

SAVOIR *faire*

N° 23 - 3^e TRIMESTRE 1997 - 50 F

MÉTRO

L'INFORMATISATION DE LA GESTION DES LIEUX

AUTOBUS
La charge étanche
en carburant

MAINTENANCE
L'atelier de peinture
de Sucy-en-Brie

EXPÉRIMENTATION
Pour une meilleure
acoustique dans
les stations

TECHNOLOGIE
Les divers systèmes
d'alimentation
électrique des métros



Savoir-Faire

REVUE TRIMESTRIELLE ÉDITÉE PAR
LA RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS
54, QUAI DE LA RAPÉE - LAC A85
75599 PARIS CEDEX 12
ISSN : 1168-3392

Directeur de la publication :

Vincent Relave,
Délégation Générale à la Communication (DGC)

Directeur adjoint de la publication :

Arnaud Corabœuf,
DGC - Communication interne

Directeur de la rédaction :

Jean-Paul Perrin,
Conseiller scientifique et technique au
Département du Développement

Rédacteur-en-chef :

Alain Malglaive,
DGC - Communication interne
Tél.: 01 44 68 36 68

Secrétaire de rédaction, abonnements :

Marc Vandoorsselaere,
DGC - Communication interne
Tél.: 01 44 68 30 16

Comité de rédaction :

Michel Barbier, Martine Bellec-François,
Pierre Beuchard, Jacques Bongenaar, Alain Chesnoy,
Jean Chevrier, Arnaud Corabœuf, Francine Germond,
Georges Gonzaga, Alain Jeux, Alain Malglaive,
Jean-Paul Perrin, Vincent Relave, Annik Rogier,
Jean Tricoire, Charles Venard, Philippe Ventejol.

Rédaction Rubrique Actualité :

P. Decreusefond, J. Tricoire - PAT/Médiathèque
M. Vandoorsselaere - DGC/Com. int.

Coordinateur des traductions :

Odile Hallaire, SG - Traductions

Iconographie :

SG - Audiovisuel

Abonnements :

54, quai de la Rapée - LAC A85
75599 PARIS CEDEX 12

Vente uniquement par abonnement

Prix pour 4 numéros : 200 FF
(France et étranger)

Conception, réalisation :

Temps Public S.A.,
1, avenue Franklin Roosevelt - 75008 Paris

Imprimerie :

ICOM - Bezons (95)

Dépôt légal :

n° 70900 72 C. - Octobre 1997

Tirage :

12 000 exemplaires

Photo de couverture :

SG - Audiovisuel - B. Marguerite.



E D I T O R I A L

Il est indispensable, pour une entreprise comme la RATP, de confronter son expérience, ses choix technologiques avec ceux d'autres grandes entreprises de transport public exploitant un métro. C'est l'objet de l'article qui, dans ce numéro, traite de divers systèmes d'alimentation électrique des métros. Nous savons l'importance capitale, tant sur le plan du transport que sur celui de la sécurité, des équipements électriques pour un réseau souterrain. C'est une des conditions majeures de la qualité du service offert aux voyageurs.

Cette qualité passe aussi par des quais et des couloirs bien entretenus, des voitures agréables et des messages sonores parfaitement audibles en station, autant de thèmes également abordés dans cette parution.

Mais, au-delà de ces différentes approches techniques, l'objectif poursuivi par la RATP est bien de séduire et de fidéliser ses clients par un service de qualité.

*Henri Schwebel, Directeur général adjoint,
Pôle Service aux voyageurs*

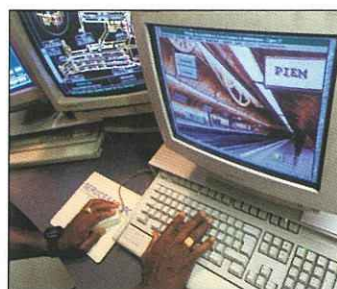


2 METRO : L'informatisation de la gestion des lieux

METRO: Computerisation of premises management

U-BAHN: Rechnergestütztes Management des Verkehrsraums

METRO: La informatización de la gestión de los lugares



RATP - SG - Marguerite

8 MAINTENANCE : L'atelier de peinture de Sucy-en-Brie

MAINTENANCE: Sucy paint shop

INSTANDHALTUNG: Die Lackierhalle im Betriebshof Sucy

MANTENIMIENTO: El taller de pintura de Sucy



RATP - SG - Marguerite

11 AUTOBUS : La charge étanche en carburant

BUSES: Air tight fuel pumping

BUS: Auftanken durch Hermetische Schwerkraftzuführung

AUTOBÚS: La carga impermeable en carburante



RATP - SG

14 EXPERIMENTATION : Pour une meilleure acoustique dans les stations

EXPERIMENTATION: Towards higher quality acoustic sound in stations

EXPERIMENTE: Bessere Akustik in den Stationen

EXPERIMENTACION: Para una mejor acústica en las estaciones



RATP - SG - Minoli

18 TECHNOLOGIE : Les divers systèmes d'alimentation électrique des métros

TECHNOLOGY: Various electrical supply systems (Part 1)

TECHNOLOGIE: Verschiedene Systeme für die Stromversorgung (1. Teil)

TECNOLOGÍA: Diversos sistemas de alimentación eléctrica (1ª parte)



RATP - SG - Dupuy

34 FRANCE : La France à l'heure du tramway régional, Lille, etc. ÉTRANGER : Stuttgart, Hong Kong, Londres, Barcelone BIBLIOGRAPHIE : Récentes parutions consultables à la Médiathèque FICHE TECHNIQUE : Les bus électriques



TAN/SEMÉTAN



RATP - SG - Chabrol

METRO :
L'INFORMATISATION DE LA GESTION DES LIEUX

Pour mieux répondre aux besoins du voyageur, l'agent de station ne doit plus seulement être responsable de la vente. Il doit également gérer les espaces de sa station, afin de contribuer à assurer la propreté et à maintenir en bon état les installations. Il s'agit de répondre dans les délais les plus brefs aux problèmes que pourrait rencontrer un voyageur dans son cheminement de l'accès de la station jusqu'au quai et voire même d'anticiper ces problèmes. Cela touche aussi bien l'environnement que la fiabilité des équipements.

METRO:
COMPUTERISATION OF PREMISES MANAGEMENT

Station staff can no longer be content to simply sell tickets if they wish to meet customers' needs. They must also manage the station spaces, in an attempt to ensure they are clean and well maintained. They need to be prepared to solve any problems the passenger may encounter as he makes his way around the station from the entrance to the platform. They should try to anticipate potential problems, whether related to passenger environment or equipment reliability.

U-BAHN:
RECHNERGESTÜTZTES MANAGEMENT DES VERKEHRSRAUMS

Im Hinblick auf einen besseren und kundengerechteren Service, darf der Stationsbedienstete nicht ausschließlich für den Fahrkartenverkauf zuständig sein. Sein Aufgabenbereich soll die Führung seiner Station insgesamt umfassen, um zu der Sauberkeit und dem ordnungsgemäßen Zustand der Anlagen beizutragen. Auch soll er zu Verfügung stehen um in kürzester Zeit Problemen abzuwehren, ja ggfs. auch vorzugreifen, mit denen Fahrgäste auf ihrem Weg durch die Station bis hin zum Bahnsteig konfrontiert sein könnten. Sowohl die Umwelt als auch die Zuverlässigkeit der Anlagen fallen in diesen Aufgabenbereich.

METRO:
LA INFORMATIZACION DE LA GESTION DE LOS LUGARES

Para responder mejor a las necesidades del pasajero, el agente de la estación no debe encargarse solamente de la venta, sino que debe también encargarse de la gestión de los espacios de su estación, con el fin de contribuir a garantizar la limpieza y a mantener en buen estado las instalaciones. Se trata de responder dentro del más breve plazo posible a los problemas con los que podría tropezar un pasajero desde que entra a la estación hasta que llega al andén e incluso anticipar dichos problemas. Esto concierne tanto el medio ambiente como la fiabilidad de los equipos.

METRO

L'informatisation de la gestion des lieux



RATP - SG - Maïndon

par Jean-Pierre Esposito,
Département du Métro

Avec la décentralisation, les lignes de métro ont des responsabilités accrues dans tous les domaines de l'exploitation et notamment dans celui de la gestion des lieux.

L'exploitant d'une ligne devient Maître d'Ouvrage (MOA) de la qualité de service.

La gestion des lieux inclut l'élimination de tous les défauts de qualité que le voyageur peut subir dans son cheminement. Cela peut toucher son environnement comme les équipements qu'il est amené à utiliser où qu'un animateur de station utilise pour lui.

Chaque voyageur a des aspirations de qualité, quelquefois même uniques, de plus les situations sont en perpétuelle évolution. Nous devons, en conséquence, mettre les savoir-faire qui existent dans notre entreprise en complète complémentarité pour offrir un espace et des services de qualité aux clients. C'est tout l'objectif du Rapprochement Exploitation Maintenance (REM). Les

mainteneurs ont modifié leur organisation pour répondre à ces finalités ; ils ont dédié des équipes sur chaque ligne. Pour ce qui concerne l'Unité Opérationnelle (UO) de ligne, sa contribution est importante et même capitale : c'est certes le Maître d'Ouvrage (MOA) de la qualité offerte, mais c'est également l'interlocuteur direct du voyageur. L'exploitant est le mieux placé pour appréhender les besoins. Pour ce faire, nous devons aider et placer les animateurs station en situation pour qu'ils soient à même de mieux répondre aux demandes.

Comment y répondre ? Sur la ligne 11 - Châtelet - Mairie des Lilas - pour bien cibler cette gestion en ces termes, l'élimination du défaut de qualité étant au centre de nos préoccupations, nous avons axé en priorité notre travail sur l'amélioration du traitement de ces défauts, du signalement jusqu'à la résolution.

Alors... Quelle organisation choisir ? Quels outils utiliser ? Quelles méthodes ou quels processus faut-il modifier ? Voici notre réponse.

Pour gérer des lieux, il est essentiel que les agents qui ne sont plus attachés à une seule station, connaissent la station dans laquelle ils travaillent. Dans ce but, un plan de station simplifié, lisible par tous, est affiché dans les recettes, donc très facilement accessible.

■ CONNAITRE SA STATION

Connaître sa station n'est pas encore suffisant. Il faut non seulement être capable d'identifier un lieu, mais également le contenu de chaque couloir, de chaque débouché, de chaque local, etc. Il faut avoir la connaissance de l'inventaire précis de tout ce qui peut générer un signalement et savoir à qui s'adresser pour l'éliminer.

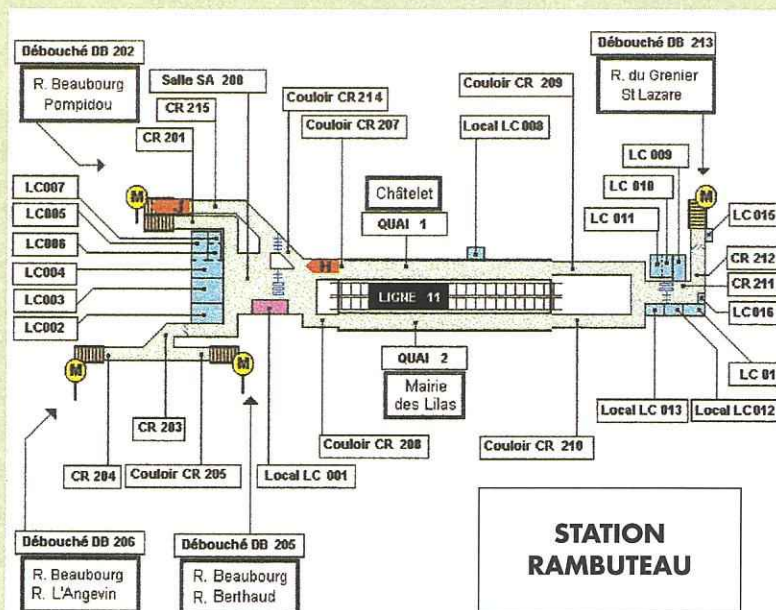
De plus, sur ces plans figure l'ensemble des localisations (couloir, salle, quai, débouché, local) repérées par des codes MIRE (Maintenance, Identification, Repérage, Equipements).

Pour chaque local figurent les éléments essentiels pour renseigner l'animateur comme par exemple la fonction du local, le mainteneur et ses coordonnées, comment entrer dans ce local (clé).

L'ensemble de ces plans, leurs identifications MIRE et tous les renseignements s'y référant, sont des termes sortis de la codification faite par les mainteneurs. Ce sont des termes compris par tous. Ce sont les premiers éléments d'un langage commun entre mainteneur et exploitant pour localiser un problème : Quand un exploitant cite un local, un couloir, il n'y a pas d'interprétation à faire du style : "tu sais bien... le couloir près de la sortie..." Éviter tout quiproquo et aller sur un lieu sans perdre de temps, c'est important en terme de réactivité pour les deux partenaires du REM.

Pour le chef local d'établissement ou son représentant, cette connaissance des lieux est également capitale : il doit être en possession d'un

PLAN SIMPLIFIÉ D'UNE STATION DE MÉTRO



inventaire complet de son établissement pour suivre et contrôler certains types d'équipement liés à la sécurité et mettre à jour le registre de sécurité.

■ ANTICIPER LE DÉFAUT DE QUALITÉ

Au quotidien déjà, dès la mise en exploitation d'une station, nous avons des obligations liées à la réglementation des Etablissements Recevant du Public (ERP) ou à des consignes d'exploitation :

- Vérifier que tous les couloirs empruntés par les clients sont dégagés, pour éviter un accident ou envoyer les voyageurs dans une impasse ;
- Vérifier que le téléphone fonctionne (éviter l'isolement d'une station) ;
- Vérifier que tous les moyens de sécurité incendie sont en place ;
- Mettre en service les équipements d'exploitation et contrôler leur bon fonctionnement.

Ces contrôles ne sont pas suffisants. Il s'agit d'aller au-delà de ces obligations et de mettre en place une démarche d'anticipation et de systématisation des contrôles dans les stations : "le meilleur moyen pour ne pas subir un défaut de qualité, c'est de le devancer".

Ne pas attendre qu'un équipement soit totalement hors service pour passer un signalement, c'est anticiper la gêne : tube d'éclairage clignotant, bruit anormal sur un escalier mécanique. La qualité offerte n'est pas forcément le seul enjeu. La pérennité de l'équipement peut être également engagée. Pour ce faire, compte-tenu de la connaissance des lieux (plans simplifiés) et de l'inventaire des équipements, deux types de tournées ont été établis.



Saisie des signalements sur le terrain.

Tous les deux jours (trois au maximum) : la tournée bleue

Sur l'un des services de la journée, inspection de la station en n'empruntant que les lieux de passage des voyageurs. Nous avons appelé cette visite : la tournée bleue.

Les agents des équipes mobiles missionnés pour cette tâche se servent d'un document qui reprend le plan simplifié de la station avec, indiqués pour chaque lieu, les points à contrôler relevés dans l'inventaire. Ce support est une "check-list".

Une fois par semaine : la tournée rouge

Pour répondre aux obligations légales d'exploitation des ERP et pour signaler des anomalies techniques ou d'environnement : inspection des localisations non empruntées par les clients et contrôle hebdomadaire obligatoire (lanternes, extincteurs, sonorisation, escaliers mécaniques). Nous avons appelé cette visite : la tournée rouge.

Le principe des contrôles est identique à celui des tournées bleues. Un document "check-list" pour chaque station a été créé.

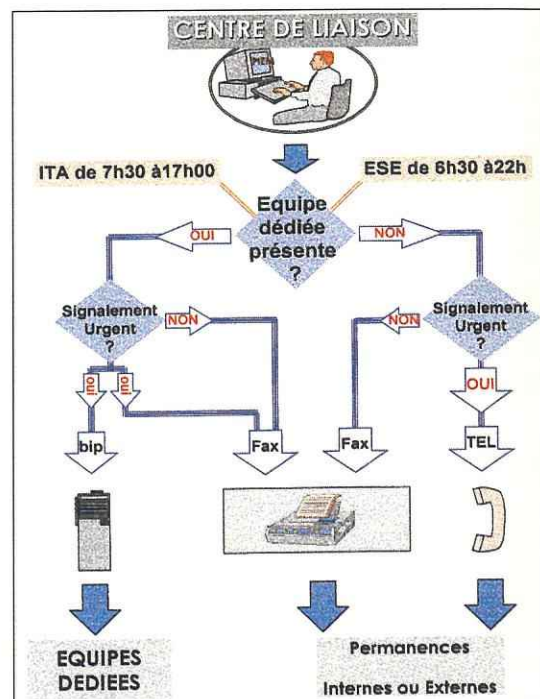
La programmation de l'ensemble des tournées est établi par le pilote, au Centre de liaison du secteur. Ce sont les équipes mobiles du secteur qui réalisent ces tournées. Les signalements recensés sont regroupés et envoyés par le Centre de liaison.

SUIVI DE LIGNE

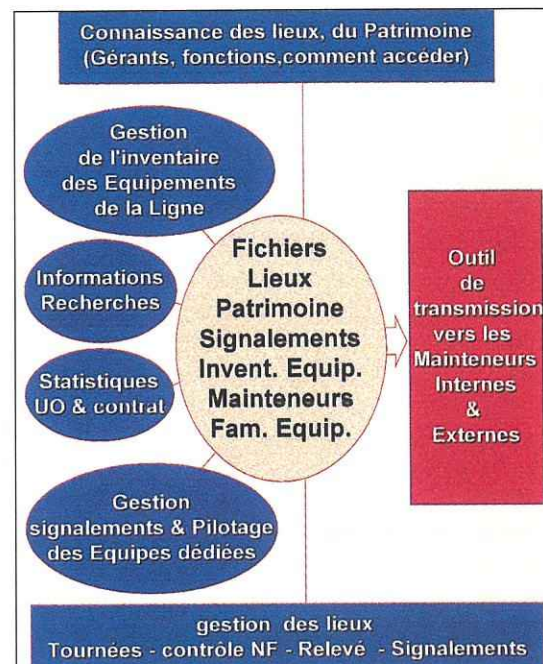
De cette surveillance active (10 000 points de contrôle), il en ressort un grand nombre de signalements ajoutés à ceux émis au fil de l'eau par l'animateur de station. Du 1^{er} mars 1997 au 1^{er} juin 1997, 2 600 signalements ont été relevés dans 10 stations. Pour gérer ces signalements de l'émission jusqu'à leur résolution, la ligne



Exemples de codes MIRE.



Synoptique du pilotage des équipes dédiées.



doit disposer d'un outil de gestion qui permet :

- de suivre l'ensemble des problèmes et de détecter les répétitivités, les points noirs ;
- de s'informer sur les signalements, sur les équipements, sur les lieux, faire des relances, tirer des statistiques ;
- de gérer l'inventaire de la ligne.

Nous l'avons dénommé : PIEM, c'est-à-dire Pilotage des Installations et des Equipes de Maintenance.

Au quotidien, l'opérateur du Centre de liaison saisit l'ensemble des signalements. L'appliquatif PIEM facilite la saisie en lui donnant toutes les informations relatives :

- à l'équipement (aide à la rédaction avec notamment sa représentation ou une photo avec légendes et descriptions nécessaires, délais d'intervention...) ;

- au mainteneur (correspondant, coordonnées, etc.) ;

- au lieu (fonction, etc.).

La définition du signalement interdit toute saisie pour un lieu, un équipement ou une identification non recensés. Ensuite, sans l'intervention de l'opérateur, l'outil sélectionne automatiquement le routage (Fax, fichier) du signalement vers le mainteneur sur la base du choix de l'équipement en défaut ou de la dégradation constatée. Le mainteneur en charge de la résolution est celui qui a été désigné dans les conventions de partenariat.

Ces conventions ont pour objet de définir les relations de partenariat et les obligations réciproques de l'Unité Décentralisée Technique et de l'Unité Opérationnelle qui concourent à la réalisation des objectifs de qualité de service, notamment l'atteinte des standards de service définis par l'entreprise.

La procédure de transmission devient unique quel

"Le Centre de liaison devient la plaque tournante d'un secteur. Il a une vision globale de l'ensemble des problèmes. Il est à même de définir les priorités pour les interventions des équipes qu'il pilote."

que soit le défaut de qualité ou le mainteneur chargé de la résolution. Il est à remarquer que pour une station comme République, il existait 10 carnets de signalement et autant de procédures différentes.

Aidé par l'unicité, l'harmonisation des procédures et des moyens (outils et équipes dédiées), le Centre de liaison devient la plaque tournante d'un secteur. Il a une vision globale de l'ensemble des problèmes au fil de l'eau. Il est à même de définir les priorités pour les interventions des équipes dédiées qu'il pilote (l'opérateur du Centre de liaison et l'animateur de station sont les mieux placés pour définir l'urgence parce qu'ils sont en direct avec le client ou le dysfonctionnement).

Bien entendu, l'urgence technique liée à une alarme reste à la charge du mainteneur.

Le pilotage

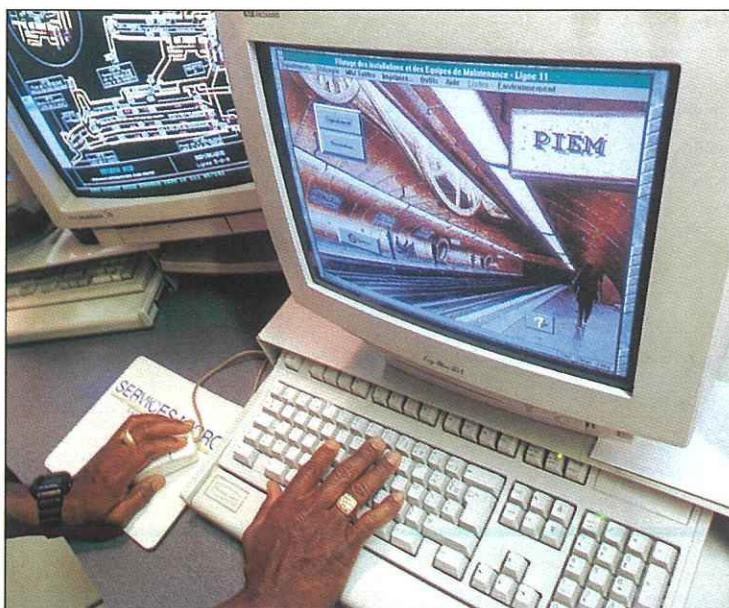
Conformément aux principes du REM, les directions du métro et du pôle Maintenance, Travaux et Politique Industrielle (MTPI) ont décidé, le 31 mai 1995, de lancer les premières expériences du pilotage de la maintenance au quotidien par les UO du métro. Les lignes 11 et 3 sont les premières unités à mettre en place un pilotage des équipes de maintenance des infrastructures, installations électriques, électroniques et de télécommunication.

Principes généraux :

- le Centre de liaison devient le centre de gestion des signalements pour chaque secteur de ligne ;
- un seul outil informatique de gestion est mis en place dans chaque centre de liaison. Cet outil s'intitule PIEM ;
- PIEM est l'outil de gestion de l'ensemble des signalements, que le mainteneur soit interne ou externe à l'entreprise. C'est l'outil de gestion et de



Le Centre de liaison de République est le point central de la gestion des lieux de la ligne 11.



Poste de saisie de PIEM (Pilotage des Installations et des Equipes de Maintenance).

pilotage des urgences pour l'exploitant. Cet outil ne se substitue pas à ceux des Permanences ;

- PIEM gère et pilote l'ensemble des signalements. Seuls les signalements transmis par le PCC échappent à sa gestion ;

- Le pilote du Centre de liaison reçoit les signalements des animateurs de stations ou des émetteurs métro, les saisit sur PIEM et décide de l'urgence et de l'intervention d'une équipe dédiée ;

- Le Centre de liaison gère les urgences avec les équipes dédiées durant leur présence. En absence d'équipes dédiées, c'est le CTRS (Centre de Traitement et de Résolution des Signalements) qui gère les urgences et le pilotage des équipes de permanence ou d'astreinte.

Quotidiennement et à chaque prise de service, les centres de maintenance communiquent la liste des équipes dédiées et leur planning de travail. Dans chaque service, une équipe dédiée de chaque centre est plus particulièrement chargée des signalements. Le pilote informé peut dérouter une équipe vers une priorité qu'il a définie.

En fin de journée, le pilote communique au centre de maintenance la liste des signalements non résolus par station. Ceci permet à l'exploitant comme au mainteneur de faire le point sur la journée écoulée et de préparer la journée suivante. Ces listes sont envoyées à chaque station pour un affichage dans la recette .

INFORMER L'ANIMATEUR DE STATION POUR UNE MEILLEURE INFORMATION DU VOYAGEUR

Pour faciliter le travail de l'agent de station, ce dernier dispose, affichés dans la recette :

- d'un plan format A2 donnant une lecture simplifiée des codes MIRE. Les mainteneurs disposent des mêmes plans regroupés en un recueil ;

"Quotidiennement et à chaque prise de service, les centres de maintenance communiquent la liste des équipes dédiées et leur planning de travail. "

- de la liste des locaux de la station considérée avec : la fonction, l'utilisateur, le mainteneur (nom, adresse, téléphone), le numéro de clé ;

- de la liste des signalements non résolus mis à jour quotidiennement ;

- de la liste des plannings travaux annoncés mise à jour quotidiennement.

L'animateur de station, comme l'équipe dédiée itinérante, dispose en permanence dans la recette de ces informations. Il peut, s'il le souhaite, les rafraîchir en temps réel auprès de l'opérateur du Centre de liaison ou du pilote.

Le Centre de liaison peut également obtenir dans un délai très court (moins d'une heure) des affiches format A1 afin de réagir rapidement si cela est nécessaire et informer le voyageur sur tel ou tel problème. Il peut enfin réclamer des messages informatifs répétitifs par la sonorisation du secteur.

LA MESURE

PIEM intègre l'ensemble des informations sur les signalements (du constat jusqu'à la résolution). A partir de ces données, nous pouvons ressortir des statistiques liées aux conventions de partenariat et aux vécus des équipements. Sur la base d'une sélection d'un ou de plusieurs critères qui suivent :

- une date ou entre deux dates ;
- un équipement ou une famille d'équipement ;
- un mainteneur ;
- un lieu ou plusieurs, etc.

Tous les besoins sont ressortis en termes de mesures ou de contrôles (signalements résolus ou non, taux de pannes, historiques, délai de résolution).

Ce choix souple et non contraint nous permet de faire des analyses à la demande sur l'origine des défauts et les traiter :

- formation ou complément de formation du personnel ;
- défaut de conception ou autres problèmes techniques ;
- améliorer la procédure de contrôle (exemple : suite à la mise en place d'un contrôle systématique de la marche des escaliers mécaniques à chaque prise de service, nous avons obtenu un gain très significatif de 6 % en trois mois).

Le tableau de bord

La mesure a abouti également à la mise au point d'un tableau de bord station. C'est l'outil de management des personnels d'encadrement de la ligne. Ce tableau indique, classé par famille d'équipement, le nombre de signalements - journée par journée - sur les quinze ou trente derniers jours. D'un seul coup d'œil, on voit apparaître les points noirs. Ce tableau de bord reflète le travail de recensement des défauts de qualité dans une station. L'agent de maîtrise responsable de la station peut visualiser la vie des équipements et vérifier le travail accompli par les tournées (qualitativement et quantitativement).

Tableau de bord station. RAMBUTEAU

Période du 10/03/97 au 25/03/97

UO ligne 11

FIABILITE DES EQUIPEMENTS	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
100 - Dans le changement du signal																
101 - Pont d'accès (entrées/sorties)																
102 - Escalier fixe																
103 - Escalier mécanique																
104 - Escalier fixe																
105 - Escalier mécanique																
106 - Escalier mécanique																
107 - Escalier mécanique																
108 - Escalier mécanique																
109 - Escalier mécanique																
110 - Escalier mécanique																
111 - Escalier mécanique																
112 - Escalier mécanique																
113 - Escalier mécanique																
114 - Escalier mécanique																
115 - Escalier mécanique																
116 - Escalier mécanique																
117 - Escalier mécanique																
118 - Escalier mécanique																
119 - Escalier mécanique																
120 - Escalier mécanique																
121 - Escalier mécanique																
122 - Escalier mécanique																
123 - Escalier mécanique																
124 - Escalier mécanique																
125 - Escalier mécanique																
126 - Escalier mécanique																
127 - Escalier mécanique																
128 - Escalier mécanique																
129 - Escalier mécanique																
130 - Escalier mécanique																
131 - Escalier mécanique																
132 - Escalier mécanique																
133 - Escalier mécanique																
134 - Escalier mécanique																
135 - Escalier mécanique																
136 - Escalier mécanique																
137 - Escalier mécanique																
138 - Escalier mécanique																
139 - Escalier mécanique																
140 - Escalier mécanique																
141 - Escalier mécanique																
142 - Escalier mécanique																
143 - Escalier mécanique																
144 - Escalier mécanique																
145 - Escalier mécanique																
146 - Escalier mécanique																
147 - Escalier mécanique																
148 - Escalier mécanique																
149 - Escalier mécanique																
150 - Escalier mécanique																

Tableau de bord station.

LES EVOLUTIONS

Les évolutions du logiciel

L'applicatif PIEM a été expérimenté sur la ligne 11 (un secteur "Service en station" depuis octobre 1995). Cet outil prototype a ensuite été testé sur les deux secteurs de la ligne 3 depuis mars 1997.

Aujourd'hui, nous arrivons à une phase d'industrialisation du logiciel. La version définitive sera testée sur les lignes 11 et 3 à compter du mois de novembre 1997. L'extension aux autres lignes se fera au cours du premier semestre 1998.

Ce nouvel applicatif intègre la totalité des fonctionnalités actuelles sous une forme plus dynamique et évolutive (un module exécutable par fonction).

Une tournée sans papier

Aujourd'hui, les tournées "bleue" et "rouge" utilisent un document "check-list" qui n'est pas systématiquement à jour par rapport à l'inventaire de PIEM. C'est une première étape. Sur la ligne 11, nous avons franchi une seconde étape pour permettre :

- une amélioration du processus de relevé lors des tournées ;
- une fiabilisation du relevé sur la base des éléments de l'inventaire de PIEM ;
- un contrôle sur tous les signalements en cours de résolution pour éviter de faire un rappel ou pour passer un "Nécessaire Fait" non annoncé par un mainteneur ;
- une valorisation de ce travail de gestion des lieux qui *a priori* est fastidieux, mais *capital* dans la mission de l'exploitant Maître d'Ouvrage de la qualité de service ;
- la suppression de la double saisie (équipe mobile et pilote) et éviter ainsi toute interprétation dans la deuxième saisie.

Cette seconde étape consiste à développer et installer un outil convivial, simple à utiliser (portable de type Note-Pad) permettant d'automatiser la saisie des signalements sur le terrain pour améliorer la réactivité, la rigueur dans le processus, et la productivité des signalements.

Par cette méthode, le travail de recensement est valorisé et celui de saisie par l'opérateur du Centre de liaison est considérablement diminué.

Le déroulement d'une tournée de gestion des lieux est d'une grande simplicité.

Par cette méthode, le travail de recensement est valorisé et celui de saisie par l'opérateur du Centre de liaison est considérablement diminué.

Initialisation de la tournée et chargement

- mise en place du Note-Pad sur son socle de chargement raccordé à PIEM ;
- choix d'un type de tournée (bleue ou rouge) ;
- choix d'une station ;
- chargement dans le Note-Pad de tous les points de contrôle recensés dans PIEM ordonnés dans



Portable permettant d'automatiser la saisie des signalements.

- l'ordre alphabétique et dans l'ordre de visite défini dans les tables codes MIRE ;
- identification du vérificateur.

Déroulement de la tournée

Exécution de la tournée

La tournée se déroule selon le principe d'une tournée type (Cheminement prédéfini).

Le vérificateur tient le Note-Pad dans sa main et effectue les contrôles demandés par le programme. Le Note-Pad affiche les signalements en cours. L'agent peut saisir un NF.

Pour signaler un défaut, l'agent utilise le clavier alphanumérique pour saisir le défaut au moment où il le voit.

Contrôle exhaustif

En fin de tournée, l'applicatif s'assure que tous les points de contrôle ont bien été vus et interdit les doublons...

Transfert des défauts à signaler : la tournée finie, l'agent retourne sur PIEM et effectue le déchargement du Note-Pad vers PIEM avec :

- une numérotation des signalements nouveaux selon les critères de PIEM ;
- une saisie automatique des NF.

UN OUTIL DE GESTION

L'informatisation de la gestion des lieux d'un type de métro a pour objectif :

- de permettre à la ligne d'exercer sa mission de maître d'ouvrage de la qualité de service
- en améliorant le processus de traitement des signalements pour le rendre plus fiable et le plus direct possible vers le mainteneur,
- en optimisant la productivité des signalements,
- en conduisant à une plus grande réactivité et en facilitant le pilotage des équipes dédiées à la ligne,
- de maîtriser le rôle de chef local d'établissement par une meilleure connaissance de notre patrimoine.

Cet outil est l'outil de communication avec nos partenaires mainteneurs.

MAINTENANCE:
L'ATELIER DE PEINTURE DE SUCY-EN-BRIE

Le nouvel atelier de peinture de Sucs-en-Brie est achevé depuis le mois d'avril 1996. Son équipement moderne permet de traiter tout type de matériel ferroviaire, mais aussi routier. Sa cabine de peinture des caisses est parmi les plus grandes d'Europe ; elle se distingue par sa polyvalence.

MAINTENANCE:
SUCY PAINT SHOP

The new paint shop at Sucs en Brie was completed in April 1996. Its modern equipment enables maintenance work to be carried out not only on rail but also road rolling stock. Its bodywork painting room is one of the largest in Europe and stands out for its versatility.

INSTANDHALTUNG:
DIE LACKIERHALLE IM BETRIEBSHOF SUCY

Die neue Lackierhalle im Betriebshof von Sucs-en-Brie ist seit April 1996 fertiggestellt. Die moderne Ausrüstung gestattet es jedwede Schienen- aber auch Straßenfahrzeuge zu bearbeiten. Die Spritzkabine für Wagenkasten gehört zu den größten Anlagen Europas und zeichnet sich durch ihre vielseitige Verwendbarkeit aus.

MANTENIMIENTO:
EL TALLER DE PINTURA DE SUCY

El nuevo taller de pintura de Sucs-en-Brie está terminado desde el mes de Abril de 1996. Su moderno equipamiento permite tratar todo tipo de material ferroviario, pero también terrestre. Su cabina de pintura de las cajas figura entre las más grandes de Europa ; se distingue por su polivalencia.

MAINTENANCE

L'atelier de peinture de Sucs-en-Brie



RATP - SG - Mauboussin

par Guy Lenhardt et Didier Blot,
Département du Matériel Roulant
Ferroviaire

Situés à l'extrémité sud-est de la ligne A du RER, les ateliers de Sucs-en-Brie dépendent de l'UDM-RER et ont pour mission, avec les ateliers de Massy, Rueil et Torcy, d'assurer la maintenance du Matériel Roulant Ferroviaire des lignes A et B du RER. De nouvelles installations destinées aux rénovations et aux interventions correctives de peinture, portant sur les revêtements de caisses du matériel roulant, ont été mises en service en 1996. Ces installations peuvent également être utilisées pour le matériel Métro, en complément de l'atelier de peinture de l'UDM matériel pneu.

LES EQUIPEMENTS

L'atelier de peinture est composé de deux complexes : un complexe de traitement des caisses, un atelier de peinture des caisses de 3970 m² au sol divisé en 8 zones.

Une cabine de peinture

Cette cabine est de type humide. Elle est exceptionnelle par sa taille : 31 m sur 7 m et permet de traiter tout type de matériel ferroviaire, mais aussi des autobus articulés ou standards. Parmi les plus grandes d'Europe, elle se distingue donc par sa polyvalence.

Elle a également pour caractéristique d'être entièrement hermétique, notamment aux poussières, ce qui a permis d'améliorer de manière significative la qualité de travail réalisé.

La fonction étuvage permet de réaliser le séchage de chaque teinte de peinture d'un véhicule en deux heures.

Elle se caractérise enfin par l'amélioration des conditions de travail qu'elle procure aux opérateurs :

- la ventilation est optimisée par un mouvement d'air filtré qui entraîne le brouillard de peinture sous les caillebotis en sous-sol, ainsi que par un rideau d'eau et des racleurs automatiques emportant les déchets dans des bacs de décantation ;
- les rejets sont récupérés et transformés en boue pour être ensuite traités dans le respect des normes en vigueur ;
- les nacelles permettent de travailler aisément à n'importe quelle hauteur.

Un hall transbordeur

Un transbordeur central propre au complexe de peinture des caisses permet de déplacer les véhicules sur les différents postes de travail en fonction du planning des activités.

Un atelier de lessivage et de dépolissage

Deux voies équipées de 8 nacelles sont utilisées pour le lessivage et le dépolissage des caisses, à l'opération de peinture.

Un complexe de remise en état des caisses

Cet atelier se compose de deux voies équipées de passerelles permettant aux opérateurs de retirer les films de protection antigraffitis endommagés et d'effectuer des travaux de réparation sur les toitures des véhicules. Elles sont utilisées aussi pour la réfection des sols des véhicules.

Un atelier de préparation

Une voie équipée de 2 nacelles est utilisée pour le rebouchage et l'enduisage ainsi que pour le marouflage (masquage des parties à protéger, fenêtres, portes, etc.).

Un atelier de corindonnage

Les carrosseries fortement oxydées sont mises à nu par projection d'abrasif. Deux nacelles élévatrices sont équipées de grenailleuses qui permettent par l'intermédiaire d'une buse souple munie d'une brosse, de projeter du corindon sur la face à traiter. Le corindon est récupéré avec les déchets par aspiration, puis recyclé.



Cabine de peinture des caisses.

RATP - SG - Roy

Un atelier de finition et de protection "anti-graффitis"

Cet atelier permet de réaliser des retouches de peinture après le remontage complet des véhicules. Il assure également la pose des films de protection antigraffitis.

Un hall d'échange

Il comprend une voie unique d'entrée et de sortie de voitures.

UN COMPLEXE DE PEINTURE DES PIÈCES DÉTACHÉES DE 1 360 M²

Ce complexe est divisé en deux zones.

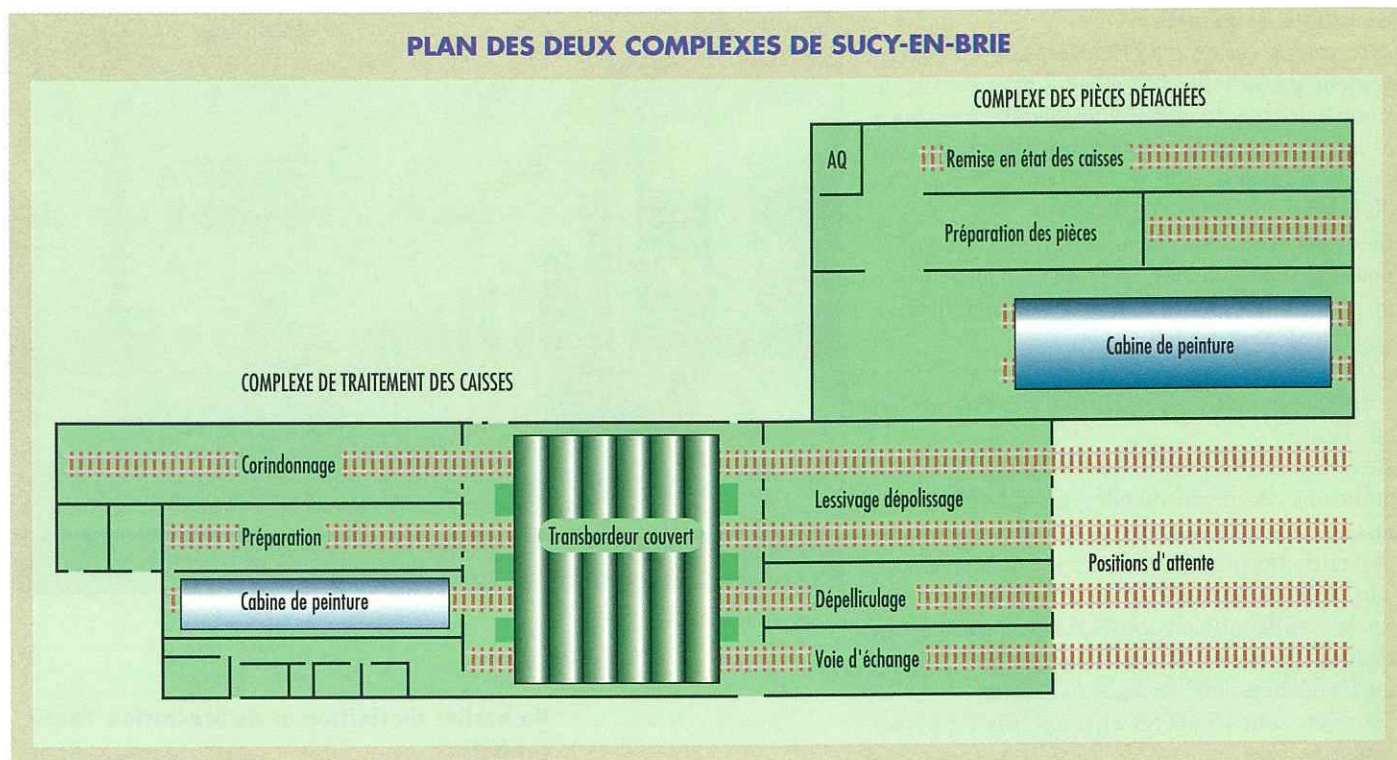
Un atelier de préparation des pièces détachées. Dans cette zone, les pièces détachées sont lessivées et poncées avant l'application de la peinture.



Préparation de mise en peinture d'une voiture de métro.

RATP - SG - Martignette

PLAN DES DEUX COMPLEXES DE SUCY-EN-BRIE



RATP - SG - Marguerite

Mise en peinture d'une voiture et de ses portes.

Un atelier de peinture des pièces détachées. Sur une surface de 1028 m², cet atelier est composé :

- d'une cabine de type humide ;
- d'un convoyeur de 160 m muni de 30 palonniers qui achemine les pièces à peindre dans la cabine ;
- d'une étuve qui permet d'accélérer le séchage des pièces peintes ;
- d'une zone de chargement et de déchargement.

Les deux complexes de peinture sont reliés à une centrale d'aspiration pour l'utilisation des ponçuses.

DES ACTIVITES MULTIPLES

Depuis sa date d'ouverture, l'atelier de peinture de Sucs-en-Brie a peint 76 véhicules, se décomposant en :

- 55 voitures MF67 Ligne 9 rénovées ;
- 3 voitures MF67 Ligne 3 bis rénovées ;

- 2 voitures MS61 rénovées ;
- 4 bus articulés PR 180 rénovés.

De plus, des interventions ponctuelles ont été effectuées :

- 4 voitures MI et 2 voitures MS 61 ont été réparées ;
- 12 véhicules de maintenance industrielle repeints ;
- 3 voitures MF67 L5 réparées pour l'atelier de Choisy MRF ;
- une camionnette de société peinte en sous-traitance pour ERCM ainsi que les voussoirs du matériel MF67, des pièces pour le MI2N, et les plafonds pour la rame prototype du MP73 ;
- 14 000 pièces venant des matériels RER, métro et sous-traitance ont été peintes sur la chaîne de peinture.

Il est à noter qu'en répondant à l'appel d'offres européen lancé par la RATP, l'atelier de Sucs-en-Brie a obtenu une partie du chantier de rénovation du matériel de la ligne 9 du métro (voir *Savoir-Faire* n° 16 du 4^e trimestre 1995).

Cette efficacité s'est également traduite en janvier 1997 par la Certification AFAQ ISO 9002 de l'activité de rénovation des matériels ferroviaires et routiers (peinture, habillage et équipements).

La mise en concurrence a permis aux opérateurs de démontrer leur efficacité, moyennant la mise à disposition d'installations modernes et performantes.

Les activités futures. Comme aujourd'hui, la charge de travail de l'atelier de peinture sera, à l'avenir, principalement constituée de rénovations de voitures RER et métro.

AUTOBUS : **LA CHARGE ÉTANCHE EN CARBURANT**

Inspirée du système utilisé en Formule 1, la charge étanche en carburant, testée actuellement au centre bus d'Asnières, assure un remplissage propre et rapide des réservoirs des autobus. L'évacuation, hors du poste de travail, des vapeurs de gazole, améliore également les conditions de travail de l'opérateur effectuant les opérations de charge en carburant.

BUSES: **AIR TIGHT FUEL PUMPING**

Inspired by the system used in Formula 1 and currently being tested by the Asnières bus depot Air tight fuel pumping, ensures clean and fast fuel pumping into bus fuel tanks. Placing the fuel exhausts outside the work site, also improves working conditions for the operator who does the fuel pumping.

BUS: **AUFTANKEN DURCH HERMETISCHE SCHWERKRAFTZUFÜHRUNG**

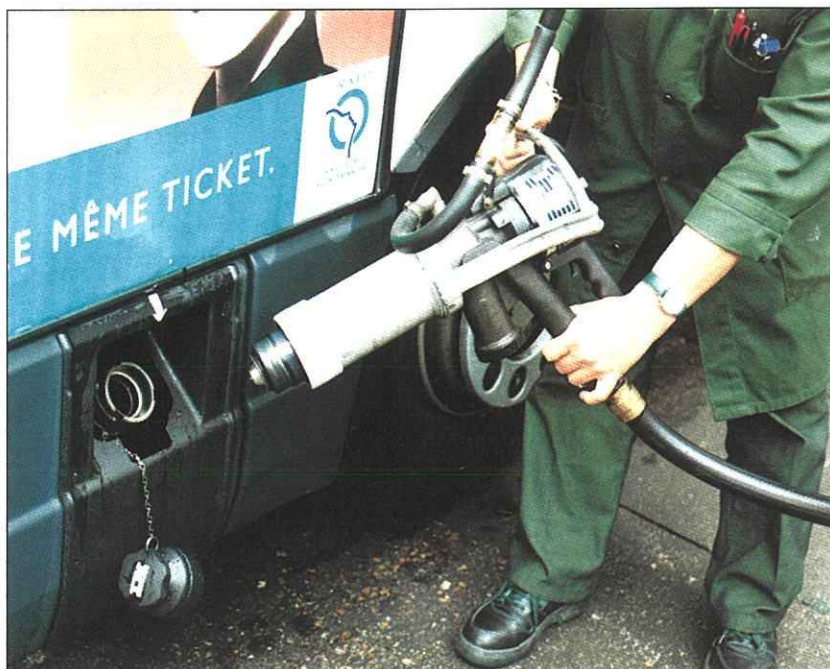
Das Verfahren lehnt sich an das in der Formel 1 benutzte Verfahren an und wird zur Zeit im Busdepot Asnières getestet. Wie sich gezeigt hat, gewährleistet das Verfahren ein sauberes und schnelles Auffüllen der Bustanks. Die Ableitung der Dieselmotordämpfe außerhalb des Arbeitsplatzes verbessern die Arbeitsbedingungen des für das Auftanken der Fahrzeuge zuständigen Mitarbeiters.

AUTOBÚS: **LA CARGA IMPERMEABLE EN CARBURANTE**

La carga impermeable en carburante se ha inspirado en el sistema utilizado en Fórmula 1. Hoy en día se le está probando en el centro de autobuses de Asnières, asegurando un llenado limpio y rápido de los tanques de autobuses. La evacuación fuera del puesto de trabajo, de los vapores de gas oil, mejora asimismo las condiciones de trabajo del operador que efectúa las operaciones de carga en carburante.

AUTOBUS

La charge étanche en carburant



RATP - SG

par Jean-Pierre Chevalier,
Département du Matériel Roulant Bus

Chaque année, plus de 680 000 hl de gazole sont nécessaires aux 3 900 autobus répartis dans les 23 centres bus de la RATP pour effectuer 142 millions de km. Au département Matériel Roulant Bus (MRB), l'entité "Équipements industriels" expérimente un nouveau type de charge en carburant sur 23 bus R 312 et 63 SC 10 au centre bus d'Asnières.

Inspiré du principe utilisé par toutes les écuries de Formule 1 pour faire le plein de carburant durant la course, il optimise le remplissage du réservoir sans débordement de gazole sur la chaussée.

LA CHARGE EN CARBURANT **AUTOBUS**

Tous les soirs, chaque autobus rentre dans son centre d'affectation. Il stationne 1 minute 30 environ dans le hall d'entrée avant de rejoindre sa place de remisage : la charge en carburant s'effectue alors durant les opérations de dépoussiérage, de l'intérieur du véhicule.



RATP - SG -

Centre bus d'Asnières : postes de charge en carburant.
A droite, le pistolet standard ; à gauche, le pistolet de charge étanche.

Sur certains autobus, et sur le R 312 en particulier, la charge en carburant est une opération complexe. La position du point de remplissage, très basse sur le véhicule, ne permet pas un bon écoulement du gazole vers le réservoir et la charge en carburant est souvent interrompue avant son terme.

De plus, de petites quantités de carburant sont fréquemment projetées sur la piste.

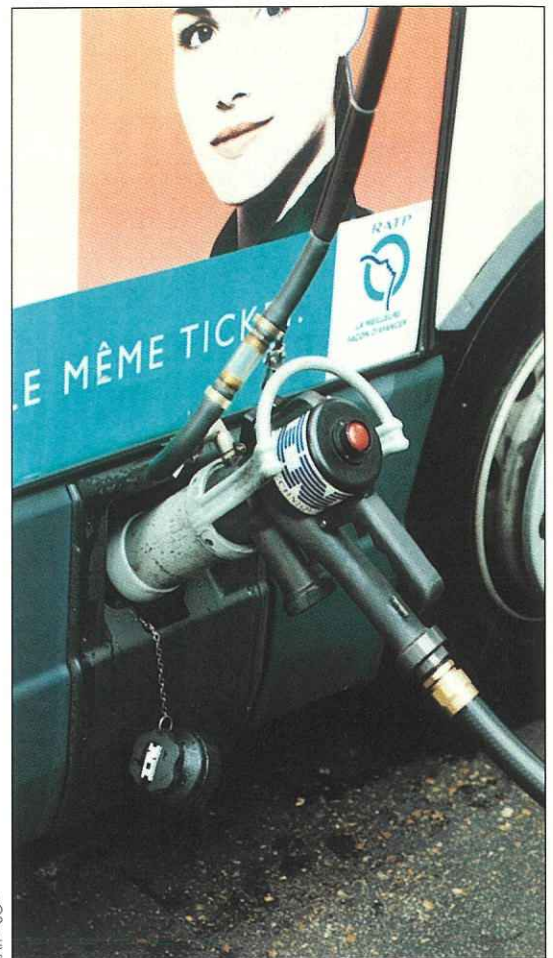
LA CHARGE ETANCHE : POURQUOI ?

Aujourd'hui, aucune réglementation n'exige la récupération des vapeurs d'hydrocarbure pendant les opérations de charge en carburant.

Cependant, dans le cadre d'une possible évolution des normes, le département MRB effectue, depuis plusieurs années déjà, des recherches pour canaliser les vapeurs de gazole et les éloigner du poste de charge.

Des essais ont déjà été réalisés sur des autobus de la RATP avec deux systèmes, l'un d'origine canadienne et l'autre d'origine hollandaise. La masse du pistolet de charge ou la complexité de la modification des véhicules ont mis un terme à la poursuite de ces expérimentations.

"Le département MRB effectue, depuis plusieurs années déjà, des recherches pour canaliser les vapeurs de gazole et les éloigner du poste de charge."



RATP - SG -

Le pistolet verrouillé sur le véhicule, avec, en partie haute, le tuyau d'évacuation des vapeurs.

Une société française "Intertechnique", spécialisée dans la charge étanche des voitures de Formule 1, a proposé à la RATP d'étudier en partenariat avec elle, un système conforme à ses besoins.

Les attentes et les contraintes de la RATP

Le système étudié devait permettre :

- d'éloigner les vapeurs de gazole du poste de travail de charge en carburant ;
- d'améliorer, quantitativement, le remplissage des réservoirs des autobus (seuil minimum de remplissage fixé à 80 %) ;
- de supprimer toute projection de carburant (protection de l'environnement et gaspillage) ;
- de ne pas déformer les réservoirs de carburant des autobus (suppression inférieure à 0,1 bar).

La fréquence des opérations de maintenance des autobus est liée à la consommation en carburant, il est donc important de connaître les quantités exactes de gazole délivrées à chaque véhicule. Cette contrainte interdit d'utiliser le principe de remplissage des véhicules de Formule 1 avec retour de l'excédent de carburant dans la cuve d'approvisionnement.



ATP - SG - Roy

Charge de carburant avant la mise en place du nouvel équipement.

“Le déverrouillage intempestif du pistolet au cours du remplissage entraîne l’arrêt automatique du pistolet par libération de la gâchette.”

Le débit crée une dépression qui maintient le pistolet en position ouverte.

Quand le liquide remonte dans la goulotte de l'autobus et arrive en contact avec le détecteur de fin de plein du pistolet, ce dernier se ferme automatiquement.

C'est la détection de liquide au niveau du pistolet et non la détection de surpression dans le réservoir qui déclenche l'arrêt automatique.

Le déverrouillage du pistolet assure sa parfaite étanchéité.

Sécurités complémentaires

En cas de problème lors du remplissage, un arrêt d'urgence de type “bouton coup de poing” est prévu sur l'arrière du pistolet. Il suffit que l'opérateur appuie sur ce “coup de poing” pour arrêter instantanément le débit de carburant.

Le déverrouillage intempestif du pistolet au cours du remplissage entraîne l'arrêt automatique du pistolet par libération de la gâchette.

Lors du fonctionnement normal du pistolet, le réservoir de l'autobus se remplit à 90 % environ. Si l'opérateur réalise des compléments de pleins, une montée de carburant dans la tuyauterie de vapeur peut créer une surpression dans le réservoir. Lorsque celle-ci atteint environ 100 mb, une sécurité désaccouple la gâchette. Il devient alors impossible de commander l'ouverture de la soupape.

Un dispositif permet de purger le pistolet et la tuyauterie de vapeur.

BILAN DE L'EXPERIMENTATION

Le système étudié par Inter technique et expérimenté au centre bus d'Asnières ne nécessite pas de modification importante des installations.

Sur le véhicule, le remplacement du bouchon d'obturation de la goulotte de remplissage coûte moins de 2 kF par véhicule.

Le coût de la modification de l'installation de distribution de carburant, incluant l'adaptation des 2 postes de charge existants, et l'installation des pistolets et des équilibreurs de maintien, est inférieur à 100 kF.

Après une période d'adaptation de plusieurs mois, le système donne actuellement entière satisfaction aux utilisateurs. Le taux de remplissage des réservoirs atteint 90 à 95 % sans risque de débordement sur la piste.

PRESENTATION DE L'EQUIPEMENT PROPOSE

Sur le véhicule, le bouchon d'origine d'obturation de la goulotte de remplissage est remplacé par un bouchon à fermeture rapide verrouillable par rotation de 45°.

Le poste de charge, standard, est équipé d'un pistolet conçu par Inter technique : il est muni d'un bec verseur à arrêt automatique et à récupération des vapeurs.

Aucune modification du circuit de carburant interne à l'autobus n'est nécessaire. La connexion du pistolet assure l'étanchéité vers l'extérieur.

Les vapeurs récupérées sont évacuées en partie haute, hors du poste de travail.

L'arrêt du remplissage est automatique.

Une sécurité assure une protection contre la montée en pression du réservoir.

Principe de fonctionnement

Après ouverture du bouchon du réservoir de l'autobus, le pistolet est connecté à la place du bouchon.

Le verrouillage du pistolet, par rotation de 45°, autorise mécaniquement le déclenchement la gâchette.

EXPÉRIMENTATION :
POUR UNE MEILLEURE ACOUSTIQUE DANS LES STATIONS
 La bonne compréhension des messages diffusés sur les quais du métro est essentielle pour le confort et la sécurité des voyageurs. Par la mise en place de résonateurs corrigeant les réverbérations excessives, masquantes pour la parole, et par optimisation de la sonorisation, une intelligibilité des annonces proche de 100 % a été obtenue dans une station souterraine.

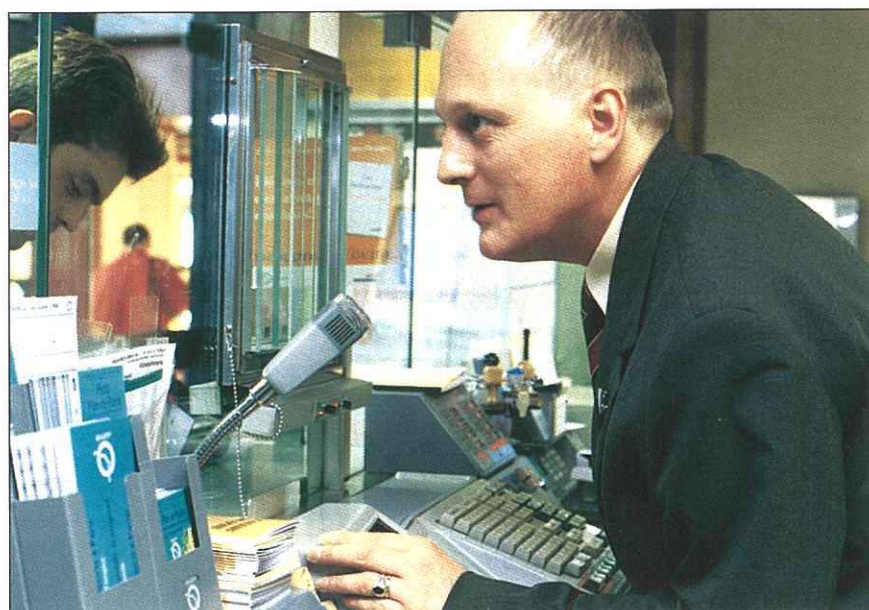
EXPERIMENTATION:
TOWARDS HIGHER QUALITY ACOUSTIC SOUND IN STATIONS
 For their comfort and safety, passengers must be able to clearly hear messages broadcast on the metro platforms. An experiment employing resonators to correct excessive reverberations which had been masking voice, in an attempt to achieve optimal sound quality, has led to scores close to 100 % in tests on announcement intelligibility.

EXPERIMENTE:
BESSERE AKUSTIK IN DEN STATIONEN
 Ein problemloses Verstehen der Mitteilungen, die über Lautsprecher auf den Bahnsteigen der U-Bahnstationen ausgegeben werden, ist für den Komfort und die Sicherheit der Fahrgäste wesentlich. Mit der Einrichtung eines Resonators, der übermäßigen und die Worte überdeckenden Nachhall korrigiert und durch die Optimierung der Beschallung konnte in einer U-Bahnstation eine Verständlichkeit der Ansagen von fast 100 % erreicht werden.

EXPERIMENTACION:
PARA UNA MEJOR ACUSTICA EN LAS ESTACIONES
 La buena comprensión de los mensajes difundidos en los andenes del metro es esencial para el confort y la seguridad de los pasajeros. Mediante la instalación de resonadores que corrigen las reverberaciones excesivas, que enmascaran la voz, y la optimización de la sonorización, se ha obtenido que los anuncios sean inteligibles en un 100% en una estación subterránea.

EXPERIMENTATION

Pour une meilleure acoustique dans les stations



RATP - SG - Marguerite

par Jacqueline Lizerand,
 Département Environnement et
 Sécurité

Il est d'observation courante que les volumes de grandes dimensions et de formes arrondies, qu'ils soient clos en tout ou partie, favorisent les comportements acoustiques spécifiques. Les architectes en ont quelquefois tiré parti (temples du Soleil et de la Lune à Pékin, théâtres grecs...) mais le plus souvent ont dû s'accommoder des contraintes, avec pour conséquence une acoustique excessivement colorée et réverbérante (cathédrales gothiques) peu compatible avec une sonorisation simple (halls des gares ferroviaires). Partant du constat que les stations à section elliptique du métro procurent une intelligibilité globale inférieure à 50 % pour les messages à contenu sémantique diffusés par la sonorisation, un programme de recherche a été établi pour :

- corriger les caractéristiques acoustiques de l'ouvrage dans le domaine fréquentiel de la parole ;
- redéfinir la sonorisation pour optimiser l'intelligibilité.

REDUIRE LA REVERBERATION, C'EST AMELIORER LA COMPREHENSION

L'intelligibilité est très directement liée à l'émergence du message sonore sur le bruit ambiant. La réduction des réverbérations excessives constatées en basses fréquences (voir graphique 1), domaine des formants de la parole, est la première correction à apporter.

Méthodes classiques

Les dispositifs de correction acoustique classique, dite correction passive, dissipent l'énergie sonore sous forme de chaleur par frottement au contact des absorbants fibreux, ou la transforment en énergie mécanique dans l'effet "membrane".

L'anti bruit

En revanche, le principe du résonateur à cavité accordée tel qu'il a été appliqué à la station Boissière de la ligne 6 du métro, repose sur la notion de correction active. Lorsqu'une onde plane incidente de fréquence accordée à celle du résonateur arrive contre la paroi, celui-ci réémet instantanément une onde sphérique en opposition de phase (-180°) neutralisant en partie le signal incident et réduisant en proportion le niveau global. Ce même principe fut appliqué entre autres dans les théâtres grecs et les églises romanes puis, plus récemment au musée d'Orsay où 40000 résonateurs ont été intégrés à la voûte.

REALISATION

Correction de l'acoustique architecturale par résonateurs

L'expérimentation s'est déroulée sur les quais de la station Boissière, station retenue pour sa forme caractéristique et sa fréquentation modérée.

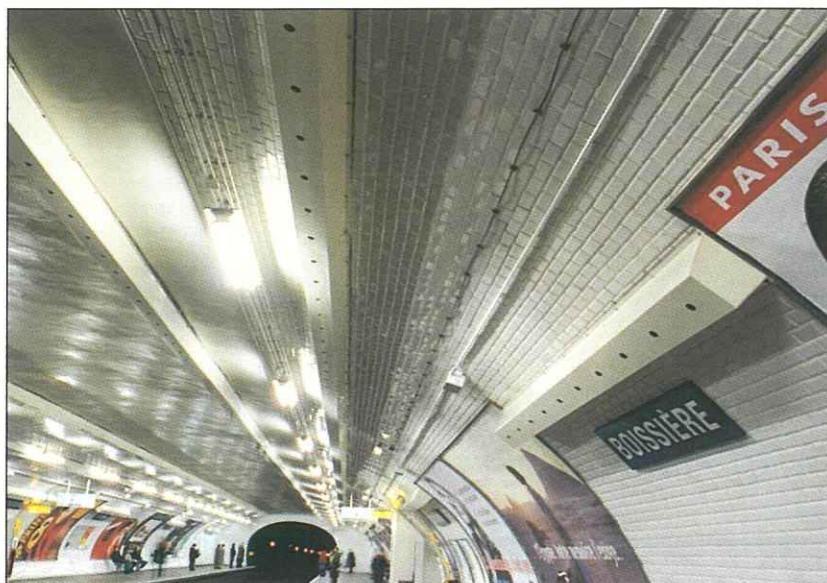
Les résonateurs, au nombre de 860 et accordés sur les fréquences 80-100-125-160 & 200 Hz, sont incorporés dans six bandeaux longitudinaux disposés à proximité de la zone d'écoute, c'est-à-dire au-dessus de chaque quai (photo ①).

Ils comportent des cavités allant de 0,5 à 6 litres couplées à la salle (station) par des "cols" de petit diamètre (50 mm) et de longueurs variables de 30 à 70 mm.

La fabrication des bandeaux à l'atelier de chaudronnerie du département du Matériel Roulant Bus (MRB) à Championnet a été réalisée en respectant la répartition des résonateurs définie par un modèle mathématique spécifique (photo ②) ; seuls apparaissent les trous de 50 mm à la surface des bandeaux.

La mise en place, nécessairement délicate par la nécessité de respecter un ordre de succession des modules, a été exécutée sous la responsabilité du département des Infrastructures et Aménagements (ITA) (photo ③).

La présence de ces résonateurs conduit à une réduction spectaculaire des durées de réverbé-



RATP - SG - Minoli

① Répartition des 860 résonateurs en station.



RATP - SG - Roy

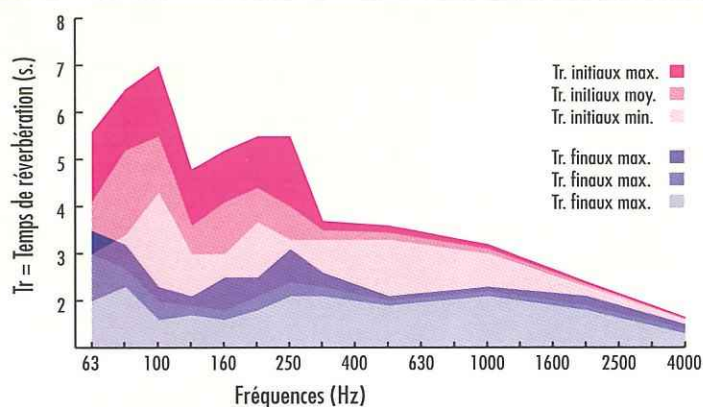
② Fabrication des bandeaux à l'Atelier de chaudronnerie (MRB) de Championnet.



RATP - SG - Roy

③ Fixation d'un module de 10 résonateurs.

STATION BOISSIÈRE : TEMPS DE RÉVÉBERATION, AVANT ET APRÈS TRAITEMENT



tion sur tout le spectre sonore mais tout spécialement aux basses fréquences et à une augmentation de l'intelligibilité globale au-delà de 80 %.

Amélioration de la sonorisation

Dans un deuxième en temps, en collaboration avec les spécialistes du département des Systèmes d'Information et de Télécommunication (SIT), la sonorisation a été repensée et modernisée par l'usage de composants plus performants mais surtout par l'emploi de haut-parleurs dont la position, l'orientation et le nombre ont permis d'obtenir un champ sonore homogène de qualité.

L'intelligibilité résultante avoisine les 100 %, ce qui signifie que tout message diffusé sur les quais, quelles que soient les conditions sonores existantes (évolutions de rames, échanges...) et le locuteur (habitué ou non à s'exprimer par la sonorisation, situation d'urgence, stress...) sera immédiatement et intégralement compris par la plupart des voyageurs.

On conçoit donc tout l'intérêt d'un tel dispositif aussi bien sous l'angle de la sécurité des voyageurs que sous celui de la qualité de l'information et, éventuellement, d'une ambiance musicale.

CONFIRMATION DU RESULTAT TECHNIQUE PAR L'APPRECIATION DES UTILISATEURS

Le constat technique désormais satisfaisant, il importait d'y ajouter le ressenti, sentiment subjectif, du voyageur comme de l'exploitant. C'est avec cet objectif qu'une étude psychoacoustique, travail d'enquête sur le terrain, fut réalisée.

Les questionnaires, mini-entretiens ou entretiens approfondis se déroulèrent à la station Boissière et à la station Edgar Quinet, deux stations dites calmes, de configurations architecturales similaires, la seconde sans résonateurs et équipée d'une sonorisation standard. Pour permettre aux interviewés de percevoir la qualité sonore, sur les quais des deux stations, furent diffusés des messages simples d'interdiction de fumer et des messages plus complexes sur les avantages temporaires de la Carte Orange.

D'une façon globale, les résultats de l'enquête affichent deux grandes tendances en faveur de la station Boissière : une moindre gêne des différentes sources de bruit⁽¹⁾ et un ressenti de l'environnement sonore plus positif, même si ce résultat n'est pas toujours exprimé consciemment.

Messages mieux compris à Boissière

Les voyageurs de la station Boissière paraissent mieux comprendre les messages diffusés et témoignent d'un relatif mieux-être général dans leur station ; ils ressentent une plus grande prise en considération de leur ressenti et attendent à ce niveau une intervention plus large de la RATP car cette action participe à un "mieux-être sécurisé".

L'appréciation du personnel

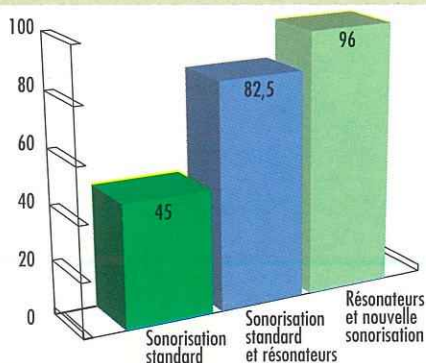
Les agents de station n'ayant pas de retour par les voyageurs, c'est au travers de la valorisation de l'image de la RATP qu'ils en perçoivent tout l'intérêt.

(1) Sources de bruit :

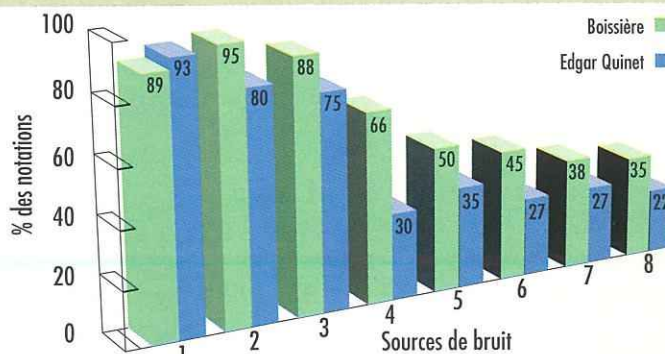
- 1 placard électrique sur le quai
- 2 pas sur le quai
- 3 voix
- 4 fermetures des portes

- 5 départ des trains quai opposé
- 6 arrivée des trains quai opposé
- 7 arrivée des trains quai proche
- 8 croisement des trains en station

% D'INTELLIGIBILITÉ SUR LES QAIS DE BOISSIÈRE



% DES NOTATIONS DE MOINDRE GÊNE DES DIFFÉRENTES SOURCES DE BRUIT





COUT ET APPLICATIONS

La validation des principes retenus par la réalisation du prototype de Boissière s'est traduite par l'implantation de bandeaux de résonateurs longitudinaux continus ou interrompus sur la paroi de la station. A l'avenir, le principe du résonateur accordé devrait s'appliquer judicieusement aux ouvrages nouveaux ou faisant l'objet d'une rénovation pour lesquels l'intégration pourrait être réalisée dans la paroi elle-même ou dans son parement (type Musée d'Orsay).

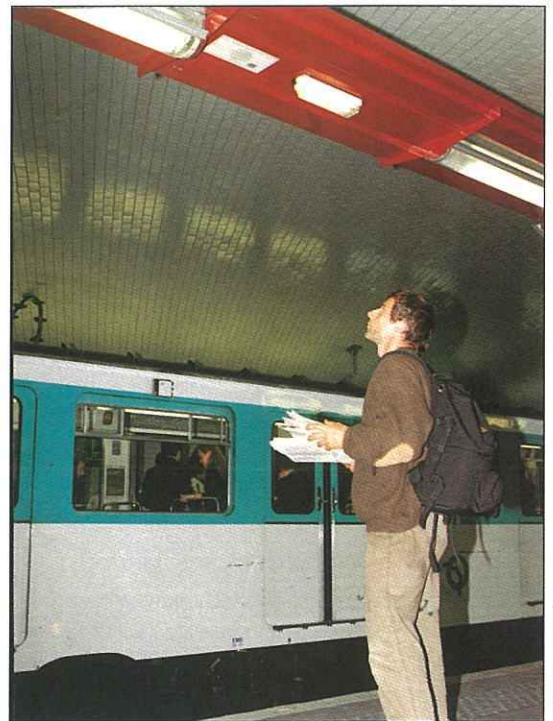
Dans cette optique, les réductions de coûts seront d'autant plus importantes que l'utilisation de moules pour la fabrication en série des résonateurs deviendra possible.

De plus, il importe de souligner que les résonateurs ne nécessitent aucune maintenance ni entretien particulier.

PERSPECTIVES

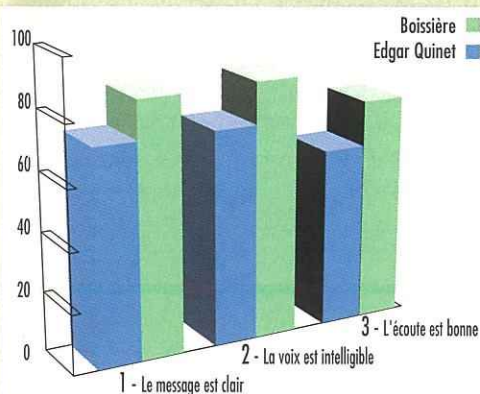
La RATP dispose désormais d'un principe technique entièrement validé qui permet d'obtenir à coup sûr une bonne intelligibilité dans des emprises souterraines fréquentées par le public, ce qui, en terme de sécurité, est une contribution essentielle.

Une enquête auprès des utilisateurs, personnel de station et voyageurs, a permis d'apprécier le res-



La bonne compréhension des messages diffusés sur les quais est essentielle pour le confort et la sécurité des voyageurs.

% DE RÉPONSES DE PERCEPTION



senti subjectif en termes de confort d'écoute ou d'identification sonore. L'application de ce principe est cependant subordonnée à une étude acoustique préalable pour déterminer les "besoins", ce qui sous-entend une correction acoustique *a posteriori*. Pour permettre d'anticiper la démarche, dès le stade du projet, une recherche est actuellement engagée qui vise à intégrer cet acquis dans un logiciel de définition des caractéristiques de sonorisation procurant la meilleure intelligibilité possible.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE :

- J. Leguy - Correction acoustique par résonateurs - Société Française d'Acoustique / Groupe d'Acoustique Architecturale. 17/10/1990.
- B. Doumayrou et D. Koslowski - Evaluation voyageurs de l'expérimentation d'optimisation sonore de la station Boissière - ACE MARKETING, 14/6/1997.
- M. Colline et J. Lizerand - Faits marquants 1995 - Recherche et Développement mission Recherche.

TECHNOLOGIE : LES DIVERS SYSTÈMES D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE DES MÉTROS (1^{re} partie)

Pour renforcer l'attractivité des transports en commun, la RATP met en place de nouvelles méthodes d'exploitation et modernise ses stations. Ces diverses actions s'accompagnent d'un accroissement de la demande énergétique, et la RATP doit adapter en conséquence son propre réseau de distribution d'énergie. C'est ainsi qu'une délégation du département Équipements et des Systèmes Électriques s'est rendue aux États-Unis et en Asie auprès de huit grands métros, pour voir comment ces problèmes étaient résolus. Le présent article, dont voici la première partie, relate les diverses informations recueillies au cours de cette mission.

TECHNOLOGY: VARIOUS ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS (PART 1)

RATP is introducing new operating methods and modernising stations in an attempt to render public transport more attractive. Such initiatives go hand in hand with an increased demand for power. RATP will have to adapt its company power supply network accordingly. A team from the electrical equipment systems department visited eight major metro networks around The United States and Asia to see how they resolved this kind of problem. This article, part one, outlines information gathered in the course of the team's mission.

TECHNOLOGIE: VERSCHIEDENE SYSTEME FÜR DIE STROMVERSORGUNG (1. Teil)

Um die Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs weiter anzuheben, führt die RATP neue Betriebsmethoden ein und modernisiert ihre Stationen. Mit diesen Aktionen verbunden ist eine Steigerung des Energiebedarfs und die RATP ist gezwungen ihr eigenes Energieversorgungsnetz den neuen Gegebenheiten anzupassen. Eine Gruppe von Mitarbeitern aus der Abteilung "Ausrüstungen und Elektrosysteme" besuchte daher in den USA und in Asien acht große Verkehrsbetriebe um vor Ort zu sehen wie die Probleme gelöst wurden. Der 1. Teil des Artikels berichtet von den verschiedenen Informationen, die auf dieser Studienreise gesammelt wurden.

TECNOLOGÍA: DIVERSOS SISTEMAS DE ALIMENTACION ELÉCTRICA (1era. parte)

Para reforzar el carácter atractivo de los transportes colectivos, la RATP está implementando nuevos métodos de operación y modernizando sus estaciones. Estas diversas acciones van junto con un incremento de la demanda energética, y la RATP debe adaptar en consecuencia su propia red de distribución de energía. Es así como una delegación del departamento de Equipamientos y de Sistemas Eléctricos fue a los Estados Unidos y a Asia para ver ocho grandes metros, por lo que aquí presentamos la primera parte, y vemos de qué manera se resolvieron dichos problemas. El presente artículo relata las diversas informaciones recogidas durante esta misión.

TECHNOLOGIE

Les divers systèmes d'alimentation électrique des métros



RATP - SG - Roy

① Poste de commande du réseau d'énergie RATP (PCE).

Par Charles Venard,
Département des Équipements
et des Systèmes Électriques

Pour garantir la continuité de service d'un système de transport ferré où s'effectuent près de six millions de voyages par jour, pour une bonne partie en zone souterraine, la RATP dispose d'un réseau d'énergie électrique spécifique. Ce dernier s'est constitué au fil du temps en fonction de l'étendue des zones desservies, de l'offre de transport et des possibilités locales de fourniture de l'énergie (cf. *Savoir Faire* n° 17 et n° 18). Compte tenu des perspectives d'évolutions futures et surtout des actions de modernisation des stations pour renforcer l'attractivité des transports en commun en région parisienne, le département des Équipements et des Systèmes Électriques (ESE) procède actuellement à une réflexion sur les modalités d'alimentation de nouveaux équipements et les moyens à mettre en œuvre pour limiter leurs coûts et faciliter leur maintenance. Dans ce but, une mission de deux

FIG.1 - LONGUEUR DE LIGNES EXPLOITÉES PAR LE RÉSEAU

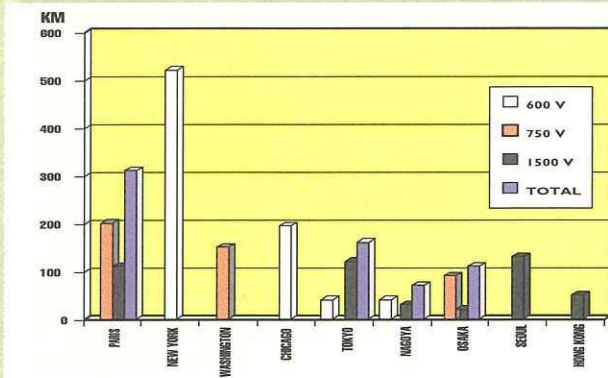
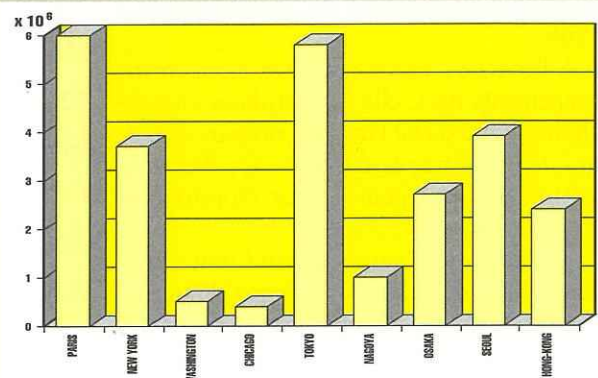


FIG.2 - NOMBRE DE VOYAGES EFFECTUÉS PAR JOUR



ingénieurs du département ESE s'est rendue (octobre-novembre 1995) aux États-Unis et en Asie auprès de grands métros étrangers pour voir comment ces problèmes étaient résolus et les techniques utilisées.

Le présent article, après une présentation très générale des réseaux visités, se propose dans une deuxième partie de montrer les particularités de chacun d'eux. Dans un prochain numéro de *Savoir-Faire*, il sera procédé à une étude comparative des principaux paramètres électriques et à leur exploitation.

PRESENTATION GENERALE

Les réseaux visités :

Aux États-Unis :

- New York : New York City Transit Authority (NYCTA)
- Washington : Washington Metropolitan Area Transit Authority (WMATA)
- Chicago : Chicago Transit Authority (CTA)

Au Japon :

- Tokyo : Tokyo Teito Rapid Transit Authority (TRTA)
- Nagoya : Subway System Transportation Bureau City of Nagoya

- Osaka : Osaka Municipal Transportation Bureau Subway

En Corée :

- Séoul : Séoul Metropolitan Subway Corporation (SMSC)

À Hong Kong :

Hong Kong Mass Transit Railway Corporation.

Leurs caractéristiques générales

Les graphiques des figures 1 et 4 permettent de comparer entre eux les réseaux visités quant à l'étendue des zones desservies (figure 1, longueur des lignes exploitées), à leur fréquentation (figure 2, nombre de voyages effectués par jour ouvrable), à leur capacité de transport offerte (figure 3, nombre de voitures-kilomètres par an) et à leur consommation d'énergie correspondante (figure 4, consommation d'énergie électrique annuelle).

Comme on le voit, les situations sont très contrastées. Les besoins en fourniture d'énergie sont de deux types :

- d'une part, l'énergie nécessaire au mouvement des trains : l'alimentation en traction électrique ;
- d'autre part, l'énergie indispensable au fonctionnement des équipements fixes : l'éclairage force.

FIG.3 - NOMBRE DE VOITURES-KM PAR AN

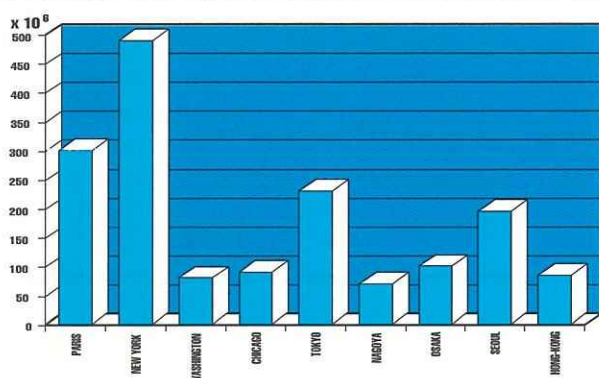
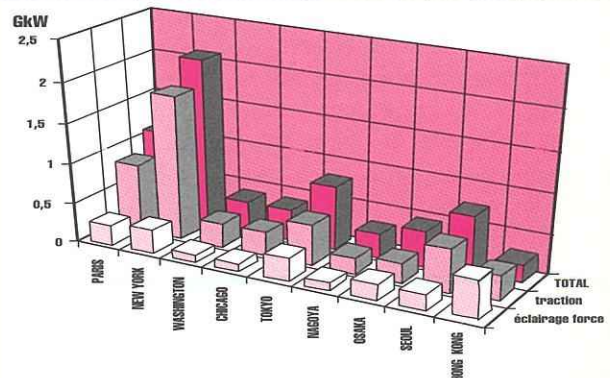


FIG.4 - CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ANNUELLE



Hormis le cas de la ligne du New Tram à Osaka, tous les réseaux ferrés de type métro, utilisent la traction électrique à courant continu 750 Volts ou 1 500 Volts.

Quant à l'énergie nécessaire au fonctionnement des équipements fixes, elle est distribuée en courant alternatif (50 ou 60 Hz) à des niveaux de tension qui dépendent de la puissance appelée et de la position de l'équipement par rapport à sa source.

La consommation d'énergie dépend non seulement du nombre de voitures-kilomètres, lui-même fonction de l'étendue du réseau, de la capacité des trains (longueur, grand ou petit gabarit), du nombre de tours effectués, mais également de la nature et de la constitution des installations fixes (souterrain/aérien, longueur des quais, ventilation, climatisation...). Dans ce contexte, avec un réseau deux fois moins étendu que celui de New York, le métro de Paris, de par son taux de fréquentation, arrive en tête devant celui de Tokyo, mais, par contre, sur le plan énergétique, Paris arrive en deuxième position. Par ailleurs, il y a lieu de noter la part importante, voire prédominante pour le métro de Hong Kong, de la consommation d'énergie correspondant à l'éclairage force (figure 4) due en bonne partie à la climatisation des stations.

Enfin, il faut signaler le rapide développement du réseau de Séoul où circulent, en heures de pointe, des trains de 10 voitures à grand gabarit, donc à comparer à notre réseau RER, et avec une fréquentation plus importante.

La fourniture d'énergie électrique

Indépendamment des sources de secours, l'énergie est fournie par la (ou les) compagnie(s) locale(s) d'électricité. Le niveau de branchement résulte d'une bonne adéquation des capacités du fournisseur local d'énergie aux exigences d'un réseau de transport ferré, très souvent en souterrain, à savoir offrir une grande disponibilité, être capable de supporter des fluctuations de charges importantes liées aux démarrages successifs des trains, avec quelquefois des superpointes de courant dues à la superposition de plusieurs démarrages, et accepter les perturbations harmoniques engendrées par la conversion du courant alternatif en courant continu pour la traction électrique.

À ces contraintes d'ordre électrique, il faut en adjoindre d'autres, d'ordre économique, telles que le coût d'achat du kilowatt-heure, les distances entre les postes sources du fournisseur et les points de livraison, les superficies de terrain pour y implanter les stations de conversion ou de transformation. Celles-ci sont encore appelées sous-stations où sont parfois regroupés les équipements de redressement (pour la conversion du courant alternatif en courant continu) et les équipements d'alimentation des auxiliaires (pour l'abaissement de la tension).

“La consommation d'énergie dépend non seulement du nombre de voitures-kilomètres, lui-même fonction de l'étendue du réseau, de la capacité des trains du nombre de tours effectués, mais également de la nature et de la constitution des installations fixes.”

Les modalités de branchement au réseau local d'énergie

Seul le métro de Hong Kong, comme celui de Paris, prélève son énergie en très haute tension (132 kV). Ce qui nécessite la constitution d'un réseau de distribution de tension intermédiaire HTA 33 kV (15 kV à Paris) à partir duquel sont alimentés les équipements des sous-stations de redressement et auxiliaires.

Dans les autres réseaux visités, dans chaque sous-station, l'énergie est issue de deux branchements distincts (voire trois pour Séoul) en haute tension A (12.5 ou 13.6 ou 22 ou 34.5 kV) éventuellement en haute tension B (66 kV à Tokyo et 77 kV à Nagoya).

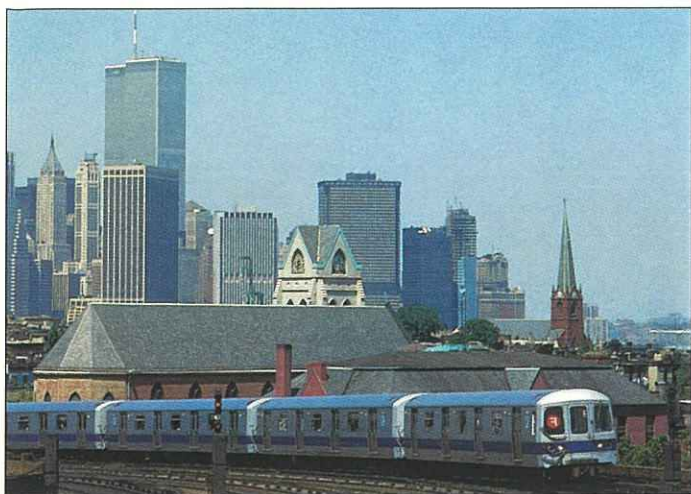
Schéma de principe d'une sous-station

Hormis quelques cas de sous-station monogroupe sur le métro de New York, toutes les sous-stations sont du type multigroupe, c'est-à-dire que la puissance appelée sur la sous-station est obtenue par le fonctionnement en parallèle de deux (voire trois) groupes convertisseurs. Chaque sous-station est reliée au réseau local d'énergie par deux feeders, l'un pouvant suppléer l'autre en cas de perte d'une arrivée. En aval de ces deux arrivées, l'agencement des équipements est assuré de manière symétrique.

En aval des groupes convertisseurs se trouvent les disjoncteurs de groupe qui permettent leur couplage sur la barre omnibus positive de la sous-station (barre couplée en son milieu par un disjoncteur normalement fermé uniquement sur les métros de New York et Chicago). De cette barre omnibus positive part l'ensemble de la distribution du courant continu sous 750 Volts ou 1 500 Volts.

L'alimentation des voies est du type séparé, chaque feeder de départ positif étant protégé par un disjoncteur traction. Sur les réseaux asiatiques, il est installé un disjoncteur supplémentaire de secours dont la mise en service s'effectue au travers d'un jeu de sectionneurs appropriés, par la télécommande à distance, et permet de le substituer à l'un des disjoncteurs de départ traction en cas de défaut de l'un d'eux.

De plus, en Asie, pour assurer le fonctionnement des équipements fixes des stations, on trouve également dans la sous-station, en aval des deux arrivées HTA, deux dérivations pour alimenter deux transformateurs abaisseurs à une tension intermédiaire comprise suivant les cas entre 3.3 kV et 11 kV. Celle-ci est ensuite distribuée au moyen d'un réseau de câble doublé dans les stations. Ils alimentent soit, directement, sous cette tension intermédiaire, les gros équipements tels que les centrales de froid, les ventilateurs, soit deux transformateurs abaisseurs en basse tension pour l'éclairage et la petite force motrice des tunnels, stations et accès.



② Vue du métro de New York.



③ New York - Sous-station de redressement (53^e Street - 18^e Avenue) - Tableau des disjoncteurs tractions : deux disjoncteurs de groupe 10 000 A, un disjoncteur de sectionnement 10 000 A, huit disjoncteurs départ traction 4 000 A.

LES SPECIFICITES DE CHAQUE RESEAU

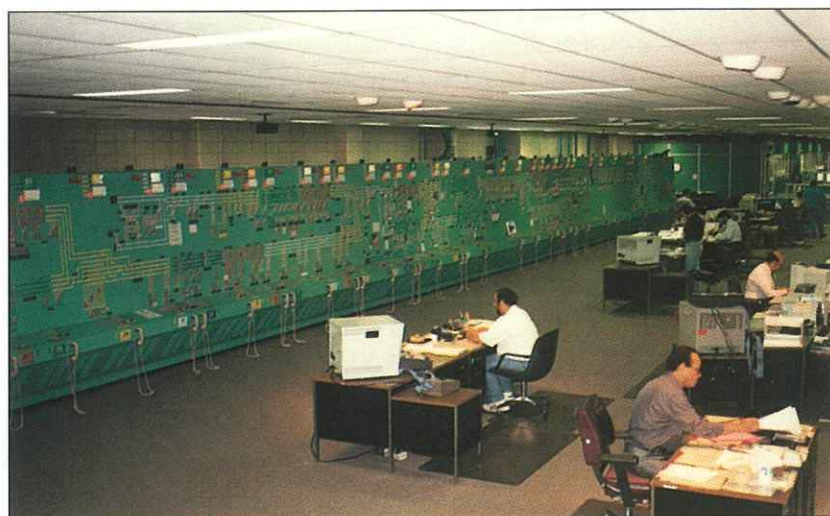
New York

Bien qu'un important effort ait été entrepris pour sa modernisation qui devrait s'étendre jusqu'à l'an 2000, le métro de New York, dont la première ligne date de 1904, compte encore des sous-stations de technologie ancienne. Sur 215 sous-stations, six sont encore équipées de commutatrices à commande manuelle et 25 à redresseurs à vapeur de mercure. Sur la photo ③ correspondant au tableau des départs traction de la sous-station située à l'angle de la 53^e Rue et de la 18^e Avenue, on voit que l'on a accès directement aux parties sous tension, sans aucune protection particulière. Alors qu'en France, depuis plus de cinquante ans, ces types d'équipements devraient être enfermés au moins dans des cellules grillagées avec accompagnement de divers systèmes de verrouillage, de façon à n'autoriser l'accès qu'après mise hors tension.

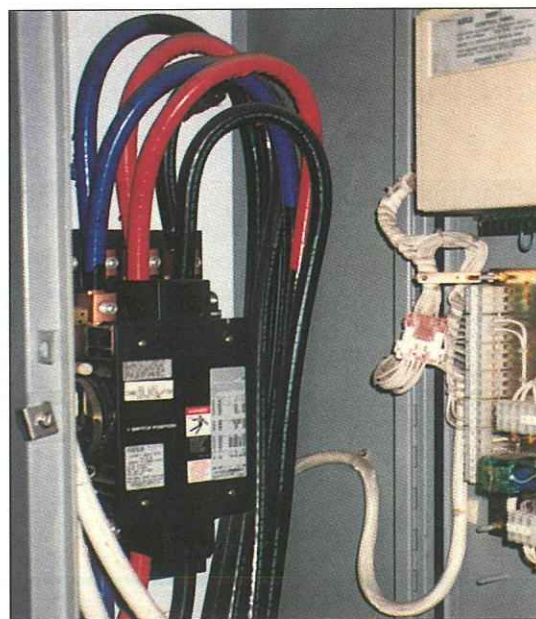
L'ensemble des sous-stations est télécommandé et télécontrôlé à partir d'un même local à l'aide d'un tableau de contrôle optique où figurent les schémas de voies et où sont disposés les boutons de commande et les voyants de contrôle des divers appareillages situés dans les sous-stations (voir photo ④).

Les sous-stations sont alimentées en 13.2 kV ou 26.4 kV - 60 Hz. Par contre, les équipements des stations prélèvent leur énergie directement sur le réseau basse tension de la compagnie locale, la Continental Edison.

Dans chaque station, il y a deux arrivées basse tension 208/120 V - 60 Hz, les contrats en BT (basse tension) pouvant être souscrits jusqu'à 1 000 kVA par point de branchement (alors qu'en France, ils sont limités à 250 kVA). Un poste éclairage force se trouve composé, de ce fait, de deux unités de comptage et d'un simple basculeur qui permet de transférer l'alimentation des équipements prioritaires sur l'une ou l'autre des arrivées (voir photo ⑤). En cas de perte de celles-ci, l'éclairage de secours est assuré par l'alimentation traction 600 Volts continu prélevée sur le troisième rail.



④ New York - Poste de commande des sous-stations (53^e Street - 18^e Avenue).



⑤ New York - Contacteur Continental Edison normal/secours sur les arrivées basse tension pour l'élaboration de l'éclairage permanent 2 x 83 kVA pour la station.

Washington

Le métro de Washington est beaucoup plus récent puisque la première ligne a été mise en service en 1976.

De ce fait, il a bénéficié des dernières évolutions technologiques, en particulier en matière de confort en permettant son accessibilité par des personnes à mobilité réduite.

Chaque station est ainsi desservie par un ascenseur qui assure directement le transfert entre la rue et le niveau du quai.

Une batterie d'escaliers mécaniques est également implantée en extrémité de station pour les personnes valides.

L'éclairage des stations réalisé à l'aide de rampes lumineuses situées sur les pieds droits du tunnel permet de faire ressortir le concept architectural de la voûte mais au détriment du niveau d'éclairage qui ne dépasse pas les cinq lux (photo ⑥). Stations et trains sont climatisés. Au niveau de la station, la climatisation nécessite la mise à disposition de locaux techniques importants pour l'appareillage correspondant (circuits d'eau et d'air, compresseur, condenseur) et la puissance électrique n'est pas négligeable $2 \times 830 \text{ kVA}$ (photo ⑦).

Quant aux sous-stations fournissant l'énergie de traction, elles sont constituées de deux unités de 2 MW installées dans des locaux largement dimensionnés (photo ⑧) et la technologie mise en œuvre est comparable à celle de la RATP. Chaque station est équipée d'un poste éclairage force constitué de deux unités de transformation de 750 kVA ($1\,500 \text{ kVA}$ pour une station de correspondance) alimentées à partir des mêmes arrivées que la sous-station de traction. Les volumes consacrés à ces équipements sont spacieux. Une source de secours équipe chaque station. Elle est constituée par un onduleur lui-même alimenté par batteries dont l'autonomie est de $1\,600 \text{ A}$. Dans un même local sont regroupés les postes de contrôle pour le suivi des



⑥ Washington, station L'Enfant Plaza.



⑦ Washington, station Anacostia - Local de climatisation (600 kVA).

trains qui sont visualisés sur console (photo ⑨) de la maintenance (alarmes incendie, climatisation, ventilation des stations et de la gestion de l'énergie).



⑧ Washington - Sous-station Van Dorn Street. Puissance $2 \times 2\,000 \text{ kW}$ (750 V). Disposition des équipements : arrivées triphasées $34,5 \text{ kV}$, disjoncteurs AC Siemens à coupure dans le vide, départs traction 750 V .



⑨ Washington - H. Sebag et C. Venard visitent le Centre de supervision du trafic.



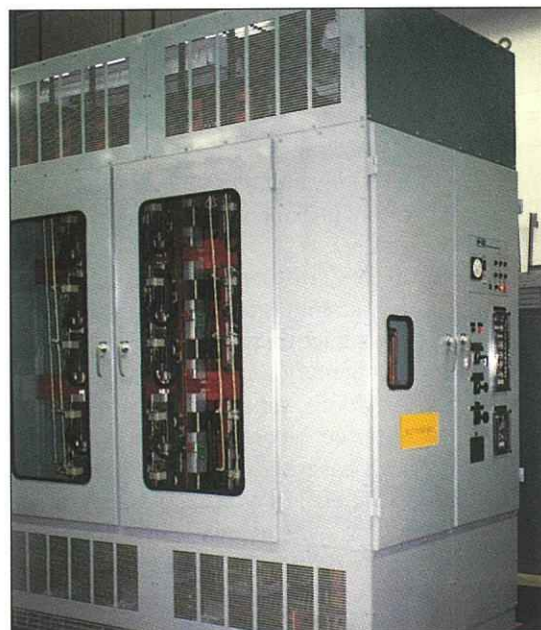
⑩ Washington - Détail du raccordement à la voie du retour d'une sous-station avec circuit de voie sans joint à fréquence acoustique.

Chicago

Le métro de Chicago est le plus ancien des trois réseaux visités aux USA puisque sa première ligne a été ouverte en 1890. Aussi étendu que le réseau urbain parisien, il est beaucoup moins fréquenté, la priorité étant dévolue à la circulation automobile. Comme celui de New York avec lequel il présente une certaine similitude, il est électrifié sur 600 Volts continus et le matériel roulant est à petit gabarit. Près du quart du réseau seulement est en souterrain, le reste étant en majeure partie sur viaducs métalliques (photo ⑪). Ceux-ci ont mal vieilli et sont le siège d'une corrosion électrolytique importante aggravée par l'utilisation d'un troisième rail sandwich : fer avec flasques en aluminium. La résistance linéique du troisième rail est de 7.5 m ohm/km contre 18.6 m ohm/km à Paris. De ce fait, les chutes de tensions se trouvent reportées sur les rails négatifs, accroissant les tensions rails sol et donc les risques d'électrolyse. Sur les zones en viaduc métallique, les rails négatifs et les structures métalliques sont interconnectés pour diminuer la résistance linéique des voies et donc des tensions rails sol. Mais l'isolement par rapport à la terre des structures métalliques étant mal maîtrisé, des postes de drainage de protection cathodique ont dû être mis en place en concerta-

tion avec les différents concessionnaires du sous-sol (Compagnie des eaux, canalisations métalliques, station de pompage et réservoir de stockage souterrain).

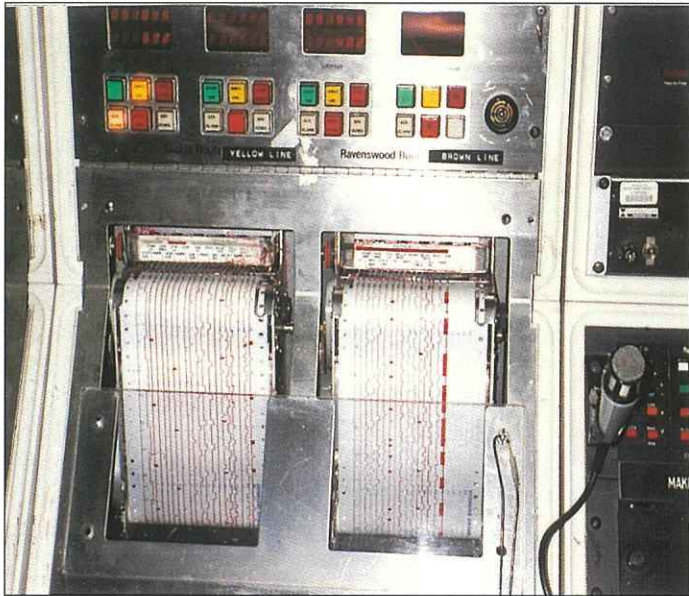
L'énergie de traction est prélevée dans chaque sous-station à partir de deux arrivées 12.5 kV, 60 Hz issues de la compagnie locale d'électricité. Les sous-stations multigroupe sont constituées de deux unités dont la puissance peut être, en fonction du besoin de 1 500 kW, 2 500 kW ou 3 000 kW. Le courant continu est obtenue par le fonctionnement en parallèle de deux redresseurs hexaphases, mais à indice de couplage déphasé de trente degrés, ce qui donne l'équivalent d'un redressement du dodécaphasé permettant de réduire, d'une part, le taux d'ondulation du courant de traction et, d'autre part, le taux d'harmoniques renvoyés sur le réseau source (photo ⑫).



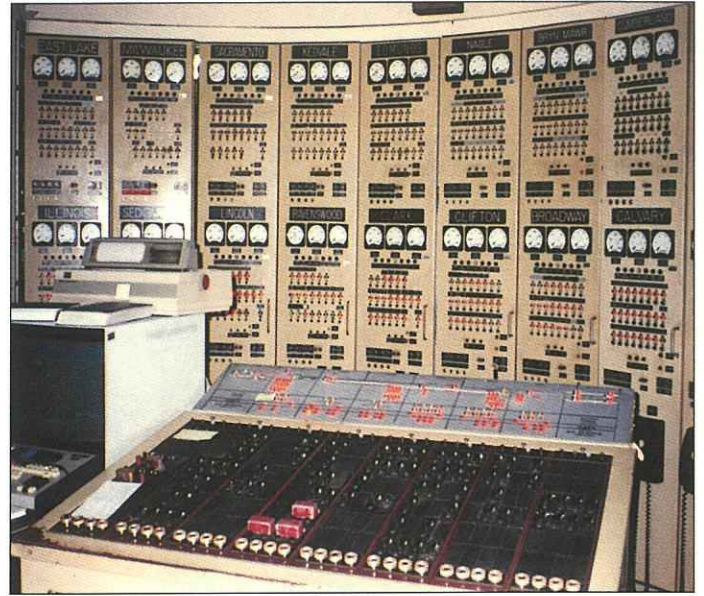
⑫ - Chicago - Groupe redresseur 2500 kW - 600 V à refroidissement dans l'air.



⑪ Chicago - Sous-station Pulaski - 2 x 2500 kW. Le bâtiment de la sous-station est à droite avec son câblage vers le viaduc pour l'alimentation traction des voies.



13 Chicago - Poste de suivi du trafic.



15 Chicago - Centre de contrôle trafic et commande des sous-stations. Pupitre de commande des sous-stations. Au fond, l'ancien système ; au premier plan, le nouveau.

Tous les trains (photo 14) sont à adhérence totale, et la composition des rames est variable en fonction des heures de la journée de deux à huit voitures. Celles-ci sont climatisées et l'énergie ainsi dissipée représente près de 30 % de la consommation totale.

Compte tenu des conditions climatiques, le dixième de la puissance traction installée est prévu pour le chauffage du troisième rail.

Concernant l'alimentation en énergie des circuits auxiliaires des stations, tunnels et infrastructures, celle-ci est obtenue à partir de deux branchements directs en basse tension sur la compagnie d'électricité locale en 120 Volts/208 Volts triphasés (144 kVA). À signaler que les équipements considérés comme prioritaires (éclairage de sécu-

rité, communication radio...) peuvent être alimentés au travers d'un basculeur sur l'une de ces deux sources et, en cas de disparition de celles-ci, le secours est assuré par un groupe tournant moteur alternateur dont le moteur à courant continu prélève son énergie sur le 600 V traction. Enfin, dans un même local, sont regroupés les postes de commande centralisée du trafic des réseaux métro et bus (près de 2 000 bus) et de l'énergie. Les technologies mises en œuvre sont assez anciennes (photo 13 - poste de suivi du trafic métro où des enregistreurs graphiques permettent de visualiser l'occupation des circuits des voies ; la photo 15 correspond à la partie commande contrôle des sous-stations qui ne comportent pas d'asservissement entre elles).



14 Chicago - Aménagement intérieur du matériel roulant de la Green Line.

Tokyo

Hormis la ligne de Ginza ouverte en 1927, les sept autres lignes exploitées par TRTA ont été construites après la Seconde Guerre mondiale. De ce fait, leur moyenne d'âge ne dépasse pas la trentaine d'années et la première impression est celle d'un réseau moderne profitant des dernières avancées technologiques.

Les deux lignes les plus anciennes sont électrifiées en 600 Volts continus avec distribution du courant de traction par troisième rail, les autres sont électrifiées en 1 500 Volts continus avec distribution par caténaire rigide en zone souterraine.

L'énergie électrique est prélevée sur le réseau de la ville de Tokyo par des branchements en 66 kV ou 22 kV. Cette énergie est ensuite transformée en énergie de traction et abaissée à 6,6 kV pour l'alimentation auxiliaire des tunnels et accès dans 55 sous-stations, dont 44 seulement disposent d'un branchement direct en haute tension, les autres étant alimentées en antenne à partir de ces

branchements. Trente-trois sous-stations sont situées en souterrain. Chaque sous-station est alimentée par deux arrivées. Ainsi, la sous-station Mitsuko Shimae sur la Hanzomon Line compte deux arrivées 22 kV (photo 16). Elle est équipée de deux groupes de redressement de 3 000 kW - 1 500 V et de deux transformateurs auxiliaires 22 kV / 66 kV - 3 500 kVA (photo 17).

L'acheminement de gros matériels s'effectue par la voie, ce qui nécessite un accès direct par tunnel.

Un tableau de contrôle et commande manuelle à pied d'œuvre est situé dans un local attenant à la sous-station (photo 18) où peuvent être également visualisés les alarmes et les principaux paramètres de fonctionnement. Une armoire spécifique regroupe les unités de comptage d'énergie. En fonctionnement normal, la sous-station est automatique et télécommandée, télécontrôlée depuis un poste central PCC (voir plus loin). Pour ce faire, une source de secours pour la retransmission des télétransmissions est réalisée au moyen d'une batterie sèche de 22 Ah, avec une autonomie d'une heure.

Les équipements des stations, tels que les péages et les aménagements d'éclairage des stations, sont alimentés en 210 Volts ou 105 Volts selon les cas. Ainsi, la station Suiten Gumae, terminus de la Hanzomon Line, dispose de 1 200 kVA de puissance installée se répartissant sur quatre



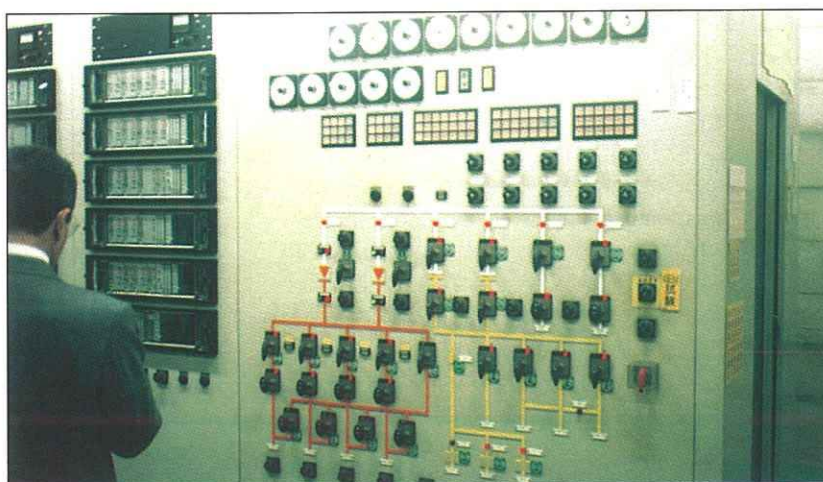
16 Tokyo - Sous-station Mitsuko Shimae (1988) - Vue générale de la sous-station souterraine (= 1 000 m²). Au fond, les transformateurs pour l'élaboration du 1500 V et pour l'alimentation éclairage force.



17 Tokyo - Sous-station Mitsuko Shimae. Groupe redresseur de 3 000 kW - 1 500 volts refroidi au fréon.



18 Tokyo - Disjoncteur à courant continu type JRM, 3000-4000 A, PCC 50 kA 20 ms.



19 Tokyo - Sous-station Mitsuko Shimae. Tableau de commande manuelle de la sous-station. Schéma synoptique et relayage de contrôle.



②① Tokyo - Sous-station Mitsuko Shima. Une tranche de transformateurs 2 x 300 kVA ; au premier plan, transformateurs secs.



②① Tokyo - Centre de supervision du trafic et de l'énergie implanté aux ateliers de Koishikawa. Poste de travail de l'agent de régulation de la ligne Marunouchi. Suivi en temps réel des trains sur écrans avec rétroprojection.

transformateurs : 2 de 300 kVA/6 600 V/420 V/210 V et 2 de 300 kVA/6 600 V/210 V/105 V (photo ②①).

Dans un même endroit ont été localisés en 1991 aux ateliers du matériel roulant de Koishikawa, les centres de contrôle du trafic (TCC) et de puissance PCC (équivalent du PCE RATP - photo ①). Alors que précédemment, chaque ligne avait son propre centre de contrôle, en 1988, il fut décidé de les regrouper pour des considérations économiques de personnel et de maintenance. Compte tenu de leur âge, les équipements mis en œuvre bénéficient des dernières innovations technologiques en matière d'informatique et de moyens de télétransmission (réseaux à fibres optiques). L'aspect ergonomique a été particulièrement pris en compte.

Les huit lignes du TRTA sont télécommandées et télécontrôlées depuis le Control Room.

La photographie ②① présente le pupitre de contrôle du chef de régulation de la Marunouchi Line avec les écrans cathodiques, la platine de liaisons téléphoniques, les liaisons radio avec les trains (150 MHz). Au fond, sur la façade murale, peuvent être rétroprojetées les indications obtenues sur les écrans, telles que le schéma unifilaire de la ligne avec les aiguillages, le suivi des trains, le graphique de marche des trains, les alarmes des stations... De même, on peut rétroprojeter l'image vidéo de caméras situées dans les stations et leurs accès.

Derrière les pupitres occupés par le centre de contrôle trafic se trouvent ceux concernant le centre de contrôle de l'énergie. Pour garantir la disponibilité attendue, le système est redondé. Ce système est en liaison par fibres optiques avec les locaux techniques de l'énergie (une centaine) local de livraison et sous-stations de transformation.

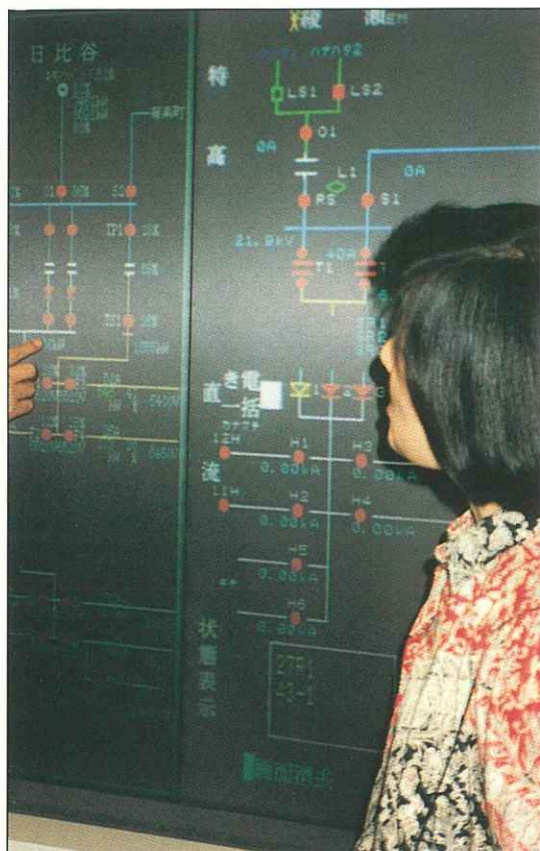


②② Tokyo - Matériel sur la ligne Violette.

Deux postes de dispatcher sont prévus pour la télécommande et le télécontrôle du PCC ainsi qu'un poste de superviseur.

Le schéma électrique d'alimentation de chaque ligne, qu'il s'agisse du schéma traction, du réseau moyenne tension ou de la distribution basse tension, peut être également rétroprojeté. La position de chaque appareil est visualisée (photo ②③). Figurent également les télémesures des grandeurs électriques telles que tension, courant transité dont les valeurs peuvent être comparées aux grandeurs théoriques mises en mémoire. Ainsi en situation d'alimentation perturbée, il est possible de modifier les configurations d'alimentation tout en respectant les seuils à ne pas dépasser.

C'est là également que sont élaborés les différents états statistiques concernant les consommations d'énergie et des bilans peuvent être effectués. Leur analyse montre la part importante

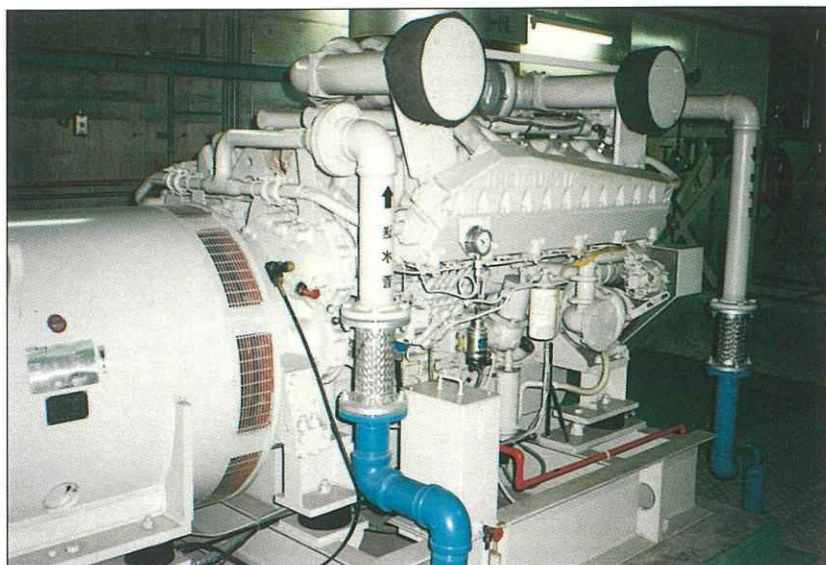


23 Tokyo - Schéma d'alimentation électrique de chaque ligne de métro.

de l'énergie dissipée pour la climatisation des stations.

En matière de récupération d'énergie par régénération, la ligne n°7 Namboku Line présente un cas particulier du fait qu'elle ne dessert que 6,3 km et que l'intervalle est de cinq minutes entre rames. De plus, étant la dernière ligne mise en service en 1991 et étant équipée d'un système ATO (Automatic Train Operation - Pilotage automatique), il a fallu lui adjoindre un onduleur traction, de façon à garantir la précision d'arrêt des trains, la ligne étant, de plus, équipée de portes palières. L'onduleur traction prélève son énergie sur la barre omnibus de la sous-station ; elle est ensuite transformée en courant alternatif pour être renvoyée sur le réseau de tension intermédiaire 6,6 kV. Une telle sous-station occupe, au sol, une superficie importante (pratiquement dix fois celle de Paris pour un poste de redressement) où sont implantés les divers équipements de la sous-station de traction et le niveau supérieur où se trouve le groupe électrogène de secours.

Outre les problèmes liés aux risques d'incendie, de panique, des dispositions spécifiques sont prises au métro de Tokyo du fait des conditions géographiques locales : typhons, séismes, inondations. Ce qui nécessite des sources d'énergie fiables pour le fonctionnement des équipements correspondants. À l'origine, il était prévu un groupe électrogène dans chaque station mais le coût et les



24 Tokyo - Sous-station de Komagome. Moteur diesel entraînant un alternateur de 750 kVA/6.6kV/50 Hz.

contraintes d'implantation (dégagement des fumées, cheminée d'aspiration d'air frais, circuit de refroidissement) ont fait que leur nombre a été revu à la baisse et un groupe est maintenant dimensionné pour secourir les équipements vitaux de trois à quatre stations. C'est le cas à la station Komagome (photo 24).

De plus, chaque station souterraine ainsi que les trains sont équipés d'un éclairage de sécurité sur batterie d'une autonomie d'une heure.

Sur la Namiboku Line, le chef de station dispose d'un mini centre de contrôle lui permettant d'assurer la surveillance de la station grâce à des liaisons téléphoniques avec les centres de contrôle et de maintenance, des consoles informatiques d'où il peut visualiser à l'aide de caméras les points névralgiques de la station (photo 25).



25 Tokyo - Station Oji - Centre de surveillance de l'exploitation.

Nagoya

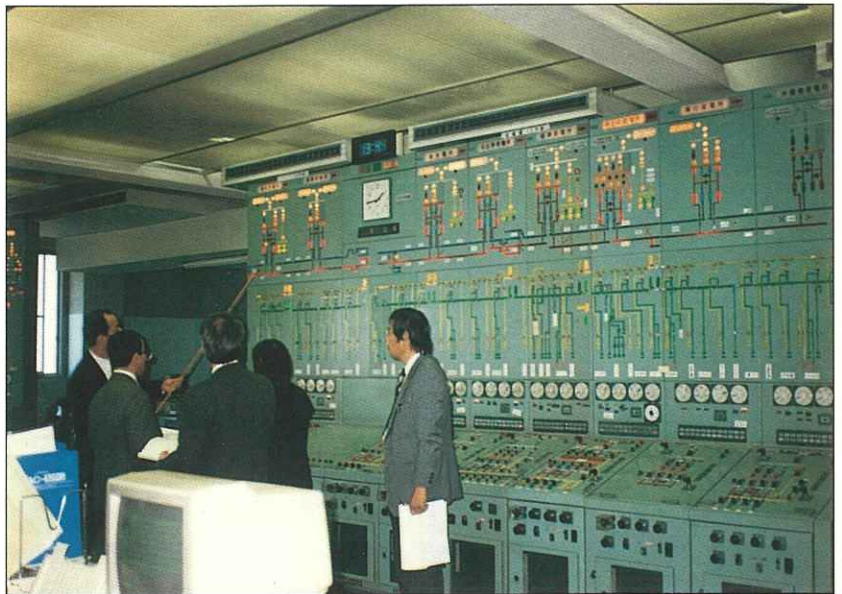
Bien que plus récent que celui de Tokyo, le métro de Nagoya paraît plus ancien du fait des techniques utilisées, en particulier au niveau des commandes centralisées, comme le montre la photo 26 qui représente le tableau de contrôle-commande de l'alimentation en énergie de la ligne n° 2.

Les 24 sous-stations, qui alimentent en 600 Volts trois lignes par l'intermédiaire d'un troisième rail ou 1 500 Volts deux lignes équipées de caténaires rigides, sont télécommandées et télécontrôlées à partir d'un poste central situé à l'intersection des lignes 2 et 3 à la station Kamimaezu.

Chaque ligne dispose d'un tableau de contrôle optique (TCO) sur lequel sont représentés les circuits d'alimentation de chaque sous-station avec, en dessous, le schéma de distribution de la tension intermédiaire à partir de laquelle est ensuite élaborée la basse tension pour l'alimentation des circuits auxiliaires. Dans la partie basse, sous le TCO, se trouve le pupitre de commande des appareils de coupures dont les manœuvres s'effectuent à l'aide de boutons poussoirs.

La ligne 6, dernière mise en service, est équipée de consoles informatiques en lieu et place du TCO (photo 27), avec crayon optique pour commander les positions des appareillages.

L'énergie électrique est prélevée à partir de branchements sur les réseaux 33 kV et 77 kV. Chaque sous-station comporte deux arrivées. En aval se



26 Nagoya - Poste de commande de l'énergie. Station Kamimaezu, à l'intersection des lignes 2 et 3. Télécommande et télécontrôle des sous-stations de la ligne 2 - Synoptique de la ligne 2.

trouvent, d'une part, les départs vers les groupes de redressement et, d'autre part, le circuit de transformation pour l'élaboration de la tension intermédiaire 6,6 kV (ou 3,3 kV suivant les cas) pour ensuite alimenter en basse tension les circuits auxiliaires des stations et tunnels. Le nombre de groupes de redressement varie de 2 à 4 et leur puissance unitaire s'échelonne de 1 000 à 3 000 kW pour le 600 Volts, et de 4 000 kW en



27 Nagoya - Poste de commande de l'énergie. Pupitre de télécommande de l'alimentation de la ligne 6. Console informatique avec visualisation du schéma et commande par crayon optique (réseau à fibres optiques).



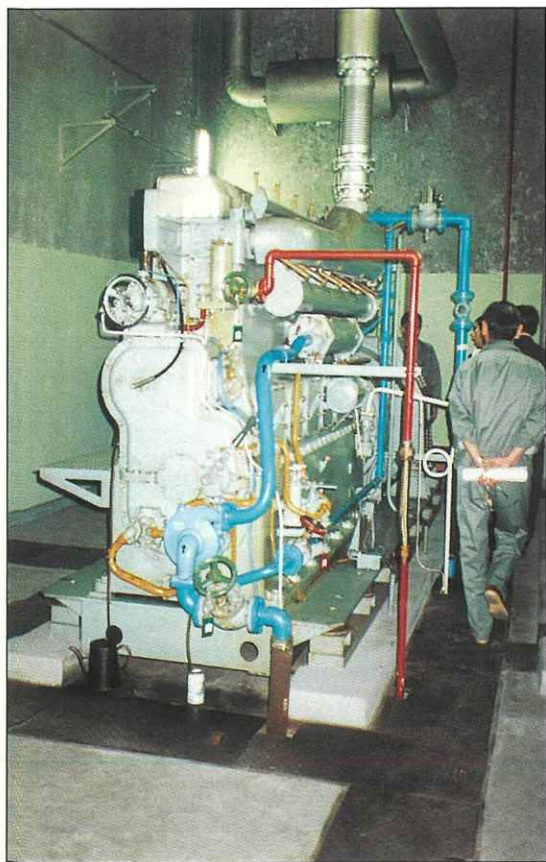
28 Nagoya - Transformateur et bloc redresseur refroidis à l'huile.



② bis - Nagoya - Poste de commande centralisé. Tableau de contrôle optique du trafic ligne 6 (1 500 V) avec écrans de surveillance.

1 500 Volts (photo ② - Transformateur et bloc redresseur scellé refroidis à l'huile - 1975). Contrairement au métro de Tokyo, il n'existe pas de disjoncteurs de secours pour l'alimentation des départs vers les voies, mais seulement des sectionneurs de secours qui permettent de *shunter* un disjoncteur lorsqu'il est en défaut (analogue aux IST sur le RER).

Le matériel roulant étant à régénération d'éner-



② Nagoya - Sous-station Kamimaezu. Groupe diésel 250 kVA.

gie au freinage, et du fait des intervalles entre trains pouvant atteindre 6 à 8 minutes en heure de pointe sur certaines lignes, la récupération est améliorée par la mise en place d'onduleur traction (1 000 kW en 600 Volts ou 1 750 kW en 1 500 Volts) qui renvoie l'énergie ainsi récupérée sur le réseau de moyenne tension intermédiaire 3,3 kV ou 6,6 kV.

En heure creuse, certains groupes de redressement sont même arrêtés pour accroître la récupération d'énergie.

Des groupes électrogènes de secours sont installés dans 13 stations (sur les 74) (photo ②) représentant une puissance totale de 7.35 MVA. Stations et trains sont climatisés.

Chaque ligne dispose également d'un poste de commande centralisé pour le contrôle du trafic (photo ② bis) regroupé pour les différentes lignes dans un même local.

Osaka

Moins étendu que celui de Tokyo mais aussi fréquenté, le métro d'Osaka présente sur le plan électrique un grand nombre de similitudes tant par la structure du réseau d'énergie que par les technologies et matériels mis en œuvre.

L'énergie électrique est prélevée à partir de branchements 22 kV sur la Kansai Electric Power Company. Quarante-sept sous-stations transforment cette énergie en courant de traction 750 Volts pour les cinq premières lignes et 1 500 Volts pour les deux dernières, et sous une tension intermédiaire sous 6,6 kV pour les équipements fixes auxiliaires des stations et tunnels.

Ces sous-stations, conçues suivant le même schéma de principe que celles de Tokyo, occupent des volumes aussi importants en parties souterraines.

Voir photo ③ - sous-station Kyobashi de la ligne



③ Osaka - Sous-station Kyobashi implantée sous la station. 3 groupes de 2 000 kW plus un transformateur. Au 1^{er} plan, groupe redresseur 2 000 kW refroidi au fréon et son transformateur de puissance.



❶ Osaka - Ventilateurs de la sous-station Kyobashi - 1 500 m³/mm 18 kW x 2.



❷ Osaka - Train à moteur linéaire quittant la station Kyobashi ; au premier plan, le tapis inducteur.

7 qui comporte trois groupes de 2 000 kW, 1 500 V et un transformateur 22/6.6 kV-3 000 kVA. Au premier plan, on remarque le bloc redresseur et son circuit de refroidissement au fréon. Les diodes sont situées dans une cuve scellée.

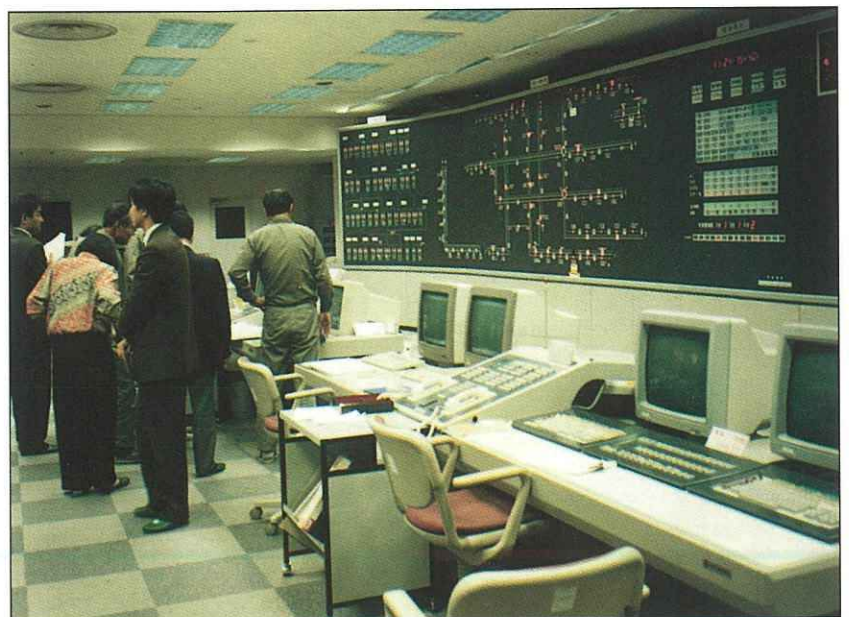
Les calories dues aux pertes des transformateurs sont évacuées par deux ventilateurs (photo ❶) de 1 500 m³/minute de débit d'une puissance de 18 kW chacun.

La ligne n°7, Tsurumi Ryokuchi Line, d'une longueur de 5,3 km avec cinq stations, est la première ligne du Japon à avoir été équipée d'un système de traction à moteurs linéaires, mise en service en mars 1990.

Les moteurs linéaires utilisés sont du type à "voie passive", les inducteurs sont embarqués et constituent le moteur linéaire proprement dit. À bord, les enroulements inducteurs sont alimentés par un onduleur à fréquence et tension variables (VVVF, Variable Voltage Variable Frequency) qui capte son énergie sur une caténaire rigide sous 1 500 Volts. L'induit situé au milieu de la voie sur une largeur de 36 cm est constitué d'une poutre de fer recouverte d'une plaque d'aluminium (photo ❷). L'un des avantages d'un tel système réside dans l'absence de réducteur entre moteur et roues puisque l'effort de translation est directement appliqué sur les roues. Il en résulte une diminution du volume des bogies, ce qui permet de surbaissier la caisse d'où réduction du gabarit du tunnel et des coûts de génie civil.

En revanche, sur le plan énergétique, par suite du mauvais rendement du moteur linéaire, du fait que son entrefer est déterminé plus par des considérations mécaniques du mouvement du bogie et des tolérances correspondantes qu'électriques (entrefer dix fois plus important : 12 mm), le taux de récupération d'énergie est seulement de 12 % (bien que toutes les voitures soient motrices) alors qu'il est de 35 % sur les autres lignes. De plus, la

ligne n'étant actuellement exploitée qu'avec des trains de quatre voitures (1 500 V -1 800 A) se succédant à un intervalle de 3 minutes 30 en heure de pointe, une résistance de récupération a dû être installée dans la sous-station Kyobashi pour améliorer la réceptivité de la ligne. La ligne 7 doit être prochainement prolongée de 8 km et desservie par des trains de 8 voitures.



❸ Osaka - Poste de commande de l'énergie électrique. Consoles de visualisation avec tableau de contrôle optique à mosaïques.



② Osaka - Poste de commande de l'énergie électrique. Partie droite du TCO. Visualisation des alarmes des stations : ventilation, incendie, PEF.

L'ensemble des sous-stations est télécommandé et télécontrôlé à partir d'un Electric Control System situé à Morinomiya. Ce centre gère les 47 sous-stations, entièrement automatiques, les 13 groupes électrogènes de secours, les divers équipements des 122 stations (190 ventilateurs, 213 pompes, 48 climatiseurs, 13 centraux téléphoniques...).

Au fond de la salle de commande (326 m²) se trouve un TCO (tableau de contrôle optique) à mosaïques avec visualisation des différents équipements et de leurs alarmes. Sur la partie gauche de ce TCO (photo ③) sont schématisées les arrivées 22 kV, puis représentés les schémas traction de chaque ligne, les alarmes des sous-stations. La partie droite du TCO (photo ④) concerne les alarmes des stations. Une équipe de 27 personnes assure l'exploitation de ce centre 24 h/24 h, 5 agents étant présents en permanence.

Séoul

À peine âgé d'une vingtaine d'années, le métro de Séoul a connu une rapide croissance qui en fait aujourd'hui l'un des plus fréquentés du monde, pratiquement autant de voyageurs que le métro de New York mais avec un réseau quatre fois moins étendu.

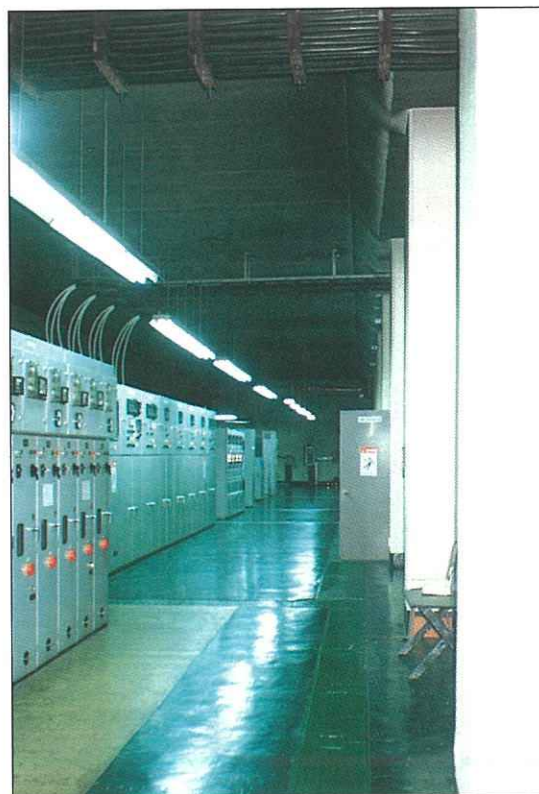
Les quatre lignes en service sont électrifiées en 1 500 Volts et la distribution du courant de traction s'effectue en partie souterraine par caténaire rigide (identique à celle utilisée au Japon). Le matériel roulant est à grand gabarit et les trains sont constitués de 10 voitures dont quatre motrices, le courant d'appel maximal étant de 4 000 Ampères.

L'énergie nécessaire au métro est prélevée à partir de 31 branchements sur le Korean Electric Power Corporation (KEPC) en 22 kV. Quarante et une sous-stations transforment cette énergie en énergie de traction 1 500 V et en énergie auxiliaire sous 6,6 kV, triphase, 60 Hz. Une sous-station dis-

pose de trois arrivées 22 kV, l'une issue d'un branchement KEPC, les deux autres en provenance de deux sous-stations voisines, mais une seule est normalement utilisée, les deux autres servant de secours. Sur la barre 22 kV, on trouve quatre départs : trois alimentent trois groupes de redressement et le quatrième pour la transformation du 22 kV en 6,6 kV en vue d'alimenter les équipements fixes auxiliaires des stations et tunnels.

Ces équipements sont implantés en partie souterraine et l'aménagement du local est identique à celui décrit pour le métro de Tokyo ou Osaka (photo ⑤ se rapportant à la sous-station Chong Shin College). Seuls la technologie et les modes d'exploitation sont différents. Les transformateurs sont à isolement dans l'huile. Le redressement est dodécaphasé, ce qui nécessite des transformateurs à deux enroulements secondaires. De plus, seulement deux groupes redresseurs fonctionnent simultanément, le troisième n'étant mis en service qu'en cas de défaillance de l'un des deux premiers (principe de la réserve passive). Les blocs redresseurs (photo ⑥) sont à refroidissement naturel, ce qui nécessite un système efficace de ventilation de la sous-station (photo ⑦).

La climatisation des stations est en cours. La ligne n°1 interconnectée avec les chemins de fer coréens électrifiés en 25 kV 50 Hz, possède du matériel roulant bitension mais sans climatisation, alors que les voitures des lignes 2, 3 et 4 sont climatisées.



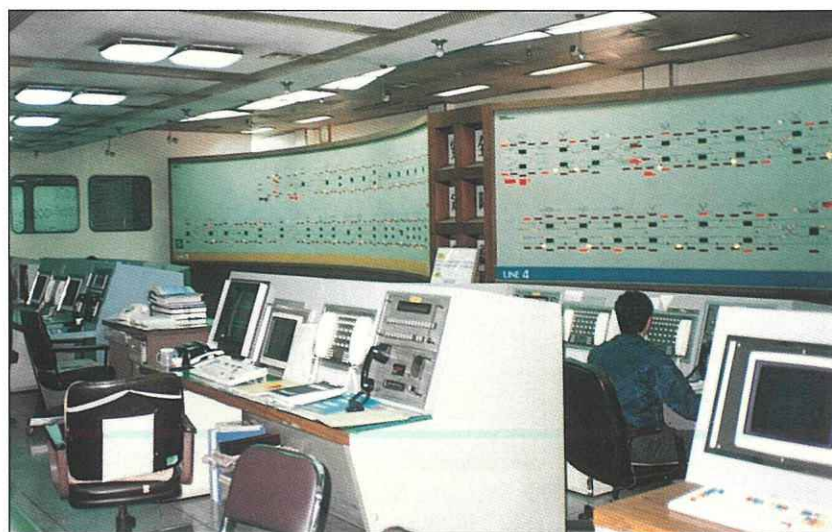
⑤ Séoul - Sous-station Chong Shin College. Trois groupes de 4 000 kVA/ 1 500 V et un transformateur éclairage force 5 000 kVA 22/66kV.



③⑤ Séoul - Sous-station Chong Shin College. Redresseur 4 000 kW Westinghouse à refroidissement naturel.



③⑦ Séoul - Ventilateurs de la sous-station Chong Shin College.



③⑧ Séoul - Poste de commande centralisée. Suivi du trafic : à gauche ligne 1 et à droite ligne 2.

Les sous-stations sont télécommandées et télécontrôlées, ainsi que les équipements des stations depuis un poste central (Power Control Center). Un TCO permet de visualiser les arrivées 22 kV, les sous-stations, le réseau de distribution 6.6 kV. Des consoles informatiques permettent ensuite, par effet de loupe, de visualiser une partie du schéma électrique avec la position des appareillages correspondants. Dans le même endroit se trouve localisé le suivi de l'exploitation grâce au Operation Control Center (photo ③⑧) qui regroupe les informations relatives au mouvement des trains, liaisons phoniques, occupation des circuits et voie pour les lignes 1 et 2.

Hong Kong

Victime de son succès, le métro de Hong Kong (première ligne en 1979) doit faire face à un trafic de plus en plus intense puisqu'il est envisagé une capacité de 80 000 voyageurs/heure par ligne avec la mise en place d'un système de conduite dérivé du SACEM de la ligne A du RER Paris (60 000 V/H) (cf. *Savoir-Faire* n° 21, 1^{er} trimestre 1997).

L'énergie électrique provient de deux compagnies d'électricité et est livrée en 132 kV par la CLP (China Light and Power Company) au nord et la HEC (Hong Kong Electricity Company) au sud. Huit branchements 132 kV (4 sur la CLP et 4 sur le HEC) alimentent les quatre postes de transformation KWF, KBD ADM et CWD, ceux-ci étant respectivement implantés aux stations suivantes Kwas Fong (KWF), Kowloon Bay (KBD) Admiralty (ADM) et Heng Fa Chuen où se trouve l'atelier de la ligne desservant l'île de Hong Kong (CWD). Ces quatre postes, situés aux quatre sommets d'un trapèze, permettent de couvrir l'ensemble du réseau. Chaque poste est constitué de deux unités de transformation 132/33 kV dont les puissances unitaires varient de 40 MVA à 60 MVA pour la dernière mise en service. La puissance ainsi obtenue en 33 kV (380 MVA de puissance installée) est distribuée au moyen d'un réseau d'artères à deux câbles (240 km de longueur) sur lesquelles sont connectées en double dérivation les 19 sous-stations de traction et les 10 sous-stations auxiliaires, 9 en 33 kV/ 11 kV et une en 33 kV/3.3 kV (photo ④① à Kowloon Bay, les deux unités de transformation 132/33 kV - 50 MVA).

Chaque sous-station traction comporte deux arrivées 33 kV issues des deux compagnies CLP et HEC de manière à diversifier les sources avec possibilité d'isoler chaque arrivée ou au contraire d'assurer la continuité de l'artère (de manière à pouvoir isoler une portion de câble 33 kV défectueuse). En aval de la barre 33 kV, on trouve deux groupes de redressement d'une puissance unitaire chacun de 4 MW-1 500 Volts dont le schéma de couplage conduit à l'équivalent d'un redressement deux fois dodécaphasé, soit 24 phases réduisant ainsi le taux d'ondulation du courant de traction



39 Hong Kong - Matériel à grand gabarit avec intercircularité.



40 Hong Kong - Sous-station Kowloon Bay. Transformateurs extérieurs 132/33 kV - 50 MVA. Refroidissement à l'huile.



41 Hong Kong - Central Environment Control. Système Overview. Poste de surveillance de la climatisation.

et le taux d'harmoniques renvoyés sur le réseau 33 kV. La distribution du courant de traction aux trains s'effectue par des lignes aériennes de contact constituées en souterrain de deux fils de contact de 120 mm² en cuivre, de 2 porteurs de 150 mm² et de 2 feeders de 150 mm² en cuivre, et en aérien d'un seul porteur mais avec 3 feeders.

Hormis le cas de la station Cheung Sha Wan qui dispose d'une centrale de froid alimentée directement en 3,3 kV à partir d'une sous-station auxiliaire constituée de deux unités 33 kV/3,3 kV, 2 x 10/14 MVA, les neuf autres sous-stations auxiliaires transforment le 33 kV en 11 kV. Chaque sous-station dispose de deux unités de transformation 33 kV/11 kV - 10/14 MVA. Le 11 kV ainsi obtenu est ensuite distribué sur chaque ligne au moyen d'une artère à deux câbles 11 kV pouvant être alimentés à chacune de ses extrémités par des arrivées 33 kV diversifiées (CLP ou HEC), qui passent en double coupure dans chaque station où il est transformé en 430 V triphase et suivant l'importance de la station (correspondance, souterrains, aérien, commerces...), chacune comprend deux à quatre transformateurs de 1 000 à 1 500 kVA 11k/430 V. Au total, 141 unités pour 38 stations.

Les trains constitués de huit voitures avec intercircularité sont climatisés et à régénération d'énergie mais uniquement entre trains, il n'y a pas d'onduleur sur le réseau. Situé au dépôt de Kowloon Bay, le Central Control Room permet la supervision des trois lignes concernant : le trafic, la distribution d'énergie (PRC) et le contrôle de l'environnement (CECS).

Le PRC (Power Remote Control System) permet de télécommander et télécontrôler les postes de transformation en courant alternatif 33 kV, 11 kV, 3,3 kV et 430 V et en courant de traction 1 500 V, des appareillages et circuits de distribution, disjoncteurs, interrupteurs... Il contrôle les niveaux de courant et tension. Enfin, il rassemble les différentes alarmes correspondantes. Le système est redondé pour garantir la disponibilité requise. L'importance des équipements électromécaniques, dont le niveau de consommation d'énergie dépasse celui de la traction électrique, justifie la présence d'un système de supervision de l'environnement (photo 41) (ventilation, climatisation) des stations et tunnels. Ce dernier regroupe les diverses alarmes concernant les niveaux de température des stations souterraines et tunnels. C'est de là qu'est géré le système de ventilation en cas d'incendie.

Ces systèmes font appel aux dernières technologies en matière d'informatique et de réseaux de transmission.

En matière de sources de secours, il existe des groupes tournants dans les dépôts (ateliers) de chaque ligne et, aux points les plus critiques, des systèmes onduleurs sur batteries en floatings.

(A suivre)



Deuxième ligne du tramway de Nantes - Cours des 50 otages.

RÉGIONS

LA FRANCE À L'HEURE DU TRAMWAY RÉGIONAL

Les villes françaises ont depuis plus de dix ans renoué avec le tramway, moyen de transport que l'on croyait - voire souhaitait - condamné à jamais. Mode non polluant, confortable et rapide, il connaît, partout où il circule, un net succès. Nantes, Grenoble, Saint-Etienne et d'autres villes ont des projets de prolongement de leurs lignes.

Jusqu'à maintenant, le tramway était un mode de transport strictement urbain destiné à des parcours sur de petites ou moyennes distances. En complémentarité, les réseaux de banlieue ou régionaux assuraient la desserte des zones éloignées et étaient en correspondance avec celui des tramways. La notion même de correspondance induit une rupture de charge toujours très mal ressentie par les voyageurs. Aussi a-t-on recherché les moyens de la "supprimer" en réinventant la notion d'interconnexion entre

tram et train, tous deux étant - c'est une évidence - des modes ferroviaires.

Un exemple venu de l'est

L'exemple nous est venu de la ville allemande de Karlsruhe qui a réussi à faire rouler des tramways sur les lignes ferroviaires rayonnant autour d'elle.

Après un essai sur une première ligne, où le trafic a été multiplié par quatre, l'ensemble des décideurs de cette région du Bade-Wurtemberg a conclu à la nécessité d'étendre le réseau.

Aujourd'hui, quelque 400 km

sont parcourus par des véhicules bimode et bicourant 750 V/15 000 V qui desservent le centre-ville de Karlsruhe comme un tramway et relient, comme un train régional, cette ville à plusieurs autres, grâce aux voies de la DB, le chemin de fer allemand. Sarrebruck, la capitale du Land de Sarre, est la seconde ville allemande à mettre en service un tramway bimode avec la particularité d'aller au-delà des frontières en pénétrant en France jusqu'à Sarreguemines en Moselle grâce à un matériel tricourant (750 V/15 000 V/25 000 V).

Les villes françaises s'interrogent

Il n'en fallait pas plus pour que les villes françaises dotées de réseaux de tramways s'interrogent sérieusement sur la possibilité d'imiter l'exemple allemand par la mise en œuvre de l'idée ancienne, mais souvent "oubliée", de l'utilisation des lignes existantes.

■ Nantes dispose d'un réseau de tramways de deux lignes d'orientation sensiblement Est-Ouest et Nord-Sud - Ouest. Plusieurs prolongements sont en projet, mais en site propre. Au-delà, une réflexion va s'engager avec la SNCF afin d'étudier, d'une part, la circulation de tramways sur la ligne de Châteaubriant jusqu'à Sucé-sur-Erdre, soit un peu plus de 14 km, en prolongement de la ligne 1 au nord et, d'autre part, celle d'un tramway SNCF entre Carquefou au nord et Nantes, éventuellement prolongée sur la rive gauche de la Loire. D'autres extensions du tramway pourraient concerner la SNCF avec celle de la ligne 2 vers Vertou au sud-est de la ville et au-delà par la ligne de Bordeaux.

■ Grenoble possède, elle aussi, un réseau en forme de T composé de deux lignes de tramways. Le succès aidant, la demande s'accroît et la ville a décidé de construire deux prolongements : l'un au nord vers Ceng, l'autre au sud à Echirolles. Dans les deux cas, ils sont proches de lignes SNCF qui pourraient être utilisées comme axes de desserte vers Moirans et Voiron au nord, Pont-de-Claix, Vif ou Vizille au sud. Sans oublier la ligne Grenoble-Chambéry qui pourrait être empruntée par des tramways de la ligne B s'arrêtant aujourd'hui à l'Université.

■ Le projet de réseau de tramway de Mulhouse intègre dès le départ l'idée d'associer tramway urbain et lignes SNCF. La ville combinerait un réseau de lignes de tramways classiques à des lignes de tramways pouvant emprunter plusieurs voies ferrées, comme celles de Thann et

celles allant à l'aéroport international de Bâle-Mulhouse.

■ Pour ce qui est des autres villes, les projets ne manquent pas, toutes étant desservies par un réseau de voies ferrées plus ou moins étoilé. Ainsi en est-il :

- à Orléans où après une première ligne d'ores et déjà adoptée, une seconde pourrait utiliser les voies SNCF le long de la Loire en amont de la cité ;

- à Rouen qui dispose déjà d'un tramway (le "Métrobus"), avec un prolongement vers Grand-Couronnes et Elbeuf par un axe fret de la SNCF ;

- à Strasbourg, où le tramway pourrait atteindre l'aéroport d'Entzheim au sud-ouest de l'agglomération et l'est par la ligne internationale vers l'Allemagne via Kehl ;

- à Bordeaux, Lyon et Marseille où des interconnexions sont possibles ;

- à Saint-Etienne où des possibilités existent avec la difficulté de l'existence d'un réseau de tramways à voie métrique.

Une volonté politique avant tout

Tous ces projets, d'importances inégales, ne pourront aboutir qu'avec une volonté politique forte d'autant qu'ils "mettent en contact" des collectivités locales diverses et variées.

Resteront à régler les problèmes financiers et les questions techniques. Pour ces dernières, le choix des matériels roulants sera important selon qu'on opte pour ceux existants ou pour des véhicules adaptés, voire spécifiques.

En tout état de cause, ce nouveau mariage dans le monde des transports urbains ne peut que lui être bénéfique pour attirer des clients qui, parfois, se raréfient mais qui demandent toujours plus et mieux pour voyager plus loin, plus vite, avec davantage de confort et... sans changement.

Avec les tramways régionaux, c'est possible. ■

(Source : La Vie du Rail)

UTP RÉÉLECTION DU PRÉSIDENT

Michel Cornil, directeur général adjoint de Via GTI, a été réélu Président du Conseil d'administration de l'Union des transports publics (UTP) lors de l'assemblée générale du 26 juin 1997.

Celui-ci a souligné qu'il entendait poursuivre et accentuer l'action de l'UTP dans les quatre domaines qui constituent, pour les entreprises, les conditions d'une relance du transport public par la croissance de sa clientèle. Il s'agit de la politique d'aménagement du territoire qui lie développement urbain et organisation

des déplacements, de la négociation sociale de branche pour faciliter l'adaptation des métiers aux nouvelles exigences de la clientèle et créer de nouveaux emplois, de la lutte contre l'insécurité dans le transport public, et enfin de la préservation de la qualité du service public de transport à l'échelle européenne. ■

LILLE

La communauté urbaine de Lille va rouler au "biogaz", du méthane provenant d'une station d'épuration. Elle a réceptionné le 1^{er} bus de présérie spécialement équipé par Renault Véhicule Industriel dans le cadre d'un programme de lutte contre la pollution urbaine : une première en Europe. Un prototype circule déjà dans la communauté Lilloise depuis 1996. L'agglomération rassemble 87 communes et le parc de son réseau de transports en commun est de 300 bus. Elle s'est fixé l'objectif de 100 bus ainsi équipés, soit 1/3 du parc actuel.

STRASBOURG

La commission d'enquête publique a donné son autorisation pour la construction de la 2^e ligne du tramway de Strasbourg. Elle reliera les quartiers ouest et est avec une bifurcation vers le nord. Cette ligne, d'une longueur de 12,2 kilomètres, concerne les communes de Schiltigheim, Bischheim et Hœnheim. La circulation automobile serait ainsi réduite de 20% !

.....

POITIERS

En mai dernier, a été signé un protocole d'intention pour l'équipement de 2 lignes complètes d'autobus urbains du District de Poitiers fonctionnant au gaz naturel pour véhicule (GNV). D'ici à la fin de cette année, 9 autobus au GNV circuleront à Poitiers. Si l'expérience s'avère concluante, 11 bus supplémentaires s'y ajouteront avant l'an 2000, et encore 20 de plus d'ici à l'an 2003. Pour la 1^{re} année, a été débloqué un budget de l'ordre de 15,5 M.F. Il comprend l'achat des bus, l'installation d'une station de compression et de remplissage, ainsi que l'agrandissement du dépôt de Poitiers. Le projet a reçu le soutien financier du Predit (Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres) et de Gaz de France. La RATP participe à cette opération.

ORLÉANS

Le syndicat Intercommunal de l'Agglomération Orléanaise a signé un contrat avec GEC ALSTHOM pour la fourniture de 22 rames CITADIS destinées à équiper la première ligne nord-sud du futur tramway.

.....



Photos : RATP SG - B. Marguente

STUTTGART LE 52^e CONGRÈS DE L'UITP

Le 52^e Congrès de l'Union internationale des transports publics (UITP) s'est tenu du 2 au 5 juin dernier à Stuttgart, en Allemagne. C'est à l'issue de ce Congrès que Jean-Paul Bailly, Président-directeur général de la RATP, a pris ses fonctions de Président de l'UITP.



Jumelé avec une exposition consacrée à l'industrie des transports publics, City Transport, le Congrès de l'UITP se tient tous les deux ans.

Cette année, le Congrès a réuni 2 000 délégués, 350 exposants sur 21 000 m², et a reçu 10 000 visiteurs.

Avec le développement de pics de pollution atmosphérique touchant toutes les grandes métropoles du globe, la préoccupation de la qualité de l'air est devenue un problème majeur pour les collectivités locales et les décideurs. La nécessité de favoriser le développement des transports collectifs passe impérativement par la recherche de solutions moins, voire non polluantes. Les progrès technologiques montrent les limites en ce qui concerne l'amélioration de la qualité des carburants (gasoil très basse teneur en soufre, filtres à particules, diester, etc.) et incitent les industriels à imaginer, en ce qui concerne les transports de

surface, des solutions qui limitent la consommation et l'émission de fumées.

Un des axes majeurs de ce Congrès : le respect de l'environnement

Ce qui aura marqué cette exposition de Stuttgart découle, en particulier, de ces préoccupations de respect de l'environnement et de souci économique. Certains constructeurs prônent l'abandon du gasoil et son remplacement par le gaz naturel ou l'électricité, d'autres plus nombreux préfèrent une solution bi-énergie qui limite la consommation de gasoil et la compense par l'utilisation de batteries électriques.

On note, par ailleurs, une généralisation des planchers bas offrant aux passagers une meilleure accessibilité.

Autre tendance : les systèmes mixtes

Une autre tendance forte concerne les matériels issus du mixage du concept ferroviaire du tramway

et des souplesses permises par le mode routier : les systèmes de transport guidés sur pneus. De tels systèmes, particulièrement pertinents en zone urbaine dense en raison de leur encombrement plus limité que pour un système non guidé, feront l'objet d'une expérimentation sur le site RATP du Trans Val-de-Marne à partir de cet automne dans le cadre du PREDIT (Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres).

La signature à ce sujet d'une convention entre les industriels concernés, des exploitants et des autorités organisatrices, a eu lieu sur le stand RATP le 3 juin (voir photo ci-dessus).

Notre présence à City Transport 97 répondait à plusieurs objectifs. D'une part, montrer l'évolution de notre réflexion sur les transports et son adaptation permanente à l'environnement. D'autre part, faire clairement percevoir nos orientations stra-

tégiques. La RATP est une grande entreprise publique de transports urbains, qui, dans un cadre institutionnel, mène une politique de partenariat de plus en plus importante avec les collectivités.

Le stand RATP

Conçu comme une place évoquant la ville, le stand se voulait surtout lieu de rencontres et d'échanges. Ainsi, c'est dans la suggestion d'un environnement urbain que les réalisations, les démarches et les projets de l'entreprise ont été présentés. L'objectif n'était pas de dresser un inventaire des activités RATP, mais au contraire de traduire une écoute permanente et attentive aux évolutions de la ville. C'est dans ce contexte qu'étaient présentés divers aspects de services offerts par le Passe Sans Contact ainsi que le système ALTAIR et son volet AIGLE.

Les sessions

En ce qui concerne les sessions, signalons les thèmes des séances plénières : "Nouveaux horizons pour le transport public", "Financement du transport public, menace ou défi ?", "Les thèmes du transport public au cœur de l'actualité". Parallèlement, différentes séances, auxquelles ont pris part des représentants de la RATP, ont abordé, entre autres, le baromètre du degré de satisfaction de l'utilisateur, le métro léger, les chemins de fer urbains, la perception du transport public par l'utilisateur, les carburants alternatifs pour l'an 2002, la présentation de l'enquête UITP "Captiver le voyageur, choisir le transport public..."

Le Comité des métros a présenté un dossier très complet sur la consommation d'énergie des réseaux de métro dans le monde et sur les différentes possibilités de la réduire.

En clôture du Congrès, rendez-vous a été pris pour Toronto, où se déroulera le 53^e Congrès de l'UITP en 1999. ■

FLORENCE
 "Naturbus" est le nom du nouveau bus qui roule au gaz naturel à Florence en Italie. Quatorze de ces bus circulent actuellement sur 2 lignes qui traversent le centre-ville. D'ici à deux ans, l'ATAF (la société de transport de Florence) prévoit d'acheter au moins 50 à 60 autobus de ce type. Le but est de réduire le taux de pollution de la ville tout en offrant un service moderne (autobus silencieux, plancher bas, etc.). Le choix du véhicule s'est porté sur un bus à moteur MAN, équipé d'un catalyseur conçu et construit par Breda à Bologne dans la continuité des autobus articulés Breda Menaribus.

LONDRES
 Transdev, filiale de la Caisse des Dépôts-Développement (C3D) spécialisée dans le transport collectif urbain, exploite depuis cet été la London United, société britannique de transport urbain par bus. Quatre cents M.F. est le montant du rachat de cette entreprise anglaise de 1 600 salariés avec un parc d'environ 600 bus. London United est le premier réseau étranger géré par Transdev.

STUTTGART - UITP

Publications distribuées aux délégués :

- **Volume 1** : Qualité et satisfaction du client. Notre objectif : satisfaire nos clients. Baromètre de qualité et satisfaction des voyageurs.

- **Volume 2** : Transports publics et villes de petite taille : Comment desservir correctement les petites villes ? Pour un transport régional attractif et économique.

- **Volume 3** : Transports publics - Environnement et rentabilité ; première partie : les carburants du futur ; seconde partie : réduction de la consommation énergétique dans les systèmes de métro, une contribution significative à la protection de l'environnement.

HONG KONG L'HÉRITAGE DES TRANSPORTS URBAINS

Le point en matière de transports en commun sur l'ancien territoire britannique revenu à la Chine le 1^{er} juillet 1997.



Le territoire de Hong Kong occupe 1 034 km² et abrite quelque 6,5 millions d'habitants. Il est réparti sur plusieurs îles, dont celle de Hong Kong proprement dite, et sur une péninsule continentale dont la principale ville est Kowloon située face à Hong Kong sur la rive nord d'un bras de mer appelé Victoria Harbour.

La topographie "associant" bras de mer et relief montagneux fait que la place disponible est relativement rare et qu'une place limitée a été accordée aux emprises de voirie. Aussi les transports en commun occupent-ils une place prépondérante dans les déplacements de personnes (90 %).

Le réseau ferré

Concernant le réseau ferré, Hong Kong possède, outre une ligne de tramway à câble ouverte en 1888, quatre réseaux de transport en commun incluant tramways, métro et trains de banlieue. Les fameux tramways à impériale exploités par la Hong Kong Tramways Limited circulent depuis 1904.

Sur un corridor très peuplé de 16,3 km sur la rive nord de l'île de Hong Kong entre Kennedy Town à l'ouest et Shau Kei Wan, les 163 véhicules transportent chaque jour près de 300 000 voyageurs. Ils assurent une desserte fine du centre-ville sur un tracé parallèle au métro. Plusieurs projets d'extension existent, notamment vers Green Island à l'ouest de l'île et près de la côte pour desservir des zones gagnées sur la mer. Par ailleurs, des tests sont

effectués sur de nouveaux véhicules à impériale afin de remplacer ceux datant de la fin des années 80. Les 34 km de la partie ex-britannique de la ligne du Chemin de fer Kowloon - Canton (KCRC) sont exploités depuis 1910.

Jusqu'en 1982, elle était à voie unique et à traction autonome. Depuis, elle a été mise à deux voies, électrifiée en 25 kV et réservée aux trains de voyageurs. Le trafic de type RER, de l'ordre de 700 000 voyageurs/jour, est écoulé par des automotrices et par quelques voitures à deux niveaux. Les premières sont en cours de rénovation, notamment avec adjonction de portes supplémentaires, réagencement intérieur et modernisation de l'équipement électrique. La ligne est également utilisée pour des relations diurnes entre Kowloon et Canton, et nocturnes vers Shanghai et Pékin. La ligne est désormais appelée "de l'Est" avec l'émergence d'un projet de construction d'une ligne à l'ouest, dans les "Nouveaux territoires", d'une part, entre Kowloon et Tuen Mun et, d'autre part, avec une branche vers l'ex-frontière chinoise à Lok Ma Chau. Ce dernier axe doit être lui-même relié à la ligne de l'est grâce à un raccordement doté d'un grand triage notamment spécialisé dans les conteneurs allant (provenant) du nouveau terminal portuaire de Kwai Chung à Kowloon.

Le métro de Hong Kong date de 1979, les travaux de construction ayant commencé en 1975. Long de 43,2 km, il se compose de 3 lignes de longueurs comprises

entre 12 et 15 km. Les deux premières lignes, mises en service entre 1979 et 1982, relient l'île de Hong Kong à Kowloon en traversant la baie, l'une à l'ouest, l'autre à l'est ; pour cette dernière, le franchissement de la baie dans un ouvrage commun avec un tunnel routier date de 1989. La troisième ligne, ouverte en 1985 et 1986, dessert uniquement l'île de Hong Kong par un tracé sensiblement parallèle au tramway. Le trafic journalier dépasse les 2,2 millions de voyageurs. L'une des trois lignes est désormais équipée du SACEM autorisant la circulation de 34 trains par heure écoulant quelque 85 000 voyageurs dans le sens le plus chargé (voir *Savoir-Faire* n° 21 du 1^{er} trimestre 1997). Plusieurs projets d'extension existent ici aussi. L'un d'eux prendra corps à la mi-1998 avec la mise en service d'une nouvelle ligne de 34 km (Airport Express) reliant en 23 min, depuis le centre, le nouvel aéroport Chek Lap Kok situé à l'ouest de Hong Kong, sur l'île de Lantau.

Sur la partie occidentale de la presqu'île de Kowloon, il existe un réseau de métro léger d'environ 32 km. Plusieurs correspondances permettent des échanges avec la ligne de l'Ouest du Chemin de fer Kowloon - Canton. Les 99 véhicules sont alimentés en 750 V continu et reçoivent le renfort de 20 nouveaux éléments fabriqués en Australie. Le réseau écoule quelque 342 000 voyageurs par jour. Ici aussi, plusieurs projets seront réalisés pour accroître la longueur du réseau afin de desservir de nouveaux quartiers en cours d'aménagement. J.T.

LONDRES

NOUVELLE RELATION VERS HEATHROW

Une modernisation face à une demande accrue est à la base de la création d'une nouvelle liaison entre la gare de Paddington et le terminal 4.

À l'ouest de Londres, l'aéroport international de Heathrow accueille 54 millions de passagers par an. Il est relié à la capitale britannique par deux modes ferroviaires : la Piccadilly Line du métro et le chemin de fer. Le premier dessert bien le centre de Londres et est bon marché, mais il est lent et souvent surchargé. Le second, plus rapide, doit être modernisé pour faire face à une demande accrue.

Le projet de 440 millions de Livres (environ 4,4 milliards de Francs), mis au point il y a plusieurs années par les Chemins de fer britanniques (BR) et par le BAA, organisme propriétaire de l'aéroport de Heathrow, consiste à créer une nouvelle liaison rapide et confortable entre la gare de Paddington et le terminal 4. Pour cela, 19 km de la ligne actuelle du Great Western sont modernisés et électrifiés en 25 kV entre Paddington et un raccordement donnant naissance à un nouveau tronçon souterrain de 8 km jusqu'à l'aéroport. Par ailleurs, deux voies sont affectées au nouveau service en gare de Paddington.

La partie la plus "visible" du projet sera la mise en circulation de 14 nouvelles rames à quatre voitures construites par Siemens, aptes à 160 km/h. Les caisses de 23 m de long et les bogies sont construits en Espagne par CAF, tandis que de nombreuses firmes participent à la construction de diverses parties des véhicules, dont le Français Faiveley pour les portes.

Pour des voyageurs considérés comme "haut de gamme", le confort n'a pas été négligé : cli-

matisation, large espace bagages, téléphone, télévision à écran plat diffusant des informations, zone pour fauteuils roulants, toilettes. À noter, que malgré un temps de trajet court - entre 15. et 19 minutes - les rames sont dotées de voitures de 1^{re} classe.

Le service doit débiter en octobre, provisoirement entre Londres et une gare temporaire au nord de l'aéroport avec transbordement par bus jusqu'aux terminaux. Ce service dénommé "FastTrain" offre toutes les 15 minutes un trajet d'une demi-heure pour un prix de 5 Livres (50 FF).

En juin 1998, une fois l'ensemble des installations terminé, il faudra donc 15 minutes entre Paddington et la zone du terminal central, temps auquel il faut ajouter 4 minutes pour atteindre le Terminal 4.

À une échéance plus lointaine, le service Heathrow Express pourrait aussi aboutir à la gare de Saint-Pancras au nord de Londres, améliorant à la fois la diffusion et les correspondances avec d'autres lignes importantes de l'agglomération, comme, par exemple, la ligne du Tunnel sous la Manche qui y aura son nouveau terminus londonien.

(D'après Modern Railways)

BARCELONE

En avril 1997 ont été initiés, à Barcelone, des essais de métro léger. 1^{re} étape d'un projet étalé sur 2 ans : un tramway semblable à celui de Grenoble serait exploité sur une voie simple dans la "Avinguda Diagonal".

AGENDA

17/10 1997	➤ Journée débat sur le thème "Gares et quartiers de gares" Groupe de recherche Chemin de fer, Architecture et Villes. Association pour l'histoire des chemins de fer en France	PARIS France	T : (33) 01 42 82 71 70 F : (33) 01 42 82 71 72
17-22/10 1997	➤ Salon européen de l'autocar et de l'autobus	COURTRAI Belgique	T : (00+32) 51 22 60 60 F : (00+32) 51 22 72 93
21-24/10 1997	➤ 4 ^e Congrès mondial sur les Systèmes de transports intelligents : la mobilité pour tous ICC Berlin	BERLIN Allemagne	T : (49-421) 21 90 73 F : (49-421) 21 64 19
9-12/11 1997	➤ Conférence IEEE sur les systèmes de transport intelligents	BOSTON USA	T : (1) 817 731 2711 F : (1) 817 731 3181
16-19/11 1997	➤ World Congress on Railway Research	FLORENCE Italie	T : 396 687 6991 F : 396 679 1218
19/11 1997	➤ Journée technique ATEC "Évaluation"	PARIS France	T : (33) 01 45 24 09 09 F : (33) 01 45 24 09 94
26-28/11 1997	➤ 16 ^{es} rencontres nationales du transport public - GART Transports publics : d'autres regards	DIJON France	T : (33) 01 40 56 30 60 F : (33) 01 45 67 80 39
28-30/01 1998	➤ Congrès international francophone ATEC Déplacements, l'ère de la gestion	PARIS France	T : (33) 01 45 75 56 11 F : (33) 01 45 79 52 86
7/9/04 1998	➤ Railway Signalling et Telecommunication Technology	TOKYO Japon	UIC : T : (33) 01 44 49 21 21 / 20 06 UIC : F : (33) 01 44 49 21 29

DEMANDE D'ABONNEMENT A LA REVUE TRIMESTRIELLE
"RATP SAVOIR-FAIRE"

NOM :
 PRÉNOM :
 ENTREPRISE OU ORGANISME :
 ADRESSE :
 VILLE :
 CODE POSTAL : [] [] [] [] [] []

Prix pour 4 numéros : 200 FF
(France et étranger)

Date :

Signature :

Cette commande d'abonnement ne sera prise en compte qu'accompagnée de son règlement en francs français à l'ordre de la RATP.

Elle est à renvoyer à :

RATP - Revue "SAVOIR-FAIRE" 54, QUAI DE LA RAPÉE - LAC A 85 - 75599 PARIS CEDEX 12

En application de la loi 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, nous informons les souscripteurs d'abonnements que les données recueillies ci-dessus feront l'objet d'un traitement informatique et ne seront utilisées qu'à seule fin d'expédition de la revue. Tout abonné désirant accéder à l'extrait de fichier le concernant et rectifier éventuellement les informations qu'il contient doit s'adresser à la Délégation Générale à la Communication publique de la RATP, seule destinataire des données et utilisatrice du fichier.



QUELLE MOBILITÉ POUR DEMAIN ? UN AUTRE REGARD SUR LES TRANSPORTS

par Jean Hourcade (préface de Neil Kinnock, commissaire européen chargé des Transports)

Instrument de guerre ou de paix suivant les ères, les transports ont structuré le système dans lequel nous vivons et évoluons au sein de l'Europe et du "village monde". À travers une mobilité envahissante et une course à la vitesse toujours accrue, l'homme n'est-il pas en train d'attenter à ces ressources rares que sont l'espace, l'atmosphère, l'énergie fossile, voire la vie elle-même ? Pour l'auteur, la cote d'alerte est atteinte. Cependant, c'est l'humanité elle-même qui détient les clefs de son avenir, au sein duquel il lui sera nécessaire d'utiliser son génie à promouvoir une évolution moins quantitative et plus qualitative de sa mobilité. Ce comportement, l'auteur lui donne le joli nom de "mobilité".

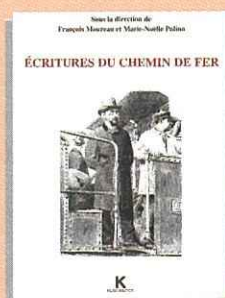
Redonner au transport et notamment au transport collectif ses lettres de noblesse, voilà une (noble) tâche pour les générations actuelles et futures. Voilà aussi un vaste champ de développement, de progrès et d'exemplarité pour l'Europe.

Paris, Presses de l'Institut du Transport Aérien (ITA), 1996, 160 pages, graph, tabl, photo, ISBN 2-908537-15-X (Cote : OUV1307).

LE PARTICULARISME DES RELATIONS DU TRAVAIL DANS LES ENTREPRISES PUBLIQUES À STATUT

par Jacky Chorin (préface de Pierre Rodière)

S'appuyant sur une première partie historique explicitant le sens et la



ÉCRITURES DU CHEMIN DE FER

sous la direction de François Moureau et Marie-Noëlle Polino

Le chemin de fer est d'abord l'intrusion de la vapeur, de sa force brutale, de son sifflement mécanique dans un paysage humain qui n'avait guère changé depuis Homère. Avant de relier, le chemin de fer sépare : les rails découpent, giflent, égratignent, violent le territoire comme aucune autre production du génie humain ne l'avait fait jusqu'alors (...). Mais au monstre ferroviaire se substitua rapidement l'univers fraternel des gares, lieux de rencontres, où le quai propose au voyageur pressé l'espoir d'un ailleurs qu'un simple ticket permet d'atteindre. Vagabondage cinétique en ligne droite, le train est à lui-même un monde (...). Le chemin de fer suscita naturellement ses écrivains cheminots, humbles serviteurs du mythe ou orgueilleux pontifes de la vitesse et de la modernité (...).

Klincksieck, 1997, 160 pages.

portée des statuts professionnels imprégnés du droit de la fonction publique, l'auteur propose dans cet ouvrage de dresser l'état des particularismes des régimes juridiques applicables aux personnels des entreprises publiques. Il apparaît que deux tendances se dessinent : la première est celle d'un rapprochement de plus en plus évident avec le droit commun du travail ; la seconde, à l'inverse, déplace le débat vers la question de l'application du Code du travail à ces entreprises. À cela

s'ajoute le poids de l'Administration. Tous ces éléments témoignent, en fait, de formes diversifiées de résistance au droit commun du travail et du maintien d'un particularisme important.

Paris, Bibliothèque de Droit Privé, tome 245, Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence, décembre 1994, 568 pages, ISBN 2-275-00366-5 (Cote : OUV1301).



LA VIE DU RAIL : NUMÉRO SPÉCIAL UITP

À l'occasion du grand rendez-vous qu'est le salon de l'UITP, "La Vie du Rail et des Transports" a comparé six grandes métropoles mondiales : Berlin, Londres, Mexico, New York, Paris et Tokyo. Comment les villes organisent-elles leurs transports ? L'investissement est-il suffisant ? Les services rendus par les réseaux sont-ils suffisants ? Autant de questions qui se posent aux professionnels du transport. Autant de thèmes qui ont été débattus à Stuttgart entre le 2 et le 5 juin 1997, à l'heure où, partout dans le monde, le transport public doit relever le défi d'une urbanisation croissante. Ce numéro comprend également une interview de Jean-Paul Bailly, nouveau président de l'UITP, sur les trois grands défis actuels des transports collectifs.

Paris, "La Vie du rail et des Transports" n° 2598, 28 mai 1997, 66 pages, photos, cartes, plans, graph.

DANS LA REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

Octobre 1997

- "Une station de métro aérienne acte architectural" d'exception, par D. Farray.
- Le projet "Dossiers Pilotes Informatisés", par J.-C. Wadel (Dir. V).
- "L'expérience française du financement des projets de TGV : problématique générale", par P. Lubek.

Novembre 1997

- "Les automotrices régionales TER-2N", par J.-C. Boutonnet et R. Baldocchi.
- "La régionalisation des transports ferroviaires", par H. Haenel.

Décembre 1997 Maquettes, modèles et simulation (n° spécial)

- "Le Design", par L. M. Cléon.
- "Les maquettes techniques (cabine de conduite, pupitre de conduite, caisse, etc.)", par J. Delhaye.
- "Les images virtuelles", par L.M. Cléon et Manceau (Renault).
- "Les simulations numériques (crash, aérodynamique, composite)", par Buteau.
- "Les maquettes de validation", par Gec-Alsthom.
- "Qu'apporte la modélisation pour un nouveau produit ?", par Dommergue et Grunenberger (MBD).
- L'interview : Alain Pras (les maquettes promotionnelles).
- Maquettes et modèles en hydraulique fluviale (P).
- "Les ouvrages d'art du TGV Méditerranée, la maquette, outil d'aide à la décision", par B. Alary.
- "Essai sur modèle du comportement de ponts-rail réalisés à partir de poutres préfabriquées en béton précontraint par adhérence", par C. Bousquet (Ouvrages d'art).
- Équipements lourds OA : le prototype, outil de sélection des fournisseurs (LN5).
- Un article sur la gare (AP).
- "RATP et la réalité virtuelle", par Y. Kaminagai et R. René-Bazin (RATP).
- "La maquette de Lagny", par H. Zuber (RATP).

PUBLICATIONS CONSULTABLES À LA MÉDIATHEQUE RATP qui met à votre disposition des informations sur les transports publics urbains en France et à l'étranger ainsi que les archives de l'entreprise.
☎ : 01 49 57 87 09, Unité spécialisée "Mémoire de l'entreprise-Information documentaire", Département du Patrimoine, 8, Av. des Minimes, 94300 Vincennes. M° : Bérault. Gare RER : Vincennes.

ENVIRONNEMENT

Les bus électriques

Deux minibus électriques circulent, à titre expérimental, sur le Montmartrobus depuis février 96.

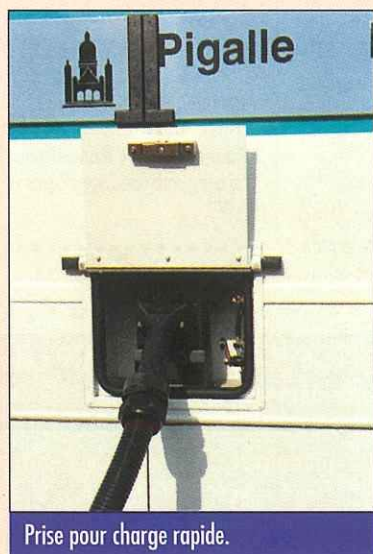
LE PROJET BUS ÉLECTRIQUES

Ce projet a débuté fin 1994 en partenariat avec la Ville de Paris et EDF. Le cadre fixé pour le projet était d'adapter sur un minibus existant, sans modification de sa structure, une chaîne de propulsion électrique, et de mesurer, en conditions réelles d'exploitation, les capacités et les limites de ce type de véhicule.

Pour répondre au cahier des charges fonctionnel défini par le département du Matériel Roulant Bus (MRB), la RATP a confié la conception de ces deux bus prototypes à la société Ponticelli, sur la base d'un véhicule thermique de la société Gruau. Le moteur et l'électronique de puissance ont été réalisés par la société Leroy-Somer, les batteries Cadmium-Nickel et les chargeurs ont été fabriqués par la société Saft.

Ces bus comportent des particularités techniques, telles qu'un système électronique alertant les conducteurs des dysfonctionnements des variateurs, des moteurs et de la tension de traction, qu'un moteur bifonctions émettant et récupérant de l'énergie électrique.

Après homologation des bus, des séries de tests étaient menées par la RATP avec le constructeur et EDF. Les deux prototypes ont été mis en service en février 1996 sur la ligne Montmartrobus.



Prise pour charge rapide.

RATP - SG - Netanski



Bus en charge rapide au terminus de la Mairie du XVIII^e.

LES DONNÉES DE L'EXPÉRIMENTATION

Après une mise en exploitation progressive due aux problèmes d'implantation de chargeur, les minibus de 30 places roulent cinq jours sur sept depuis le mois de septembre 1996. Les recharges rapides des batteries se déroulent à chaque fin de tour des bus au terminus de la Mairie du XVIII^e. Chacune dure 6 mn et permet de récupérer 75 % de l'énergie consommée. Une recharge normale et complète s'effectue de nuit au centre bus de Belliard.

L'autonomie des bus sur le parcours tourmenté et pentu (jusqu'à 13%) du Montmartrobus permet de les utiliser en exploitation sur 15 tours de 6 km, soit un parcours total de 95 km dans la journée.

PREMIER BILAN

Les bus ont parcouru chacun 8 500 km. Depuis février 1996, ils ont été immobilisés 31 jours au total, dont 25 sont à attribuer à la défaillance des chargeurs. Les problèmes d'adaptation des chargeurs sont résolus. Les essais effectués sur ligne dans le cadre du partenariat avec EDF sont satisfaisants et correspondent aux attentes de la RATP. Les mesures enregistrées ont permis de limiter la charge rapide à 4 minutes par tour, ce gain de temps facilite l'utilisation des bus électriques face aux contraintes de l'exploitation.

Suite aux remarques des conducteurs, des améliorations techniques ont été appliquées aux chargeurs et sont en cours de validation sur le poste de conduite des bus existants.

• CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- Moteur de Type Leroy-Somer PMV 160 LR, asynchrone triphasé 400 V
- Puissance maximale : 110 kW de 2 500 à 5000 t/mn
- Commande par variateur à contrôle vectoriel de flux
- Traction : tension 540V/DC
- Batteries : 90 X 6 V - 136 Ah
- Variateur : 540 V/DC - 400V/AC
- Vitesse maximum : 45 km/h - Pente maximum gravie : 19,5 %.



CAMPAGNE POLLUTION

"Tout ce qui respire vous dit merci", TELLE EST L'ACCROCHE DES AFFICHES MISES EN PLACE DANS LES STATIONS DE MÉTRO ET LES GARES RER, AINSI QUE DANS LES BUS, LORS DES PICS DE POLLUTION DE NIVEAU 2 DES 20 ET 21 AOÛT 1997 ET DE NIVEAU 3 LE 1^{er} OCTOBRE. AVEC CETTE CAMPAGNE DE COMMUNICATION, LA RATP VEUT, EN PARTICULIER, REMERCIER LES VOYAGEURS QUI ONT DÉLAISSÉ LEUR VOITURE POUR SE REPORTER SUR LES TRANSPORTS EN COMMUN. RAPPELONS QUE, POUR LA PREMIÈRE FOIS, DES MESURES TARIFAIRES TRÈS AVANTAGEUSES ONT ÉTÉ APPLIQUÉES LES 20 ET 21 AOÛT PAR LES POUVOIRS PUBLICS AFIN D'INCITER LES AUTOMOBILISTES À RENONCER À L'USAGE DE LEUR VÉHICULE.

T2, UNE NOUVELLE LIGNE DE TRAMWAY

LONGUE DE 11,4 KM ET COMPRENANT 13 STATIONS, LA LIGNE DE TRAMWAY T2 QUI RELIE LA DÉFENSE À ISSY-VAL-DE-SEINE, A ÉTÉ OUVERTE AU PUBLIC LE 2 JUILLET 1997. ELLE S'INTÈGRE DANS LA PREMIÈRE ROCADÉ DU PROJET ORBITALE DE LIAISONS INTERBANLIEUE AUTOUR DE PARIS. LE 4 SEPTEMBRE, LE RÉSEAU DE BUS DU SECTEUR A ÉTÉ RESTRUCTURÉ AFIN D'AMÉLIORER SA COMPLÉMENTARITÉ AVEC LA LIGNE DE TRAMWAY. C'EST L'OPÉRATION AUTREMENT BUS VAL-DE-SEINE.



RATP - SG - Dipay

"DEMANDEZ - NOUS LA VILLE"

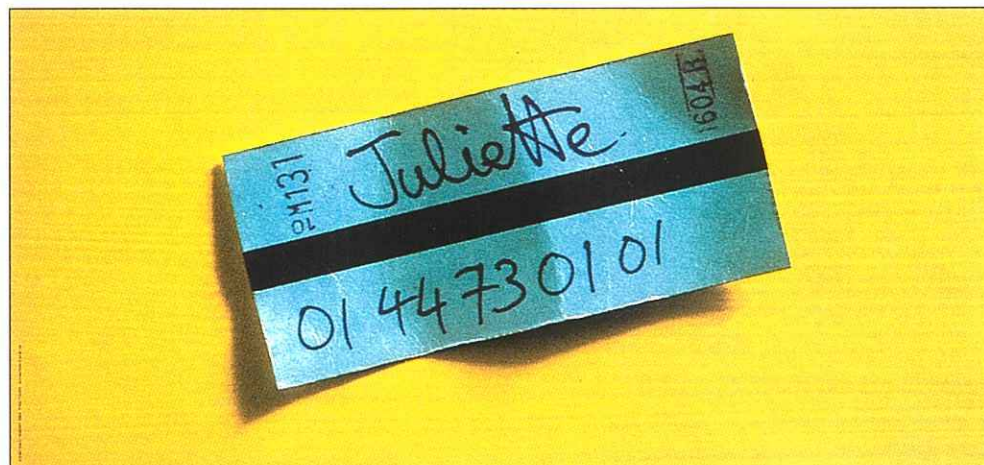
L'OPÉRATION DE RENTRÉE 1997 S'EST DÉROULÉE DU 4 AU 11 SEPTEMBRE. IL S'AGISSAIT D'ALLER À LA RENCONTRE D'UN GRAND NOMBRE DE FRANCILIENS POUR LES INFORMER SUR NOS SERVICES. SUR QUELQUE 125 SITES, SITUÉS PLUS PARTICULIÈREMENT HORS DE NOS EMPRISES HABITUELLES, UN POINT D'INFORMATION A ÉTÉ ANIMÉ PAR DES AGENTS D'EXPLOITATION ET D'AUTRES SECTEURS DE L'ENTREPRISE.



RATP - SG - Morguette



CAMPAGNE DE PUBLICITÉ - 3^e VAGUE DU 16 AU 26 SEPTEMBRE 1997



**Le bonheur est
au fond de la poche.**



LA MEILLEURE
FAÇON D'AVANCER.



**Il y a une vie
après le bureau.**



LA MEILLEURE
FAÇON D'AVANCER.

Après la mise en évidence des avantages du métro (en mai), et la valorisation de ses clients, utilisateurs "malins" (en juin), la RATP a lancé une 3^e vague d'affiches.

Elles invitent les Franciliens à utiliser les transports en commun pour leurs déplacements de loisir et visent à améliorer leur image.