du métro à Bobigny.

Il a également approuvé deux projets d'avenants, d'une part au protocole conclu le 9 novembre 1978 avec le Ministère des transports pour l'expérimentation technique de la variante d'exploitation simplifiée ARAMIS-S du système de transport ARAMIS et, d'autre part, au marché passé le 2 octobre 1978 avec la Société MATRA; ces avenants sont relatifs à la phase 3 B de la réalisation progressive d'un centre d'essais techniques du système.

Accord a ensuite été donné à la passation d'un projet de marché concernant l'exécution des travaux de génie civil du lot n° 5 du prolongement de la ligne 7 du métro vers le sud.

## Plan d'entreprise

La 8ème itération du Plan d'entreprise, couvrant la période 1983-1987, a été prise en considération au terme d'un examen approfondi. Après l'interruption des travaux préparatoires de l'édition 1982-1986, les élections présidentielles et législatives ayant sensiblement modifié les orientations du pays dans beaucoup de domaines dont celui des transports urbains, le nouveau plan peut être doublement considéré comme celui de la relance. Il s'inspire, en effet, à la fois des orientations nouvelles dans le domaine des transports collectifs en région Ile-de-France et de certains éléments du projet de loi d'orientation des transports intérieurs; son mode d'élaboration a été marqué par la recherche d'un dialogue et d'une concertation accrue avec l'ensemble des partenaires: administrations de tutelle, comité d'entreprise, organisations syndicales, élus régionaux et départementaux ainsi que représentants d'associations d'usagers et d'organisations de consommateurs.

Le document, qui décrit une proposition d'ensemble pour l'avenir de la RATP sur la période 1983-1987, s'appuie sur l'analyse de certaines composantes de l'environnement de l'entreprise et de leur évolution la plus probable au cours des cinq prochaines années. Il comporte trois parties:

- le plan stratégique, exposant les objectifs de la RATP en matière commerciale, sociale, de gestion, de développement des réseaux, de recherche, de coopération technique et dans le domaine financier;
- les plans de développement et d'exploitation des réseaux, qui décrivent les actions à engager en matière commerciale, d'extension des réseaux et d'évolution de l'offre de service;
- les synthèses, reprenant l'ensemble des propositions en termes d'effectifs, d'investissements et d'incidences financières, dans le cadre des orientations gouvernementales relatives au développement des transports collectifs.

## Tarifs

Le Conseil a pris acte de la délibération du Conseil d'administration du Syndicat des transports parisiens du 10 juin 1982, approuvant la révision budgétaire établie par le Conseil d'administration de la RATP dans sa séance du 28 mai 1982, ainsi que de la décision du Ministre d'Etat, Ministre des transports, en date du 13 juillet 1982, faisant opposition, en accord avec le Ministre de l'économie et des finances et le Ministre délégué chargé du budget, à tout relèvement des tarifs des transports parisiens. Le module d'équilibre de l'exercice 1982 ressort ainsi à 3,83 francs, étant entendu que ce chiffre sera corrigé lors de l'établissement du budget d'exploitation de 1983 pour tenir compte de l'incidence définitive des mesures de blocage des salaires et des prix.

## Divers

Il a été décidé, avec l'agrément de la Commission nationale de l'informatique et des libertés, de créer à la RATP un traitement informatisé de renseignements nominatifs pour les infractions à la police des transports publics de voyageurs.

Puis le Conseil a donné son accord, sous réserve de l'approbation des autorités de tutelle, à la modification de la rédaction des articles 9 et 187 du Statut du personnel et des articles 1 et 8 du Règlement applicable au personnel auxiliaire concernant, d'une part, la suppression de certaines restrictions au recrutement relatives à la nationalité et à l'âge et, d'autre part, la prorogation de la limite d'âge fixée à 35 ans pour l'admission.

## Exploitation

S'agissant de l'exploitation du réseau d'autobus, le Conseil a décidé de procéder à certains aménagements limités concernant:

- la déviation de la ligne 105 dans Noisy-le-Sec, en direction de Pavillons-sous-Bois;
- le prolongement de l'antenne de la ligne 161 dans la zone industrielle de Carrières-sur-Seine;
- la déviation de la ligne 246 B dans Livry-Gargan;
- le prolongement de la ligne 323 de la Mairie d'Ivry (métro) jusqu'à la Gare d'Ivry (SNCF), moyennant certains aménagements à réaliser par la municipalité d'Ivry;
- le maintien, à titre définitif, du prolongement de la ligne 141 B de Rueil (Fouilleuse-Dunant) jusqu'au Lycée de Rueil.



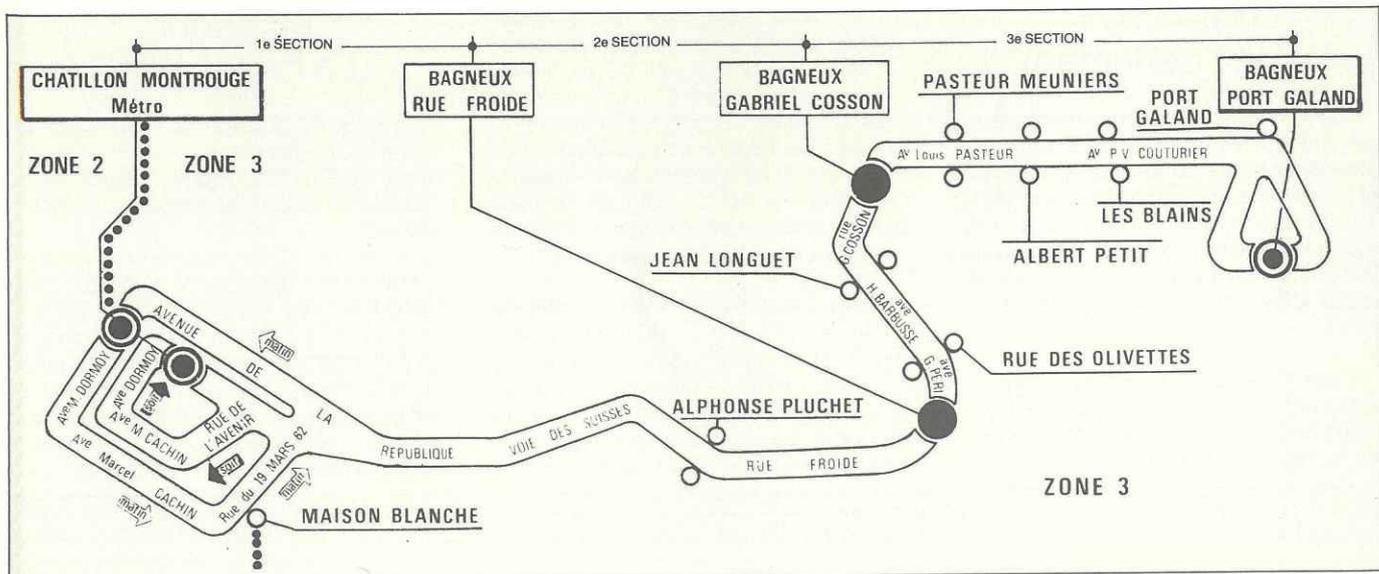
**Création  
de la ligne 188 N:  
"Châtillon-Montrouge -  
Bagneux  
(Port-Galand)"**

Le 18 octobre 1982, a été créée, à titre d'essai, la ligne "Châtillon-Montrouge - Bagneux (Port Galand)". Cette nouvelle ligne, qui circule sous l'indice 188 N, longue de 4,7 km, soit 3 sections, est exploitée du lundi au vendredi aux heures de pointe.

Le 188 N, dont le parcours a été étudié en liaison avec la municipalité de Bagneux, dessert les zones les plus peuplées de la commune qui compte 47 000 habitants. Les voitures partent du sud-est du territoire (place du Port-Galand), traversent sa partie centrale et rejoignent ensuite par l'ouest le terminus de la ligne 13 du métro "Châtillon-Montrouge" (voir plan ci-dessous).



RATP - Ardailion



Itinéraire de la ligne 188 N

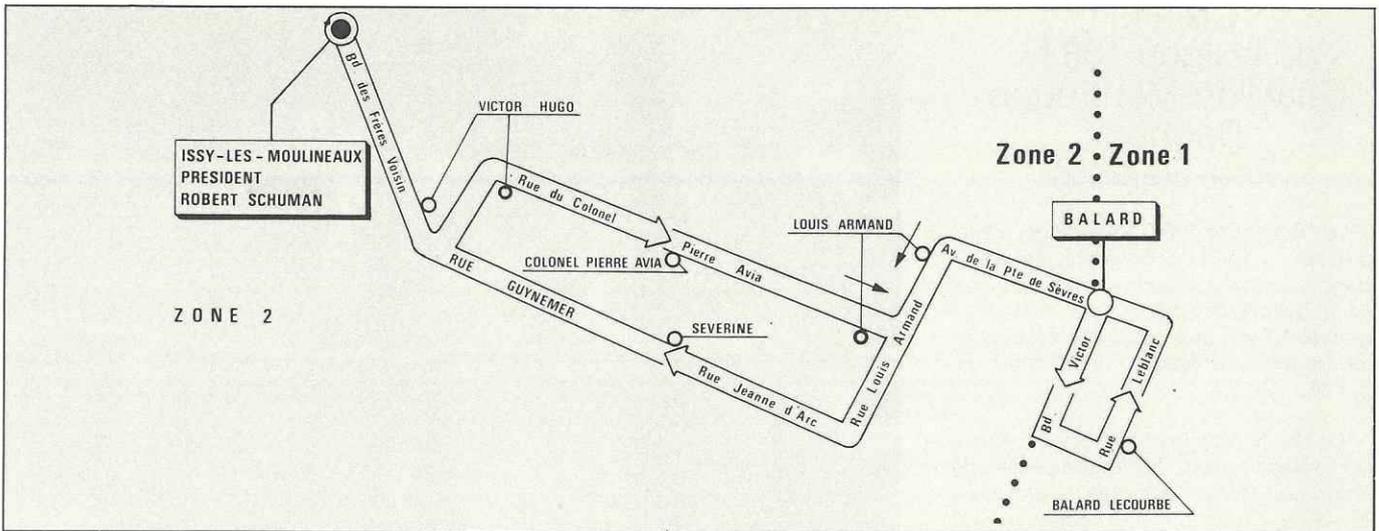
Aux habitants du secteur de la place du Port-Galand, de l'avenue Paul Vaillant-Couturier et du centre-ville, déjà reliés par le 188 "Bagneux-Porte d'Orléans" à la station "Porte d'Orléans" de la ligne 4 du métro, la mise en service du 188 N offre une possibilité supplémentaire de rallier une deuxième station de métro, celle de "Châtillon-Montrouge" de la ligne 13; celle-ci dessert de nombreux quartiers attractifs tels que ceux des Invalides, des

Champs-Élysées, de Saint-Lazare et de la place Clichy.

L'utilisation de 5 autobus permet de réaliser des intervalles de 8 à 9 minutes aux heures de pointe du matin et du soir.

Le trafic attendu a été évalué à 2 250 voyageurs par jour, une partie de ceux-ci provenant des lignes 128 "Sceaux - Porte d'Orléans" et 188 dont les services ont été adaptés en conséquence.

Itinéraire de la ligne 242



Création de la ligne 242: "Place Balard - Issy-les-Moulineaux (Président Robert Schuman)"

Dans le cadre des actions de développement du réseau d'autobus dans les arrondissements périphériques de Paris et en banlieue, la RATP a mis en service le 19 novembre 1982, à titre d'essai, une navette d'autobus portant l'indice 242, entre la place Balard et Issy-les-Moulineaux (place du Président Robert Schuman).

Cette ligne nouvelle garantit un service fiable et régulier permettant aux quelque 2 500 habitants de l'ensemble immobilier de la Plaine de Vaugirard situé dans un

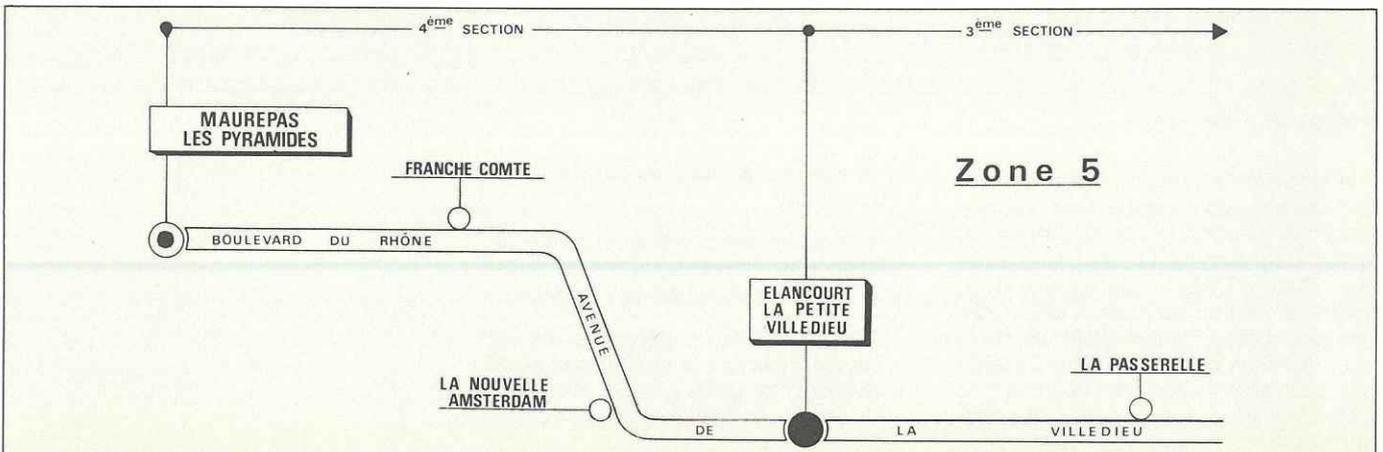
secteur excentré du 15ème arrondissement de Paris, de rejoindre le métro "Place Balard" en un minimum de temps. Cette navette permet également de désenclaver un pôle d'activités - Ministère de l'Air, hôtel, entreprises - en le raccordant aux réseaux du métro et d'autobus. Le 242 offre en effet une liaison directe avec la station "Balard", terminus de la ligne 8 "Balard - Créteil-Préfecture" ainsi que des correspondances avec 3 lignes d'autobus: le 42 "Gare du Nord - Balard - Lecourbe", le PC du côté de la place Balard, le 126 "Porte d'Orléans - Porte de Saint-Cloud" à Issy-les-Moulineaux.

Longue d'environ 2 km et constituée d'une seule section, cette navette procurera à la population locale, utilisatrice ou non des transports publics, un gain de temps appréciable, notamment à l'heure de pointe. Le trafic total escompté s'élèvera à près de 250 000 voyages par an.

Prolongement de la ligne 417 A: "Trappes (Gare) - Elancourt (La Passerelle)"

Le 30 août 1982 a été ouvert à l'exploitation le prolongement, les jours ouvrables, de la ligne 417 A, depuis Elancourt (La Passerelle) jusqu'à Maurepas (Les Pyramides).

Empruntant l'avenue de la Villedieu, le Rond-Point des Sept Mares et le boulevard du Rhône (terminus), l'itinéraire de ce prolongement est inclus en partie dans la troisième section - jusqu'à Elancourt (La Petite Villedieu) - et constitue une quatrième section - d'Elancourt (La Petite Villedieu) à Maurepas (Les Pyramides).



Prolongement de la ligne 417 A

## Modifications d'itinéraires

Lignes	Date	Itinéraire modifié	Observations
Service urbain de Clichy-la-Garenne	30.06.82	circuit ouest de la ligne, entre les rues Martre et des Chasses	consécutif à la mise en voie piétonne de la rue de l'Ancienne Mairie à Clichy-la-Garenne
82 - "Gare du Luxembourg - Neuilly (Hôpital américain)"	01.07.82	entre le boulevard du Château et l'avenue du Roule, en direction de Gare du Luxembourg	par suite de difficultés de circulation rencontrées sur l'itinéraire
208 - "Saint-Maur (Gare de Champigny) - Champigny (Coeuilly-Place de la Résistance) ou Champigny Chennevières (Bois l'Abbé)"	01.07.82	de la place Boileau au terminus de Champigny-Chennevières, en direction de Champigny-Chennevières	pour éliminer les difficultés de circulation au niveau de l'ancienne boucle de retournement de Champigny-Chennevières (Bois l'Abbé)
11 lignes desservant le secteur "Havre-Caumartin-Opéra" 20 - "Gare Saint-Lazare - Gare de Lyon" 21 - "Gare Saint-Lazare - Porte de Gentilly" 22 - "Opéra (Glück) - Porte de Saint-Cloud" 27 - "Gare Saint-Lazare - Porte de Vitry" 29 - "Gare Saint-Lazare - Porte de Montempoivre" 53 - "Opéra - Levallois-Perret (Gustave Eiffel)" 66 - "Opéra - Clichy (Boulevard Victor Hugo)" 68 - "Place Clichy - Cimetière de Bagneux" 81 - "Châtelet - Porte de Saint-Ouen" 95 - "Gare Montparnasse - Porte Montmartre" NB - Service de nuit: "Levallois (Mairie) - Châtelet (Avenue Victoria)"	05.07.82	rue Auber	suite à la fermeture, pour un an, de la rue Auber, en raison des travaux de réfection des couvertures métalliques des stations de la ligne 3 du métro "Havre-Caumartin" et "Opéra"
213 C - "Noisy-Champs (Champy-Nesles) - Lognes (Le Mandinet RER)"	19.07.82	dans Champs-sur-Marne, de la place Pablo Picasso au Cours des Roches	pour desservir l'ensemble immobilier "Les vignes de Bailly" à Champs-sur-Marne
46 - "Gare du Nord - Saint-Mandé (Demi-Lune - Parc Zoologique) - Parc floral de Vincennes (partiellement)"	27.07.82	entre l'avenue Parmentier et le boulevard Voltaire, en direction de Saint-Mandé	maintien, à titre définitif, de la déviation provisoire en date du 07.04.82 destinée à éviter la rue Sedaine
104 - "Alfort (École Vétérinaire) - Créteil (Hôtel-de-Ville) - Mont Mesly (en soirée)"	17.08.82	boucle terminale de Créteil (Hôtel-de-Ville)	report du terminus permettant la desserte d'un nouvel ensemble immobilier
402 - "Le Coudray-Montceaux (Mairie) Morsang-sur-Orge (Marché)"	30.08.82	dans la ZAC du Canal à Courcouronnes d'une part, et dans la ZAC des Epinettes à Evry d'autre part, dans les deux directions	par suite du prolongement de la voie en site propre jusqu'à l'avenue de l'Orme à Martin à Courcouronnes, et de la mise en service d'un nouveau tronçon de site propre à Evry
42 - "Gare du Nord - Balard - Lecourbe" 52 - "Opéra - Saint-Cloud (Pont de Saint-Cloud)"	15.09.82	entre le boulevard des Capucines et la place de la Madeleine (en direction de Balard Lecourbe pour la ligne 42 et de Pont de Saint-Cloud pour la ligne 52)	suite à l'inversion du sens unique de la rue de Sèze

Lignes	Date	Itinéraire modifié	Observations
66 - "Opéra - Clichy (Boulevard Victor Hugo)"	27.09.82	entre la place Charles Fillion et la rue des Batignolles	en vue de l'équipement de la ligne en matériel "standard"
140 - "Argenteuil (Gare) - Asnières-Gennevilliers (Gabriel Péri)"	27.09.82	entre le Pont d'Argenteuil et la rue Maurice Berteaux à Argenteuil	afin d'assurer une meilleure desserte du centre-ville
244 - "Porte Maillot (Place de Verdun) - Suresnes (Cité Jardins - Place de Stalingrad)"	27.09.82	dans la traversée du Bois de Boulogne	afin de desservir le Musée des Arts et Traditions Populaires et le Jardin d'Acclimatation
123 - "Porte d'Auteuil - Issy-les-Moulineaux (Mairie)"	01.10.82	entre le boulevard Jean Jaurès et le boulevard d'Auteuil à Boulogne-Billancourt, en direction de Porte d'Auteuil	pour desservir l'Hôpital Ambroise Paré à Boulogne-Billancourt
194 - "Porte d'Orléans - Châtenay-Malabry (Butte Rouge - Cité Jardins)"	01.10.82	entre l'avenue des Quatre-Chemins et l'avenue Jules Guesde à Sceaux, en direction de Porte d'Orléans	consécutif à la mise en sens unique de l'avenue de la Gare à Sceaux
166 - "Porte de Clignancourt-Colombes (Europe - Ile Marante)" 167 - "Pont de Levallois (Métro) Nanterre (Jules Quentin-Gare)" 304 - "Asnières-Gennevilliers (Gabriel Péri) - Nanterre (Place de la Boule)"	09.11.82	dans la traversée de Colombes, entre la rue Saint-Denis et le site propre de la rue Gabriel Péri	suite à l'aménagement du site propre à Colombes, entre la place Rhin et Danube et la place du Général Leclerc (voir ci-contre)
58 - "Hôtel-de-Ville - Vanves (Lycée Michelet)" 70 - "Hôtel-de-Ville - Place du Docteur Hayem (Radio-France)" 75 - "Pont-Neuf - Porte de Pantin"	19.11.82	abandon de la rue du Pont-Neuf	maintien, à titre définitif, des dispositions prises à titre provisoire le 18.08.80 par suite des travaux de construction du souterrain Pont-Neuf
105 - "Porte des Lilas - Pavillons-sous-Bois (Albert Thomas - Eugène Fischer)"	29.11.82	abandon de la rue Jules Auffret à Noisy-le-Sec, en direction de Pavillons-sous-Bois	desserte de la place Jeanne d'Arc à la demande de la municipalité
246 B - "Pantin (Eglise) - Livry Gargan (Mairie)"	29.11.82	entre l'avenue Aristide Briand et l'avenue Albert Thomas (terminus) à Livry-Gargan, dans les deux directions	afin d'assurer une meilleure desserte du secteur situé au nord-ouest de la RN 3

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

### Paris

Un couloir dans le sens de la circulation générale a été mis en service le 3 août 1982 rue de Sèze, du boulevard des Capucines à la rue Tronchet, d'une longueur de 200 m, sur l'itinéraire des lignes 42 et 52.

Le couloir du boulevard des Capucines allant de la place de l'Opéra à la place de la Madeleine a été amputé des 170 derniers mètres (de la rue de Sèze à la place de la Madeleine).

Le couloir de la rue La Boétie a été retracé, depuis la place Saint-Augustin au lieu de la rue Roy, et est ainsi passé de 150 m à 240 m.

Par ailleurs, la séparation physique du couloir du Quai Saint-Bernard, annoncée dans le précédent numéro de notre bulletin, a été modifiée: elle est maintenant constituée de bordures en béton de 4 cm d'épaisseur au lieu de 10. De plus, la longueur du couloir a été réduite, côté Pont Sully, d'environ 60 m.

### Banlieue

Un couloir, dans le sens de la circulation générale, a été créé à Châtillon-sous-Bagneux le 9 août 1982, avenue de la République, de l'avenue Marx Dormoy à la rue de l'Avenir; d'une longueur de 180 m, il est emprunté par les voitures des lignes 194 et 195 AB.

Le site propre axial bidirectionnel de la RN 86 à Villeneuve-la-Garenne a été complété, le 9 août 1982, par les tronçons manquants de la rue de l'Avenir à la rue du Haut de la Noue, permettant d'assurer la continuité entre ceux déjà existants; d'une longueur de 300 m, les nouveaux tronçons intéressent la ligne 178 sur toute leur longueur et la ligne 137 sur 200 m seulement.

Un site propre latéral unidirectionnel de 100 m de longueur a été créé à Puteaux le 8 novembre 1982, sur le boulevard circu-

laire de La Défense (RN 13), sur les itinéraires des lignes 73, 141 A et 174.

Deux voies en site propre (une par sens) ont été mises en service à Colombes le 9 novembre 1982, rue du Bournard, entre la place du Général Leclerc et la place Rhin et Danube; d'une longueur de 340 m chacune, elles sont empruntées par les lignes 166, 167 et 304.

\* \*  
\*

Ces opérations portent le nombre des aménagements réservés à la circulation des autobus au 30 novembre 1982:

- à 245 pour Paris, totalisant 106,300 km et utilisés par les 55 lignes de Paris sur 272,590 km et 23 lignes de banlieue sur 8,640 km de leurs itinéraires;
- à 99 pour la banlieue, totalisant 53,000 km et empruntés par 9 lignes de Paris sur 4,400 km et par 78 lignes de banlieue sur 129,820 km de leurs itinéraires.



*Le couloir du Quai Saint-Bernard avec sa nouvelle séparation*

RATP - Réseau routier

# VUES DES TRAVAUX EN COURS

MÉTRO - LIGNE 5: PROLONGEMENT À LA PRÉFECTURE DE BOBIGNY

① Vue aérienne de la moitié sud de la station "Bobigny-Préfecture"

MÉTRO - LIGNE 7: PROLONGEMENT AU SUD, À VILLEJUIF

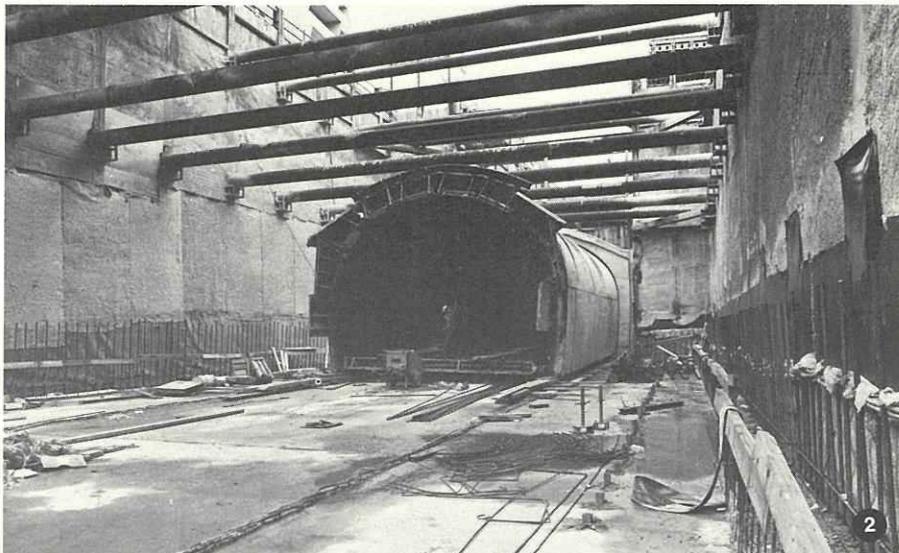
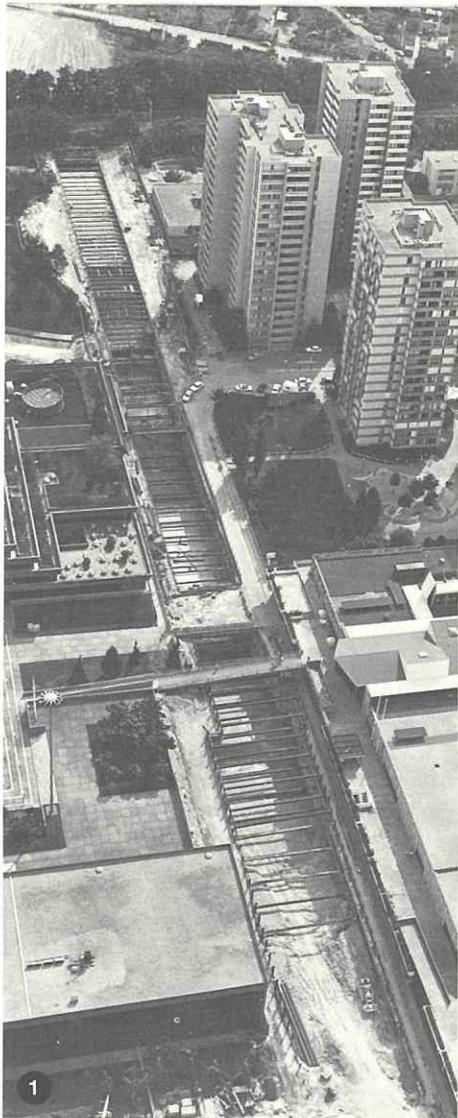
② Coffrage du tunnel débouchant dans la station "Villejuif II"

MÉTRO - LIGNE 7: PROLONGEMENT AU NORD, À LA COURNEUVE

③ Installation d'emprises et début des travaux d'exécution des pieux berlinois pour allongement des ouvrages de garage de Fort d'Aubervilliers

RER - LIGNE B: CONSTRUCTION DE LA GARE SAINT-MICHEL

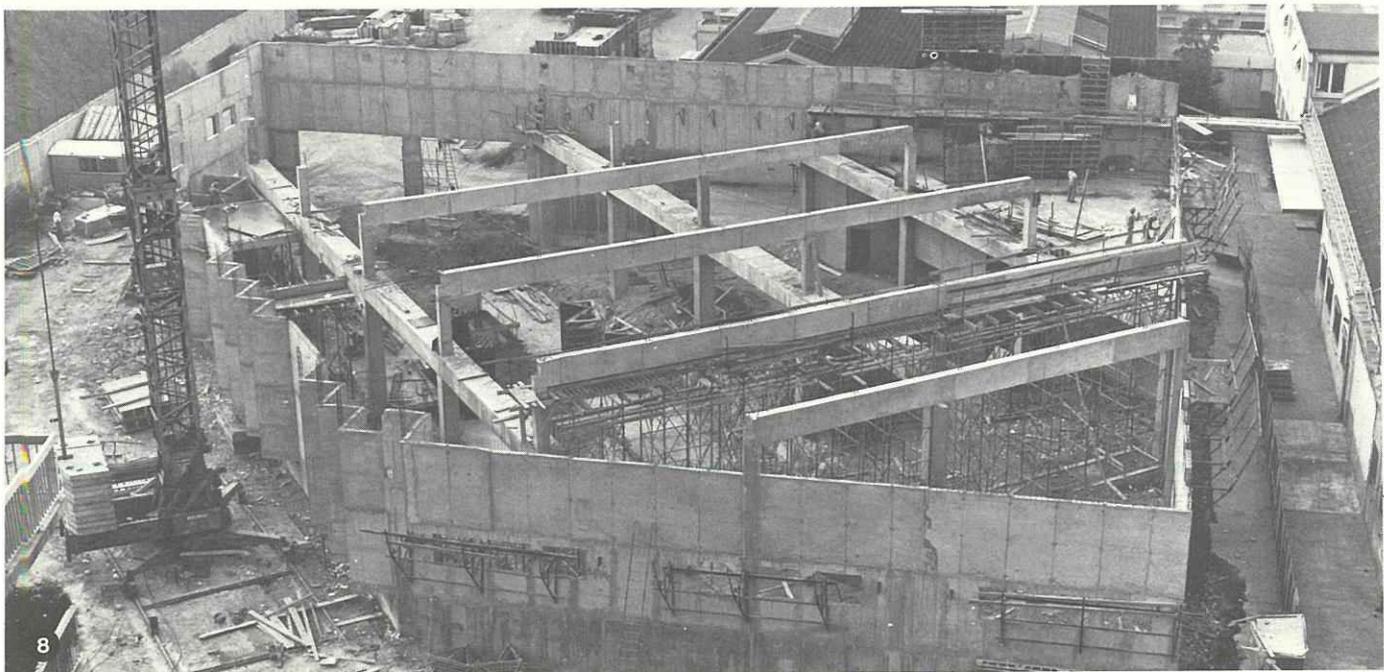
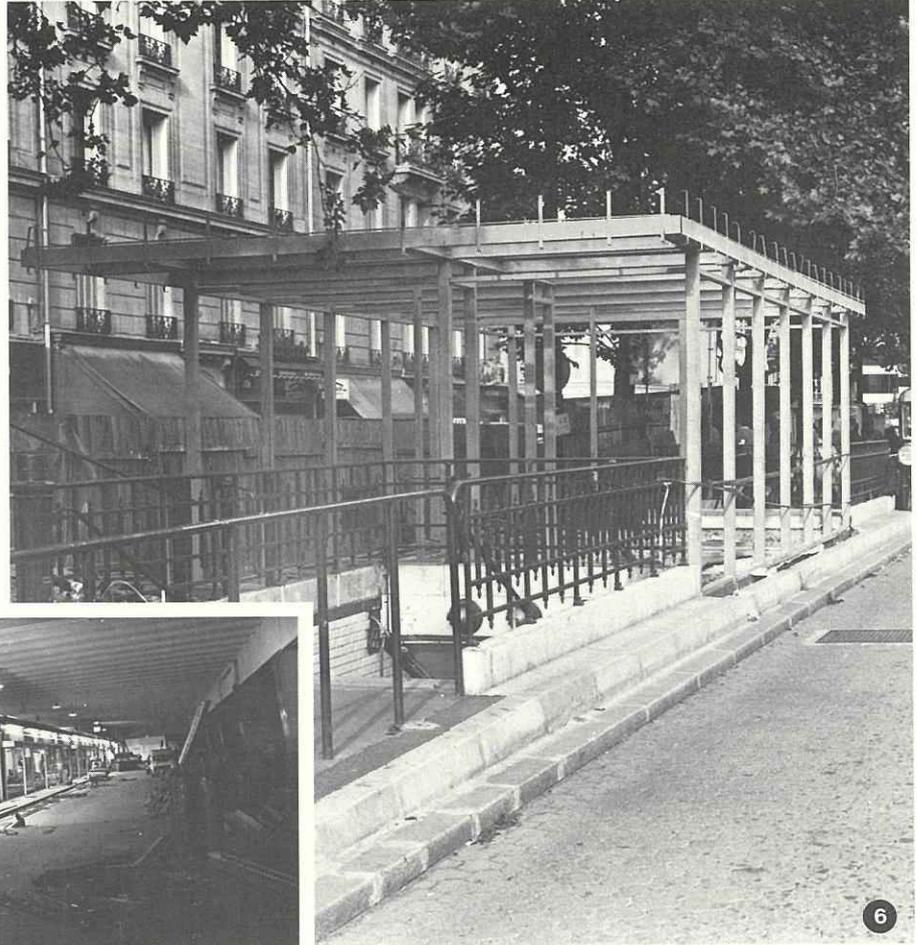
④ Travaux préparatoires de déviation d'une conduite de gaz



# NOUVELLES DIVERSES DE LA RATP

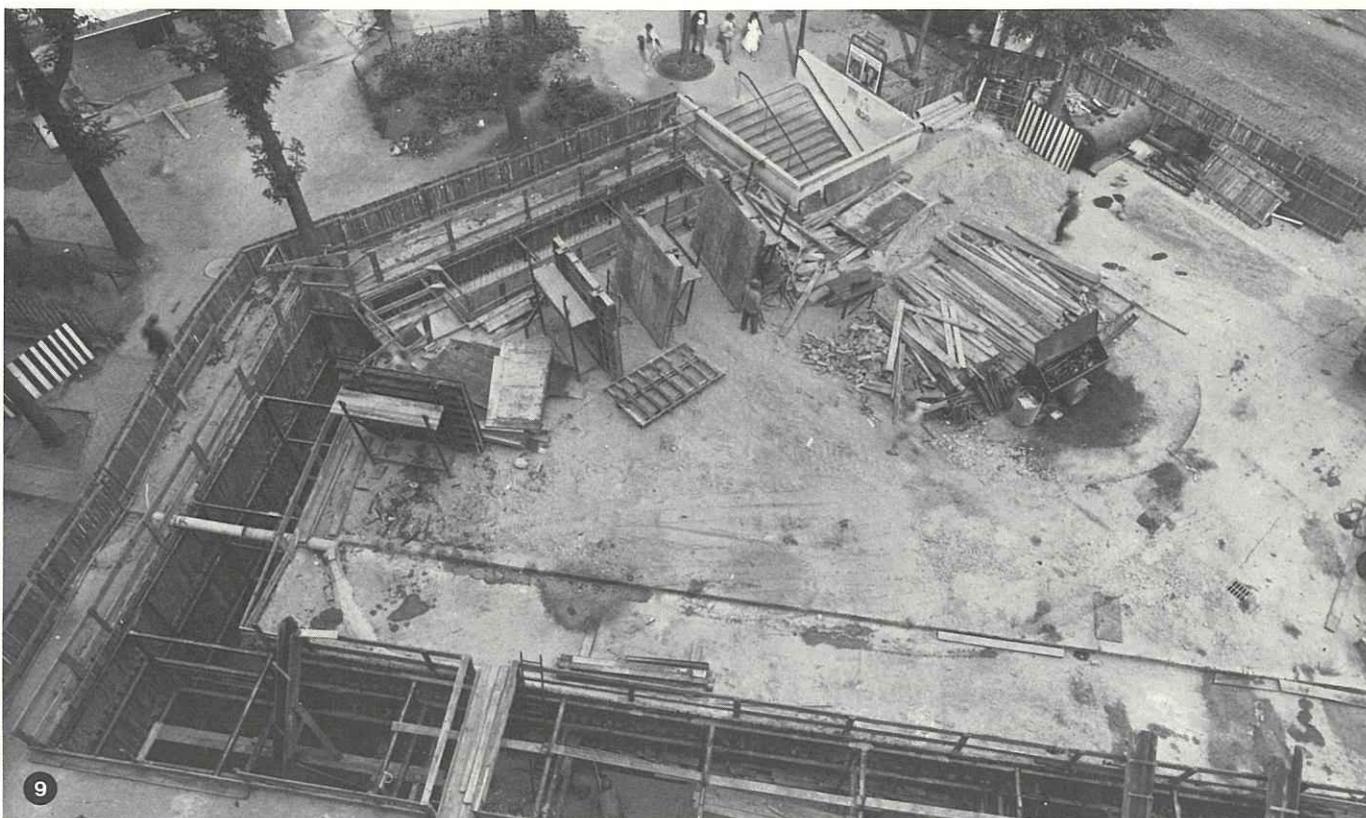
## DIVERS

- ⑤ Réfection de la charpente métallique des stations "Havre-Caumartin" et "Opéra" de la ligne 3 du métro
- ⑥ Modernisation de la gare d'autobus de Pont-de-Neuilly: structure d'un nouvel abri
- ⑦ Construction du quai 3 de la gare d'autobus de La Défense-Nord
- ⑧ Reconstruction des ateliers de Charonne du réseau ferré: hall de levage



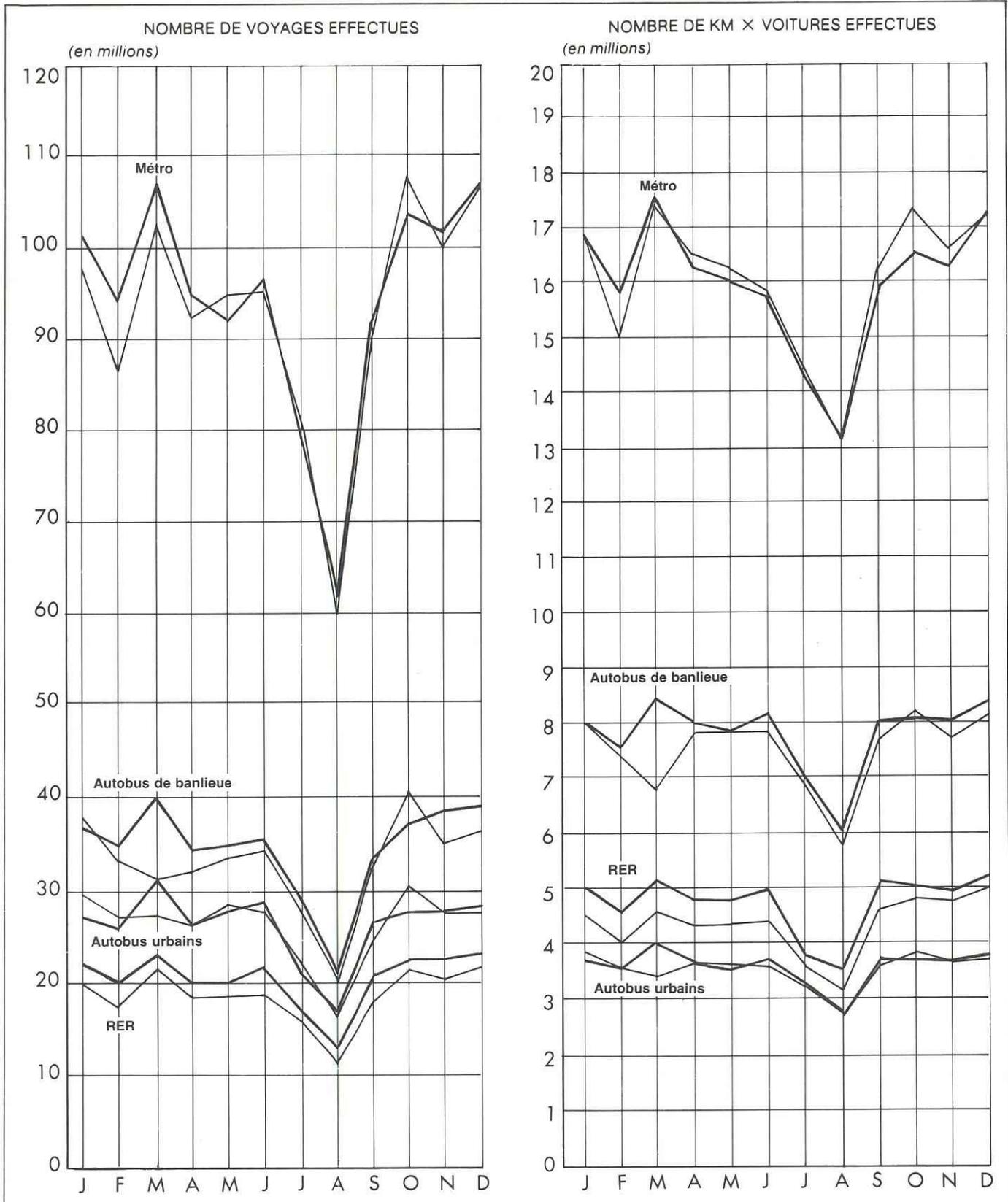
# VUES DES TRAVAUX EN COURS (suite)

- ⑨ Réalisation d'un accès supplémentaire vers le futur Palais Omnisports de Paris à la station "Bercy" de la ligne 6 du métro
- ⑩ Vue d'ensemble côté est de l'immeuble administratif de Marne-la-Vallée



# TRAFIC ET SERVICE DE L'ANNÉE 1982

(Les courbes en traits fins donnent les résultats des mêmes mois de 1981)



(pour décembre: estimations)



# LES TRANSPORTS PUBLICS DANS LE MONDE

## NOUVELLE DE FRANCE

Lyon



Quatre ans de métro:  
un bilan satisfaisant

23 millions de voyageurs au cours des huit premiers mois d'exploitation en 1978, 41 millions en 1979, 47 millions en 1980, 55 millions en 1981, la courbe ne cesse de progresser. Le trafic total des trois lignes dépasse maintenant régulièrement 220 000 voyageurs par jour, chiffre considéré, il y a deux ans seulement, comme tout à fait extraordinaire. Ces résultats ont été obtenus en améliorant progressivement la capacité offerte, grâce à une diminution des intervalles, qui sont passés, pendant les heures de pointe, sur la ligne A, de 3 mn 30 à l'origine à 2 mn 17 aujourd'hui. Aux 21 rames de trois voitures (+ 3 motrices à crémaillère sur la ligne C), sont venues s'ajouter 10 rames supplémentaires, l'ensemble des voitures parcourant actuellement 5 100 000 km par an.

Si l'on dénombrait 18 incidents d'exploitation pour 10 000 km parcourus en 1979, ceux-ci sont tombés à 12 en 1981, alors que les dépannages en ligne ont diminué de moitié en quatre ans. Le métro lyonnais a ainsi passé le cap des "défauts de jeunesse" sans trop de difficultés.

Si, contrairement aux hypothèses de certains, le métro n'a pas diminué le trafic automobile urbain, il a permis de stimuler, dans une large mesure, les déplacements des Lyonnais. C'est un effet bénéfique, la mobilité entraînant d'heureuses retombées économiques, sociales et culturelles. Un bilan excellent, donc, après quatre années de fonctionnement du métro tant sur le plan de la fréquentation que sur le plan technique.

(En Ligne directe, mai 1982)

## NOUVELLES DE L'ÉTRANGER

Berlin-Ouest



Essais de câbles  
à fibres optiques  
sur les voitures  
du métro

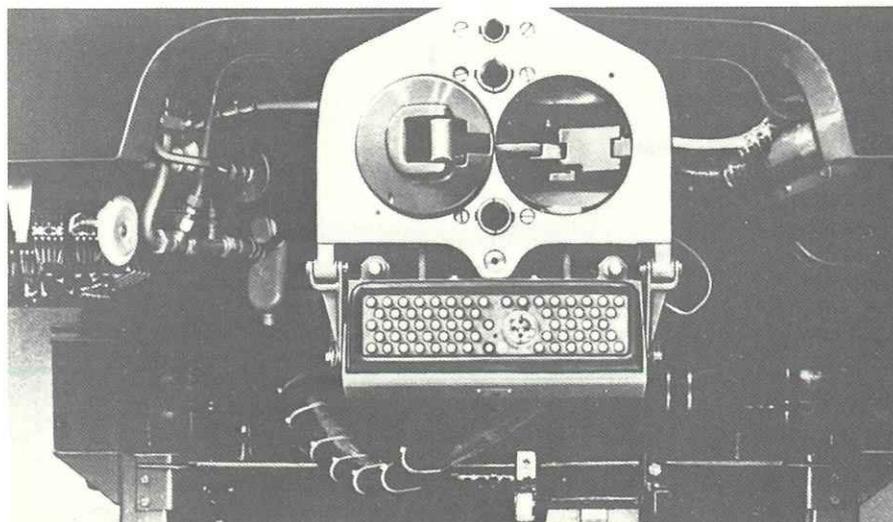
Dans le cadre d'un programme subventionné par le Ministère fédéral de la recherche et de la technologie, la nouvelle technique des fibres optiques a été expérimentée avec succès sur des motrices doubles du type F 79 du métro de Berlin-Ouest.

Les normes élevées en matière d'équipement et de confort des véhicules ferroviaires urbains d'aujourd'hui, ainsi que le haut degré d'automatisme des systèmes de transport futurs, conduisent à un accroissement considérable du nombre de câbles, ce qui justifie l'emploi de câbles à fibres optiques afin de réduire le poids et le volume des faisceaux de câblage. Toutefois, l'argument le plus important en faveur de la fibre de verre, de diamètre capillaire, est son insensibilité

aux interférences électromagnétiques, doublée d'une forte capacité de transmission. Ce courant intense de données, dépassant un mégabit par seconde, permet un échange facile de messages entre les microprocesseurs de chaque voiture, qui, dans l'avenir, rassembleront et traiteront toute l'information nécessaire pour l'exploitation automatique des trains. En sus des signaux de commande de la conduite automatique, des signaux vidéo pourront être transmis, sans interférences, à travers plusieurs voitures, par des câbles à fibres optiques, comme cela a été démontré au cours des essais. Pendant les essais, les signaux étaient transmis par deux coupleurs courts et deux coupleurs de tête des véhicules.

Les voitures ont été équipées de quatre câbles à fibres optiques; en cas de rupture d'un des câbles, un dispositif automatique réagit à ce dérangement en commutant les circuits sur un câble intact. Comme il était spécifié que les rames fonctionnant à l'aide de câbles à fibres optiques devaient être compatibles avec les autres rames du même type, un coupleur automatique à câbles à fibres optiques, qui est testé actuellement comme coupleur de tête des voitures F 79, a été mis au point. Ce coupleur a été conçu pour l'accouplement simultané de quatre câbles, offrant ainsi la possibilité de connecter un grand nombre de circuits.

(Nahverkehrs-Praxis, mars 1982);  
(Rail International, avril 1982)



Coupleur automatique à fibres optiques sur une rame F 79 du métro de Berlin-Ouest

Photo Rail International

## Hambourg



### Essais en ligne du système d'automatisation intégrale de l'exploitation du métro

La "Hamburger Hochbahn Aktiengesellschaft (HHA)" - entreprise qui exploite les transports en commun de Hambourg - a commencé les essais d'exploitation automatique intégrale du métro sur une branche de la ligne U1, entre les stations "Volkssdorf" et "Grosshansdorf", d'une longueur de 10 kilomètres, avec sept stations. L'expérimentation de ce système - dénommé PUSH - est financée par le Ministère fédéral de la recherche et de la technologie.

Les essais en ligne, qui commencent sans voyageurs, sont réalisés avec trois rames composées de deux éléments articulés du type DT3. L'exploitation avec voyageurs est prévue à partir de l'automne 1982.

Le système PUSH est constitué de trois niveaux hiérarchisés. Au niveau supérieur, le poste de commande centralisée de l'exploitation est chargé de la surveillance de l'exploitation dans son ensemble; l'agent responsable peut intervenir en cas de perturbations ou d'incidents divers et dispose d'un ordinateur relié aux postes de commande des sections de ligne. Le second niveau est constitué par les postes de commande des sections de ligne, destinés à assurer chacun la surveillance et la commande d'une section de ligne d'environ six kilomètres de longueur; leur rôle consiste, dans le cadre des horaires établis, à réaliser la formation

des trains dans les installations de retournement et de garage, la commande des signaux et des appareils de voie, la régulation de l'exploitation ainsi que la commande centralisée du départ des trains et la surveillance complète des stations par la télévision. Le niveau inférieur comprend le pilotage automatique, le contrôle de la vitesse et la fermeture des portes des trains.

Afin d'éviter les perturbations de l'exploitation, tous les éléments essentiels du système d'automatisation PUSH existent en double.



Métro de Hambourg: vue du PCC de Volkssdorf

Photo Fahr mit uns

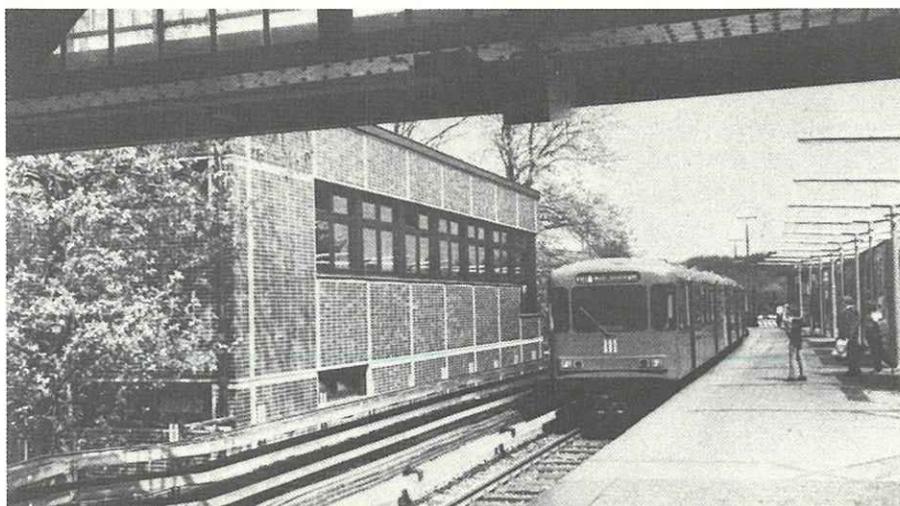


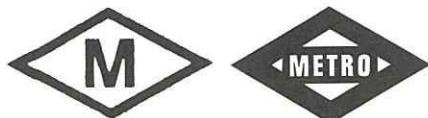
Photo Fahr mit uns

Avec la mise en œuvre du système PUSH, la HHA pourra accroître la régularité de l'exploitation, réduire les besoins en énergie grâce à un processus de conduite programmée, diminuer les dépenses d'exploitation et améliorer les conditions de travail du personnel.

Selon les résultats des essais - qui se poursuivront jusqu'à la fin de 1984 - la HHA décidera si ce système d'exploitation automatique intégrale devra être généralisé à l'ensemble du réseau de métro ou utilisé seulement sur certaines sections de lignes.

(Der Stadtverkehr, mai-juin 1982;  
Fahr mit uns, n° 2-1982)

## Espagne



### Prolongements du métro à Barcelone et Madrid

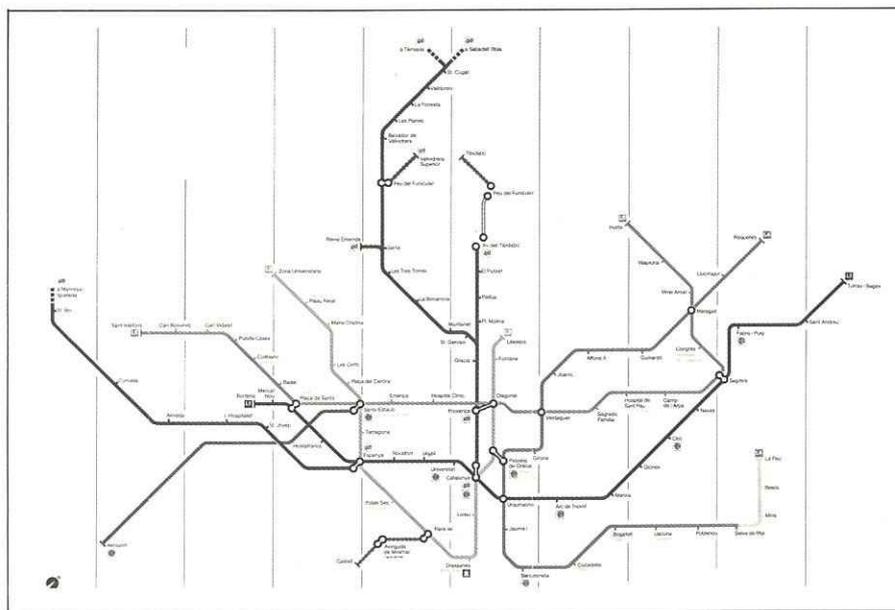
Le métro de Barcelone vient de mettre en service un nouveau tronçon de 3,7 km appartenant à la ligne 4, entre les stations "Guinardo" et "Roquetes", avec trois nouvelles stations et un grand dépôt-atelier souterrain en bout de ligne. Exploité depuis le 19 avril 1982, le service est assuré avec des trains modernes du type 1100, à prise de contact par troisième rail et frotteurs. Cette ouverture porte à 75 le nombre de stations et à 51,9 km la longueur des lignes exploitées.

Depuis le 5 juin, la ligne 3-B a été incorporée totalement à la ligne 3, le parcours complet pouvant désormais être réalisé sans transbordement. Jusqu'à présent, la ligne 3 était exploitée avec prise de courant par caténaire (il s'agit, en fait, du système adopté lors de l'inauguration de cette première ligne de métro, en 1924), et la ligne 3-B, mise en service dans les années 70, avec troisième rail et frotteurs. C'est ce troisième rail qui a été adopté pour la totalité de la ligne. Toutefois, le matériel choisi - le plus ancien du réseau - roulait sur la ligne 3. Il a été équipé de frotteurs. Les rames modernes type 1100 qui roulaient sur la ligne 3-B ont été transférées sur les lignes 4 et 5.

Quant au métro de Madrid, il compte une ligne en plus, la ligne 8, ouverte au trafic le 9 juin. Alimentée par caténaire et construite à grand gabarit comme toutes les nouvelles lignes de la capitale, cette ligne, d'une longueur de 6,5 km, comporte 7 stations, dont une en correspondance avec la RENFE (Chemins de fer espagnols) à la gare de Chamartin, ce qui donne un accès au métro à la gare la plus importante d'Espagne. Le métro madrilène s'étend maintenant sur environ 95 km et comporte 133 stations.

(La Vie du Rail, 29 juillet 1982)

N.C.I.R.: Le trafic des métros de Barcelone et de Madrid s'est élevé respectivement, en 1981, à 227 et 356 millions de voyageurs.

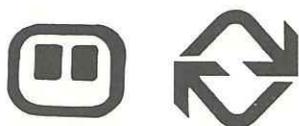


Plan du métro de Barcelone



Plan du métro de Madrid

## Helsinki



### Mise en service du métro

L'ouverture du métro de la capitale finlandaise a eu lieu le 1er juin 1982. Après quinze ans d'études et de travaux de construction, le premier tronçon de neuf kilomètres de longueur est en service, mais uniquement aux heures de pointe du matin et du soir.

(*La Vie du Rail*, 12 août 1982)

*N.d.l.r. : Un article détaillé présentant ce nouveau métro paraîtra dans un prochain numéro de notre bulletin*



Photo Helsingin kaupungin Metrotoimisto

## Naples

### Poursuite de la construction du métro

La municipalité de Naples a pris la décision, en février 1982, de construire la ligne de métro dans son intégralité, c'est-à-dire sur une longueur de 11,4 km. Les travaux avaient commencé dès la fin de 1976, mais seulement sur un tronçon de 1200 mètres de longueur, entre les stations "Vanvitelli" et "Medaglie d'Oro". Ce tronçon, en cours d'achèvement, qui servira de voie d'essai, comporte une courte section avec une déclivité de 5,5%, caracté-

ristique du futur métro. En effet, même avec des rayons de courbure de 170 mètres et une configuration en spirale, le futur métro aura une déclivité de 5,5% sur près de 8 kilomètres, ce qui constituera un record par rapport aux autres métros dans le monde.

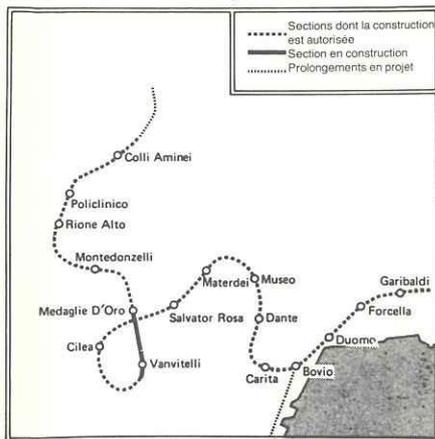
Le relief montagneux de Naples n'est pas le seul obstacle auquel se heurtent les constructeurs du métro: s'y ajoutent également, comme à Rome, la présence toujours possible de vestiges archéologiques et l'inexistence fréquente de documents relatifs à la localisation des fondations des immeubles ou des canalisations souterraines.

Entre les terminus "Garibaldi" et "Bovio", soit une distance de 1600 mètres, la ligne - à cet endroit, située à peu près au niveau



Photo Metropolitana Milanese

Schéma du métro de Naples



de la mer - sera construite en tranchée couverte, sous de larges rues. De la station "Bovio" à la station "Vanvitelli", située à 194 mètres au-dessus du niveau de la mer, la distance à vol d'oiseau n'est que de 2 kilomètres, mais le tracé de la ligne atteindra 5,5 kilomètres en formant une spirale. Ensuite, après la section Vanvitelli-Medaglia d'Oro, la ligne se dirigera vers Policlinico, situé à 232 mètres de hauteur - le sommet - avec des courbes de 350 mètres de rayon, d'où elle rejoindra, en terrain plat, le terminus "Colli Aminei".

La ligne aura 16 stations équipées de quais de 110 mètres de longueur, dont certaines seront implantées à 36 mètres de profondeur. Des tunnels jumelés seront forés dans la roche volcanique sur les sections de ligne à forte déclivité, avec des stations à quai central. Là où la méthode de la tranchée couverte sera utilisée, un tunnel à deux voies sera construit, avec des stations à quais latéraux.

La commande de 110 voitures est prévue. L'alimentation en courant de traction 1500 volts se fera par caténaire. Les éléments de deux voitures pourront transporter 436 voyageurs, dont 64 assis seulement.

Le coût total des investissements est estimé à 1200 milliards de lires (\*).

Une première section de la ligne de "Vanvitelli" au terminus "Colli Aminei" pourrait être mise en service vers 1985.

(International Railway Journal, mai 1982)

(\*) 1 lire ≈ 0,005 franc

## Sendai

### un nouveau métro japonais en construction

Après huit autres villes japonaises, Sendai construit à son tour un métro depuis juin 1981. Sendai, dont la population dépasse à peine 600 000 habitants, a cependant un taux de motorisation parmi les plus élevés du Japon (une voiture pour 3,4 habitants), ce qui contribue à créer de grandes difficultés de circulation.

La ligne en construction, d'une longueur de 14,4 kilomètres, dont près de 12 kilomètres en souterrain, reliera le quartier central des affaires aux banlieues nord et sud. Cinq des seize stations seront conçues comme des gares d'échanges avec le réseau d'autobus. Le coût des investissements est estimé à 216,4 milliards de yen (\*). La mise en service de la ligne est prévue pour octobre 1985.

La voie, dont l'écartement sera de 1,067 mètres, sera posée soit sur ballast, soit sur béton. La déclivité maximale sera de 3,5% et le rayon de courbure minimal de 160 mètres. Toutes les stations seront équipées d'un quai central de 130 mètres de longueur, permettant le stationnement de trains de six voitures, et d'une largeur de 7,7 mètres. Dans la phase initiale, l'exploitation sera assurée par des trains de quatre voitures, composés de deux motrices à caisse en acier et de deux remorques à caisse en aluminium, d'un poids respectif de 38 et 27 tonnes. Leur vitesse maximale atteindra 75 km/h en tunnel et 85 km/h sur les tronçons en viaduc. L'installation d'équipements de contrôle continu de la vitesse et de pilotage automatique, ainsi que l'utilisation de la télévision pour la surveillance des quais, permettra l'exploitation à un agent des trains. L'alimentation en courant continu 1500 volts se fera par caténaire.

(International Railway Journal septembre 1982)

(\*) 1 yen ≈ 0,028 franc

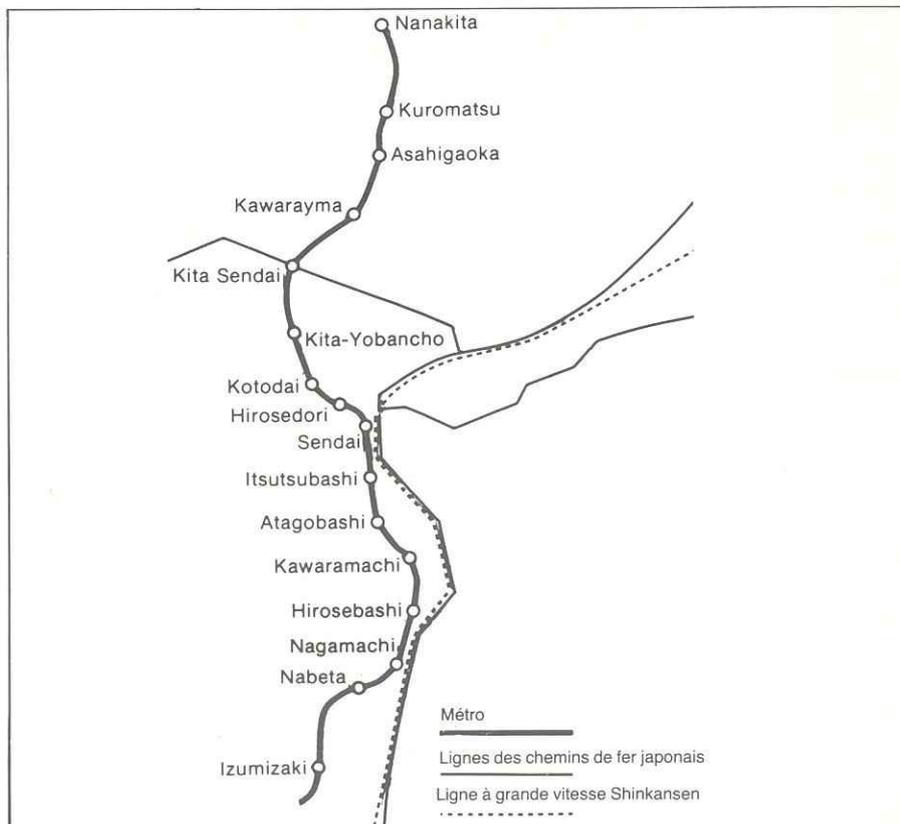


Schéma du métro de Sendai

# RAPPORT D'ACTIVITÉ DU SYNDICAT DES TRANSPORTS DE HAMBOURG

(Hamburger Verkehrsverbund)  
Exercice 1981



Au cours de l'exercice 1981, le trafic des différents réseaux regroupés au sein du Syndicat des transports de Hambourg (HVV) a continué à s'accroître: 622,2 millions de voyages effectués, soit une augmentation de 3,3% par rapport à 1980, année pendant laquelle le trafic avait également augmenté, mais de 0,4% seulement. Ce bilan positif est à rapprocher de la baisse moyenne de 4,3% du kilométrage parcouru par les voitures particulières, en raison de la forte hausse de l'essence survenue au cours du premier trimestre 1981.

Sur les réseaux ferrés (métro, réseau express régional et lignes de banlieue), le trafic a progressé de 4,1% (339,3 millions de voyages) et le service offert également de 4,1% (18,2 milliards de places-kilomètres). Avec la mise en service, le 31 mai 1981, du dernier tronçon de 2,1 kilomètres de longueur, entre Altona et Diebsteich, de la City-S-Bahn - jonction urbaine du réseau express régional - cette nouvelle ligne est devenue la plus chargée du réseau de S-Bahn, avec un trafic de

50 000 voyageurs par jour sur certaines sections. Les travaux de construction de la ligne de S-Bahn qui desservira Harburg et du prolongement de la ligne de métro U2 vers Niendorf se sont poursuivis ; la prochaine extension prévue est le prolongement, en cours d'études, de la ligne de métro U3 du terminus actuel "Billstedt" à la zone résidentielle de Mümmelmannsberg.

Sur les réseaux d'autobus, le trafic a augmenté de 2,4% (275,4 millions de voyages), alors que le service offert est resté inchangé (6,5 milliards de places-kilomètres).

Les recettes du trafic se sont élevées à 448,1 millions de DM (\*), soit un accroissement de 8,5% par rapport à 1980 - dû essentiellement à la hausse des tarifs mise en vigueur en mars 1981 ainsi qu'à la progression du trafic voyageurs - alors que l'augmentation prévue devait atteindre 7,8% pour obtenir un taux de couverture des dépenses par les recettes du trafic de 65%.







