

REN

T . G . V .

039748



T.G.V. Pont sur la Saône à Macon, poussé sur 340 mètres.



*a participé à la réalisation du GENIE CIVIL du  
TGV*

*Lots 7, 8, 9, 10 bis et grands ouvrages  
114 kilomètres de plate-forme de voie ferrée  
(terrassements, assainissements et grands ouvrages d'art)...  
et continuera à œuvrer pour le RAIL en pilotant  
et en exécutant le génie civil du Métro du Caire.*

**Société Générale d'Entreprises pour les Travaux Publics et Industriels**

19, rue du-Pont-des-Halles, 94536 RUNGIS CEDEX, tél.: (1) 687.22.36

Télex : 202093 EUROGIS F

# sommaire

## Directeur de la publication :

Yves BOISSEREINQ  
 Président de l'Association

## Administrateur délégué :

Philippe AUSSOURD  
 Ingénieur  
 des Ponts et Chaussées

## Rédacteurs en chef :

Olivier HALPERN  
 Ingénieur  
 des Ponts et Chaussées  
 Benoît WEYMULLER  
 Ingénieur  
 des Ponts et Chaussées

## Secrétaire générale de rédaction :

Brigitte LEFEBVRE du PREY

## Assistante de rédaction :

Eliane de DROUAS

## Rédaction - Promotion Administration :

28, rue des Saints-Pères  
 Paris-7<sup>e</sup> - 260.25.33

**Bulletin de l'Association Nationale des  
 Ingénieurs des Ponts et Chaussées, avec la  
 collaboration de l'Association des Anciens  
 Elèves de l'École des Ponts et Chaussées.**

## Abonnements :

- France **200 F.**
  - Etranger **200 F** (frais de port en sus).
- Prix du numéro ; **22 F**

## Publicité :

Responsable de la publicité :  
 H. BRAMI

Société OFERSOP :  
 8, Bd Montmartre  
 75009 Paris  
 Tél. 824.93.39

L'Association Nationale des Ingénieurs des Ponts et Chaussées n'est pas responsable des opinions émises dans les conférences qu'elle organise ou dans les articles qu'elle publie.



## dossier

Préface	
Jean VELITCHKOVITCH .....	17
La dynamique ferroviaire à grande vitesse par J. ALIAS et A. PRUD'HOMME	18
Le matériel roulant J.M. METZLER .....	22
Le service TGV par J. RAVEL .....	29
La construction de la ligne à grande vitesse Paris-Sud Est E. CHAMBRON .....	39
Réalisation d'une ligne ferroviaire moderne P. AVENAS et J. DOULCIER .....	46
La signalisation Ph. ROUMEGUERE et G. SARDIN	52
Technologie et mise en place G. JANIN et G. MOHR .....	58
Les bâtiments J.P. MERLATEAU .....	63
Alimentation en énergie de la traction électrique H. MOLINS .....	68
Les études Géotechniques J. BAYON et Ch. PAREY .....	72

## rubriques

<b>Réalisation dans les D.D.E.</b>	
.....	76

## La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

Rapport Moral de l'Amicale de Secours .....	78
Colloques .....	81
Mouvements .....	82

**Couverture :**  
 Photo SNCF - CAV

IMPRIMERIE MODERNE  
 U.S.H.A.  
 Aurillac

**Maquette :** Monique CARALLI

**De la messagerie  
à l'express  
le Sernam vous propose  
pour le transport de vos colis  
une gamme complète  
de services  
à délais garantis.**



**SERNAM**   
service national des messageries de la **SNCF**

# **L'Express TGV**

*L'utilisation du TGV depuis le 28 septembre 1981 permet au SERNAM de promouvoir un produit express de haut de gamme destiné à contenir la vive concurrence de l'aviation et de services mixtes air-route.*

*Sur Paris-Lyon, dans chaque sens, 3 TGV en matinée et 3 l'après-midi ont été retenus pour l'offre Express TGV. Sur Paris-Dijon, 1 TGV par jour dans chaque sens achemine le trafic.*

*La durée des formalités au départ et des opérations terminales a été réduite au minimum : 1/2 heure au départ, 1/4 d'heure à l'arrivée en cas de livraison en gare.*

*Les colis sont livrés au domicile du destinataire dans un délai d'une heure après l'arrivée du train à Lyon, Dijon et les communes limitrophes de ces 3 villes (1 H 30 pour certaines villes de l'agglomération lyonnaise) ainsi que dans les 20 arrondissements de Paris.*

*Les débuts de l'Express TGV sont encourageants. La clientèle est diversifiée : fabricants de pièces de rechange (pièces mécaniques, pièces d'ordinateurs, matériel électronique, matériel médical), imprimeurs, métiers de la publicité, banques pour des supports informatiques, hôpitaux (sang)...*

*Il s'agit souvent d'un trafic de dépannage très urgent repris à l'avion.*

*Grâce à l'Express TGV, le SERNAM a bénéficié des retombées de l'impact du lancement du TGV. Des reportages spécifiques à la télévision, sur les ondes et dans la presse, ont été consacrés à ce nouveau produit.*

*A chaque étape de l'extension du Service Voyageurs TGV de nouvelles relations seront offertes à notre clientèle.*

## **ENTREPRISE JEAN SPADA**

**TRAVAUX PUBLICS ET PARTICULIERS  
BATIMENT**

**CARRIERES — BALLASTIERES**

**TRANSPORTS**

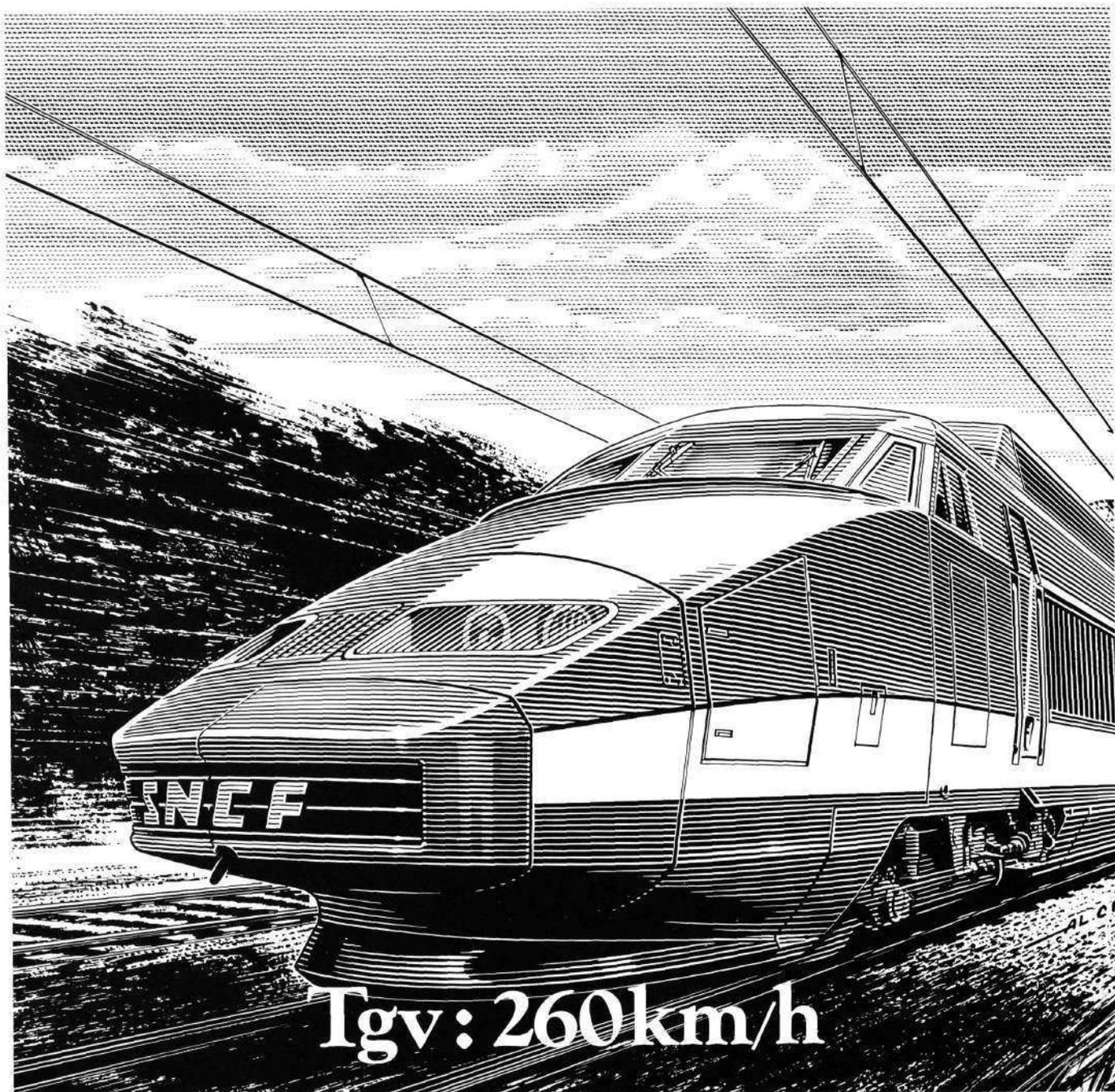
**PORTS DE PLAISANCE**

Société Anonyme au capital de 13.013.000 Francs  
régie par les articles 118 à 150 de la loi sur les Sociétés Commerciales

RCS NICE B 958 804 551

22, avenue Denis Séméria - 06300 NICE  
Boîte Postale 244 - 06001 NICE CEDEX

Tél. : 56.25.25  
Telex SPADANI 970083 F



318 km/h aux essais, 260 km/h de vitesse commerciale.

C'est le Tgv/Pse : très grande vitesse, Paris - Sud-Est.

Dans sa fabrication, le souci de sécurité a dominé.

Le capot central et le capot arrière de la motrice supportant les pantographes et tous les appareils de toiture

ont été réalisés uniquement à l'aide de profilés filés 6060 T5 de grande dimension.

Ces profilés emboîtés et soudés ont été fabriqués sur la presse 6000 tonnes de l'usine Issoire de Cegedur Pechiney (Cp).

De nombreuses autres pièces telles que les panneaux de fond de fosse, les différents capots de la motrice, y

compris le spectaculaire capot avant, sont également en alliages d'aluminium Cp.

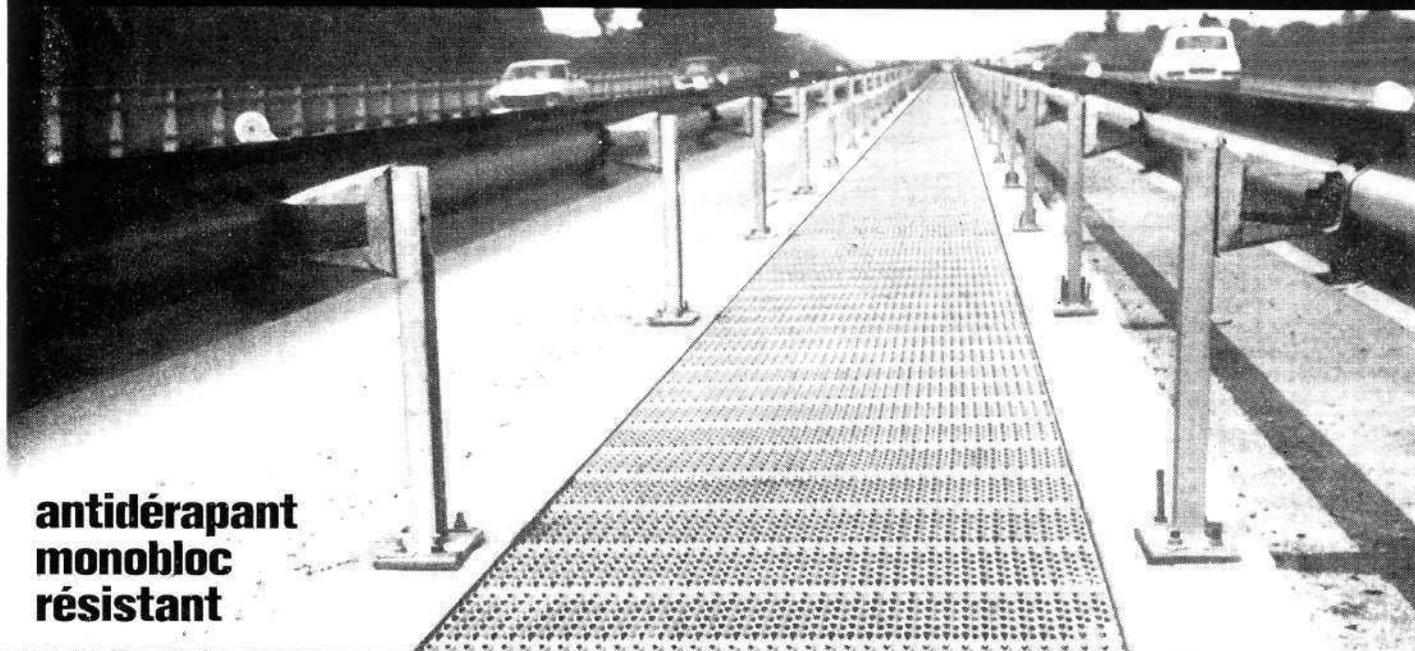
Bien d'autres organes encore, tels que les portes latérales de la motrice en A-S13 d'Aluminium Pechiney Vente (Apv) et l'attelage de secours en A-U5GT d'Apv, moulés par les fonderies Montupet, font appel aux alliages d'aluminium.

## ALUMINIUM PECHINEY

23, rue Balzac, 75008 PARIS, Tél. : 561.61.61.  
CEGEDUR PECHINEY 66, avenue Marceau, 75008 PARIS, Tél. : 723.55.15



# "STEPBLOC" un caillebotis SECURITE



**antidérapant  
monobloc  
résistant**

Demandez nos notices Z303 et Z312 à

**KRIEG et ZIVY**  
industries

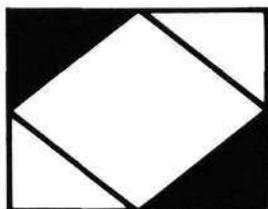
10. AVENUE DESCARTES - BOITE POSTALE 74  
92350 - LE PLESSIS - ROBINSON - TEL. 630.23.83  
TELEX : ZEDKA 270328 F

pyc publicité

STAND 5304 - Bât. 5 - Allée E3

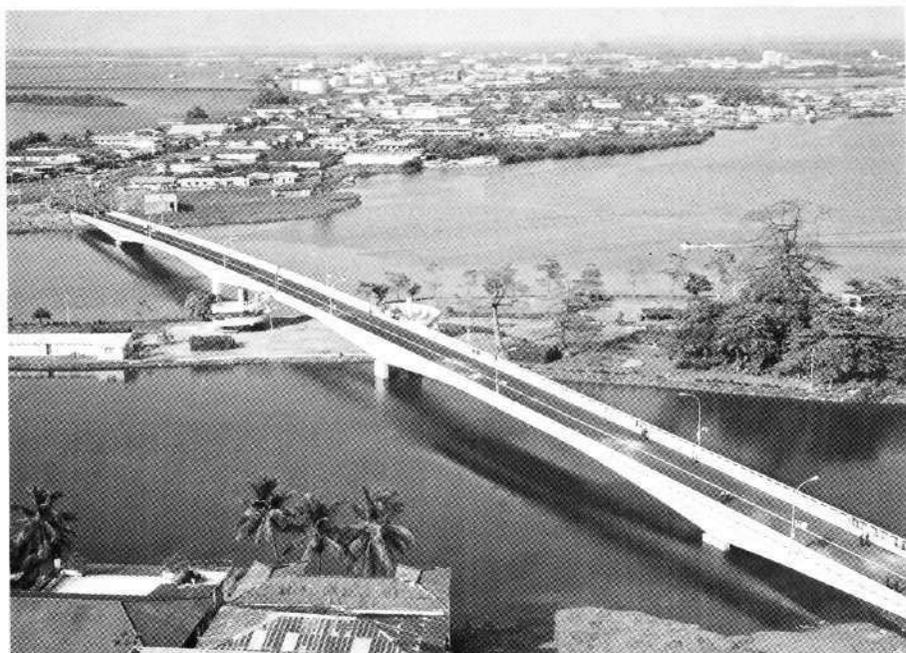


**LE TGV:  
UNE REALITE...**



# Dragages et Travaux Publics

Tour Eve · La Défense 9 · 92806 Puteaux · Cedex France



## en France et dans le monde entier

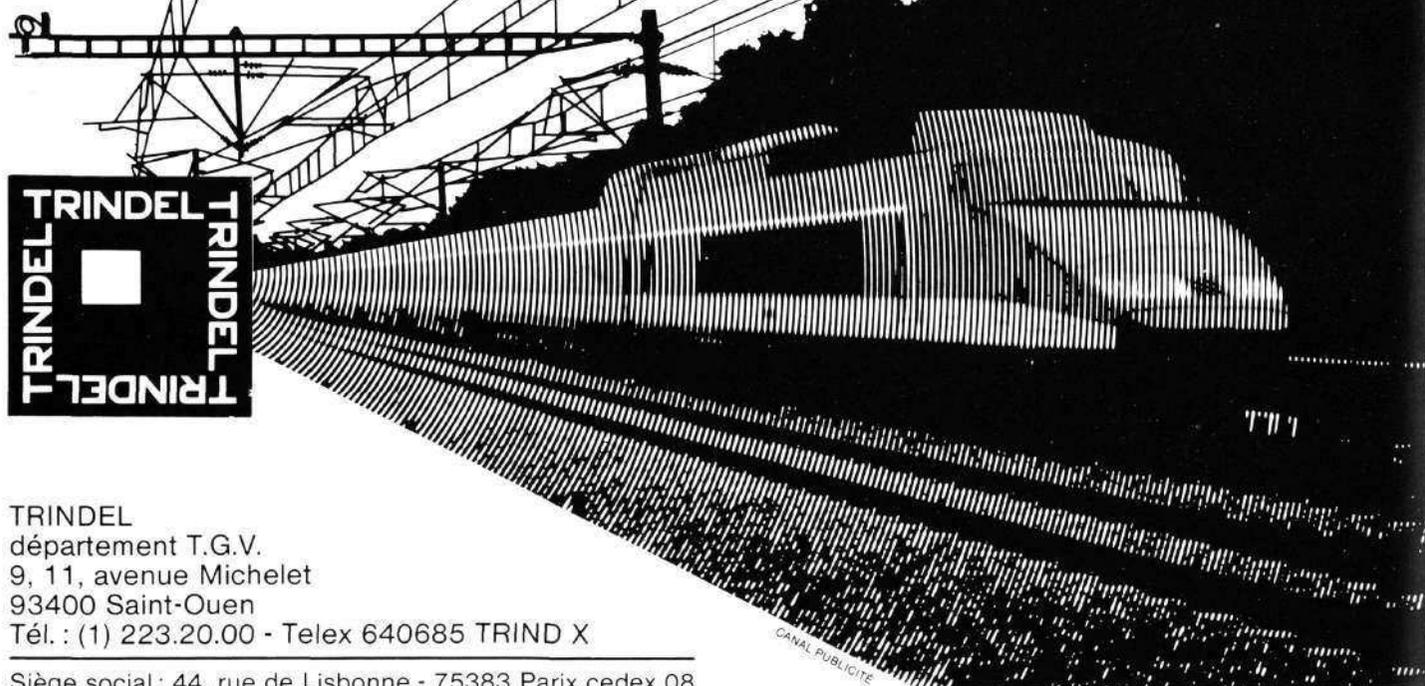
- Terrassements
- Travaux maritimes
- Barrages et canaux
- Routes et voies ferrées
- Aéroports
- Ouvrages d'Art
- Bâtiments et usines
- Travaux souterrains

Pont Gabriel Johnson Tucker à Monrovia

HAECHLER 210

# TRINDEL

département T.G.V.  
électrifié en 25 kV  
la ligne du T.G.V.



TRINDEL  
département T.G.V.  
9, 11, avenue Michelet  
93400 Saint-Ouen  
Tél. : (1) 223.20.00 - Telex 640685 TRIND X

Siège social : 44, rue de Lisbonne - 75383 Paris cedex 08

# médas s.a.

6, 8, 10, RUE GRANGIER  
03200 VICHY - ☎ 98-46-78

JUMELLES  
LONGUES-VUES  
LUNETTES ASTRONOMIQUES  
TELESCOPES  
INSTRUMENTS DE PRECISION

Vous avez envie de fuir, de vous échapper du quotidien, de vivre plus près de la nature, de l'observer, de la photographier, accordez-vous alors quelques minutes pour découvrir les CELESTRON.

Imaginez des instruments polyvalents, à la fois téléobjectif, longue-vue terrestre et télescope, qui soient aussi maniables, compacts et esthétiques... C'est la gamme des CELESTRON, neuf modèles différents qui permettent aussi bien des observations terrestres et astronomiques que la téléphotographie. Pour les fanatiques de longue focale, un 750 mm F/6, 1 000 mm F/11 ou 1 250 mm F/10, voilà de quoi rêver ! En terrestre, par leur système optique à miroirs, ce sont des longues-vues surpuissantes, d'une luminosité exceptionnelle et pour les curieux du ciel ou astronomes déjà confirmés, les CELESTRON représentent des instruments extraordinaires de grand diamètre : 127 mm, 203 mm, 280 et même 355 mm pour un encombrement minimum.



Celestron 90

Pour tous renseignements : Médas, B.P. 181, 57, avenue Doumer à Vichy. Exposition permanente.

## ENTREPRISE Bourdin & Chaussé

SA au Capital de 21 000 000 F

35 rue de l'Ouche Buron  
44 300 NANTES

Tel (40) 49 26 08

Direction Generale

36 rue de l'Ancienne Mairie  
92 100 BOULOGNE

Tel 604 13 52

*Terrassements*

*Routes et aerodromes*

*Voirie urbaine*

*Assainissement*

*Reseaux eau et gaz*

*Genie civil*

*Sols sportifs*

*et industriels*

## La Compagnie de Recherches et d'Etudes Océanographiques



GROUPE COGEMA

Le Bout Blanc

17000 LA ROCHELLE

Tél. : (46) 41.13.13

Telex : 791 779 F

est partagée en deux départements :

- l'océanographie
- l'altération et la protection des matériaux

Composée de Chercheurs,  
d'Ingénieurs, Techniciens spécialisés,  
elle peut intervenir  
comme bureau d'études et conseils  
dans des domaines pluridisciplinaires  
auprès des organismes intéressés

## Un grand spécialiste des terrassements

55 000 CV  
7 000 000 m<sup>3</sup>/an



**Entreprise Valerian**

**TERRASSEMENTS  
TRAVAUX PUBLICS**

S.A. au Capital de 6 000 000 F.  
B.P. 12  
84350 COURTHÉZON  
Tél. 70.72.61 - Télex 432582



# BRUYERE

TRAVAUX PUBLICS-BÉTON ARMÉ-CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

### SIEGE SOCIAL

14, rue de Prony — **75017 PARIS**  
Tél. : **763.25.42** — Telex : 641.138 F

### AGENCES

Route de la Grande Paroisse - BP 44  
**77130 MONTEREAU**  
Tél. : **432.07.41** — Telex : 691892 F

Route de Creil — BP 8  
**60340 ST LEU D'ESSERENT**  
Tél. : **(4) 425.71.28** — Telex 140172 F

Centrale Nucléaire E.D.F.  
ST-ALBAN - ST-AURICE L'EXIL — BP 19  
**38550 PEAGE DU ROUSSILLON**  
Tél. : **(74) 29.42.59** — Telex : 370200 F

## csee

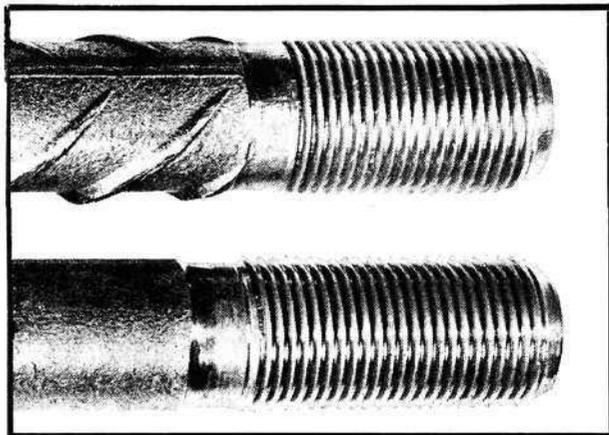
**le progrès en automatismes  
et signalisation ferroviaires**



compagnie de signaux  
et d'entreprises électriques

17, place Etienne-Pernet 75738 Paris Cedex 15  
Tél. : (1) 533.74.44 - Télex : CSEE 203926 F

## Acier Filet Roulé



ECROU — BOULON D'ANCRAGE  
MANCHON POUR RECouvreMENT  
MANCHON TENSION 1/2 pas droit — 1/2 pas gauche

**CARACTERES MECANIQUES GARANTIS**

Contrainte minimale de rupture

Allongement minimal de rupture



Route de la Navale 44220 COUERON,  
Téléphone (40)86.07.07 Telex : 700 240



**ENTREPRISE**

**PICO**

**TRAVAUX  
PUBLICS  
BATIMENT**

**42, Bd Victor-Hugo 04002 Digne**

**Tél. : 31.30.51**

**Entreprise  
DROUARD  
FRERES**



S.A au capital de 13 000 000 de F

153, rue de la Pompe, **75782 Paris Cedex 16**

**Téléphone : 727.41.49**

**Travaux publics - Voies ferrées  
Bâtiments - Génie Civil**

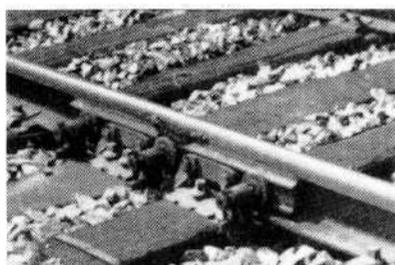
**Electrification H.T., M.T., B.T.  
Caténares - Eclairage public**

**Constructions et installations industrielles  
Adduction d'eau**

— 500 km de voie simple déjà posés, y compris  
70 appareils de voie pour la Ligne Nouvelle  
Paris — Sud - Est

— Travaux de mise en conformité de la voie pour  
le RECORD du MONDE de VITESSE

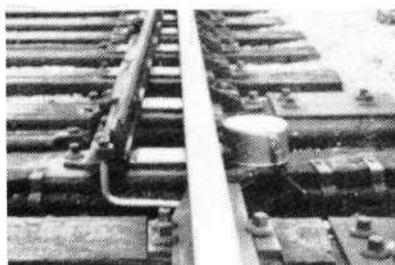
## **SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS PAULVÉ**



### **Joint de voie PAULVÉ**

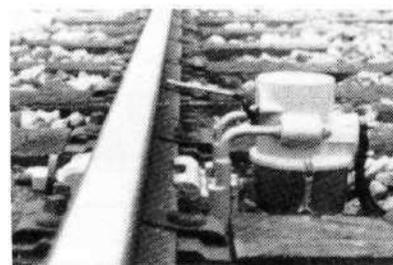
Sans perçage des rails  
Vitesse - Confort - Sécurité - Fiabilité

- Joints standard
- Joints isolés
- Joints de dilatation



### **Contrôleur d'aiguille PAULVÉ**

Plus de 100.000 en service  
sur le réseau S.N.C.F.  
Sécurité absolue  
même sur aiguillage talonnable



### **Détecteur de signalisation PAULVÉ**

**HAUTE FIABILITÉ**  
Sécurité d'emploi  
Les seules pièces d'usure sont  
interchangeables sur place  
Vitesse d'exploitation : 100 m/s.  
Temporisation climatisée — 30° + 70°  
Directionnel, 4 circuits séparés  
Sans microcoupure à très haute accélération

*DOCUMENTATION SUR DEMANDE A :*

**S.E.P.P.**

**Moulin des Serres - 83490 LE MUY**



# S O B I L O R

**7, rue Poincaré - 57200 SARREGUEMINES**  
**Tél. : (8) 798.25.88 - B.P. 147**

*distribue dans toute la FRANCE :*

- délinéateurs
- balises J1 - J3
- poubelles et mobilier de parkings
- signalisation de chantier lumineux

**EMPLOI INFO**

# diplôme

Que vous soyez cadre expérimenté ou jeune diplômé, si vous êtes motivé par la recherche efficace d'une nouvelle situation, nous vous proposons une **information prioritaire** concernant des offres d'emplois réservées aux diplômés. Pour être **plus rapidement informé**, recevez **confidentiellement et gratuitement** des offres de situations avant parution.

...remplissez et retournez ce

**BON POUR RECEVOIR GRATUITEMENT**

**DM CAMPUS**  
DIRECT MAIL

à I.C.A. 3 RUE D'HAUTEVILLE - 75010 PARIS

NOM \_\_\_\_\_ PRENOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

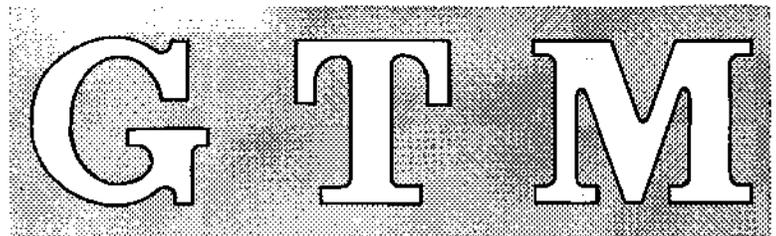
VILLE \_\_\_\_\_ TEL. \_\_\_\_\_

FONCTION \_\_\_\_\_

ECOLE \_\_\_\_\_

PCM

AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES  
CENTRALES NUCLÉAIRES - CENTRALES THERMIQUES  
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES  
TRAVAUX DE PORTS - ROUTES - OUVRAGES D'ART  
BÉTON PRÉCONTRAIT - CANALISATIONS POUR FLUIDES  
CANALISATIONS ÉLECTRIQUES - PIPE-LINES



## Grands Travaux de Marseille

61, avenue Jules-Quentin - NANTERRE (Hauts-de-Seine)  
Tél. : (1) 725.61.83  
Télex : GTMNT 611 306 - Télécopieur

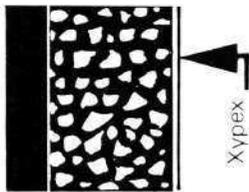
à St-Etienne une entreprise dynamique



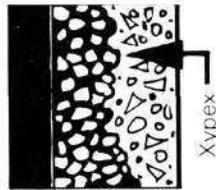
terrassements généraux, bâtiments industriels, ouvrages d'art, réseaux divers, démolitions, voirie

## GRANDS TRAVAUX DU FOREZ

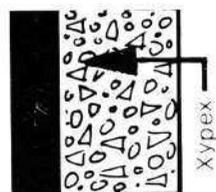
B.P. 97 - Rue Florent-Evrard - 42010 ST-ETIENNE - Tél. : (77) 57.09.90



1) après l'application



2) après plusieurs semaines



3) après plusieurs mois

Ce schéma sommaire montre l'action du Xypex depuis le moment de l'application et après plusieurs mois.

Un nouveau procédé pour l'imperméabilisation fait désormais l'objet d'un Cahier des Charges approuvé par le Bureau VERITAS.

Il s'agit d'un procédé complet de cuvelage concernant l'imperméabilisation des surfaces, des joints et des défauts (fissures, ségrégations, reprises défectueuses,...).

Il s'applique aux constructions enterrées, aux réservoirs, tunnels, etc...

La solution traditionnelle consiste à interposer une barrière étanche entre le support et la pression d'eau. Les qualités de l'étanchéité sont celles de la barrière, ses défauts aussi : d'une manière générale, inefficacité en contre pression élevée. De plus, il est souvent nécessaire de protéger la couche d'étanchéité, car tout dommage annule l'étanchéité.

### Tout autre est le procédé XYPEX, c'est son nom.

Il s'agit de rendre le support étanche par le traitement de ses défauts.

En effet, chacun sait faire une éprouvette de béton étanche, mais un chantier réel est un assemblage de bétons de qualités diverses, avec des joints, des ségrégations, puis des fissurations intervenant plus ou moins rapidement.

— Le traitement est très simple dans le cadre de travaux neufs et se réduit, après réparations et ragréages, à l'application en une ou deux couches (suivant la valeur des pressions hydrostatiques) d'une barbotine de produits XYPEX.

Après séchage complet, l'aspect est celui d'un béton brut.

Cette barbotine va, par osmose, provoquer une cristallisation dans les pores et interstices du béton dans toute son épaisseur. Cette action n'est pas limitée dans le temps car, et c'est l'originalité du procédé, une microfissuration ultérieure (même après plusieurs années) se boucherait d'elle-même, s'interdisant de devenir une véritable fissure. Le béton est devenu vivant en quelque sorte, et réagira à toute nouvelle venue d'eau. De plus, il est protégé, atmosphères ou liquides corrosifs ne peuvent pénétrer et attaquer les armatures ou former des sels expansifs.

— Dans le cadre de constructions anciennes, ce procédé apporte souvent une solution inespérée à des cas auparavant insolubles.

Ainsi, des réservoirs, des bassins de traitement des eaux peuvent être traités de l'extérieur sans en interrompre le fonctionnement. Les produits XYPEX sont en effet tout aussi efficaces en pression qu'en contre pression.

Les références sont nombreuses dans le monde entier : stations de traitement des eaux, tunnels routiers, métro, parkings enterrés, etc...

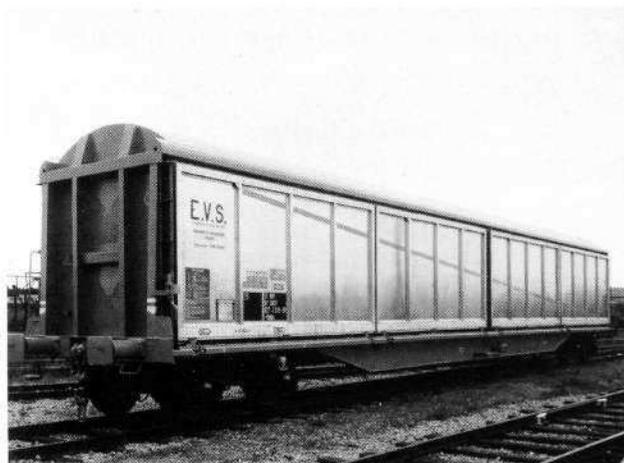
Pour tout renseignement, s'adresser à

**XYPEX CHEMICALS FRANCE**

14, rue de Suffren **06400 CANNES** Tél. : (93) 39.70.90 Telex : 470 907

## VOUS QUI UTILISEZ DES MOYENS MODERNES DE MANUTENTION

### SAVEZ-VOUS QUE



LE WAGON **EVS**

vous fait **GAGNER SUR :**

- les manutentions,
- les AVARIES,
- LES FRAIS DE TRANSPORT ?

**LE WAGON A PORTES COULISSANTES** permet un accès total et facile à la marchandise, du sol ou d'un quai.

Sa grande capacité autorise les meilleurs chargements.

Ses dispositifs de maintien des charges vous garantissent la qualité du transport

*Société **E.V.S.**, 56, rue de Londres 75008 PARIS*

SOCIETE D'EXPLOITATION DE L'

# ENTREPRISE LEONARD

60, rue du Capitaine Favre 16000 ANGOULEME

Tél (45) 92.25.01

**BATIMENT**

*(travaux neufs - entretien -  
rénovation)*

**GENIE CIVIL — TRAVAUX  
PUBLICS**

**ECONOMIES D'ENERGIE**



## BARBER-GREENE

Centrales d'enrobage de 90 T/h à 500 T/h  
Rénovation de chaussées

**RX 40 - RX 75**

Finisseurs toutes largeurs — tous modèles  
**SA 150 - SA 144 - SB 131 - SB 111**

## TAMPO

Le compactage des enrobés et des remblais  
**RS 144 - RS 166 A - RS 188 A**

## WABCO

Dumpers toutes capacités  
Hautpaks nouveaux modèles de 35 T à 240 T

## ETNYRE

Gravillonneurs — Répanduses à bitume

## MIDLAND PAVER

Le matériel spécialisé pour l'Emulsion

**Tout le matériel  
pour la construction, l'entretien  
et la rénovation des chaussées**



**STIME**  
5, avenue montagne 75008 Paris  
tel 20.51.84 (20 lignes) telex 650004

# TIV

## VOYAGES ORGANISÉS

MISE A DISPOSITION  
D'AUTOCARS  
GRANDS TOURISME  
ORGANISATION DE CONGRÈS

**RENNES** Téléphone : 79.23.44  
Gare routière

**FOUGÈRES** Téléphone : 99.02.37

**SAINT-MALO** Téléphone : 56.32.66

**TIV TOURISME  
VERNEY**



# SCAC MATERIAUX

BOIS - PANNEAUX - MENUISERIES - ISOLATION  
COUVERTURE - GROS OEUVRE  
QUINCAILLERIE - T.P.  
REVETEMENTS sols et murs - CHEMINEES

Z.I de ST-GREGOIRE — **RENNES**  
**Tél. : 38.10.11**

Z.I. Rte DE LORIENT — **RENNES**  
**Tél. : 59.42.24**

dépôts à :

**PLOERMEL — GUER — BEDEE — PLECHATTEL**

# record mondial

## 380 km/h le 26 février 1981



le **TGV**  
a choisi sa voie

**100.000** TONNES  
de rails **sacilor**

commandées à la **Sté le matériel de voie**

# STENUICK—FRANCE

Boulevard Marie Stuart

B.P. 2803 45028 ORLEANS CEDEX

Tél. : (38) 86.50.46

Télex : 760.895

CONSTRUCTION, VENTE, ET LOCATION  
DE MATERIEL DE FORAGE

pour mines, carrières, puits d'eau, recherches d'uranium, travaux publics...

- Glissières de forage adaptées sur camion, châssis chenillé, remorque, châssis spéciaux...
- Versions hydrauliques ou pneumatiques
- Systèmes de tubage SATURNE, en Ø 117/133 -152/168 et 209/229 mm
- Marteaux fond de trou : 2-3-4-5-6-8-9 et 10 pouces
- Taillants : Ø 66 à 305 mm



TGV Paris-Lyon — Pose de catenaires  
Glissière de forage STENUICK adaptée sur pelle.

## UNIC PAC: CONSTRUITS COMME DES ENGIN DE TRAVAUX PUBLICS.

Un choix complet de modèles: 6 x 6, 6 x 4, 4 x 4 et 4 x 2. Des moteurs à la technologie éprouvée: de gros six cylindres de 225 ou 285 ch SAE, refroidis par eau.



**UNIC S.A.**

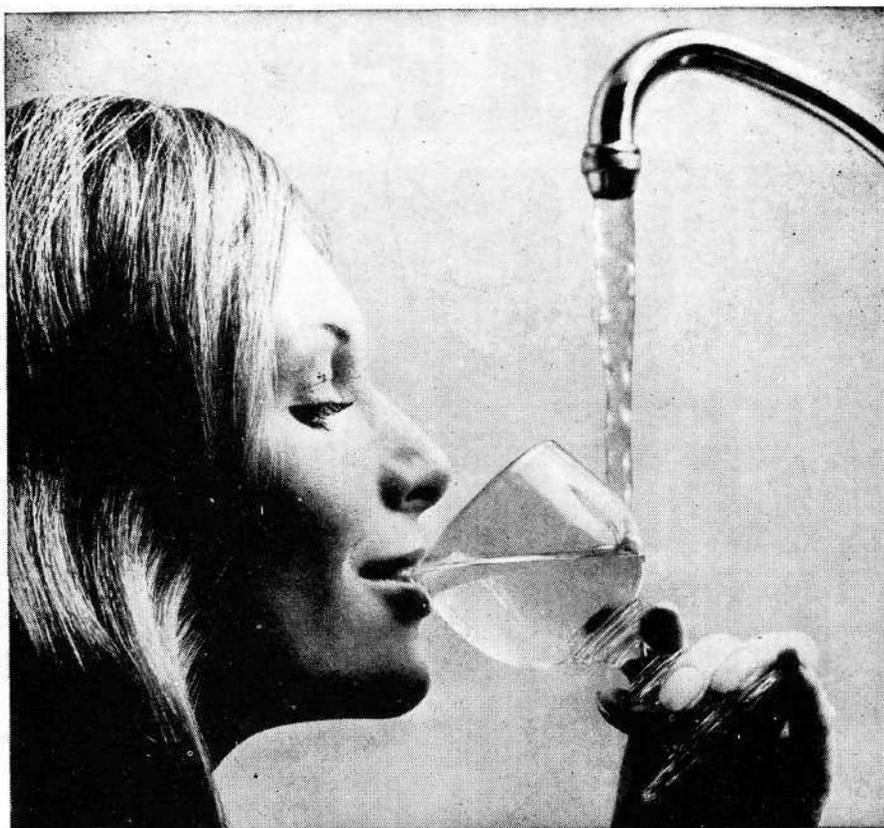
**SUCCESSALE DE STRASBOURG**

208, route de Colmar - Tél. : (88) 39.99.08

**67023 STRASBOURG CÉDEX**

**UNIC**





plaisir retrouvé  
grâce  
à la  
compagnie  
générale des eaux

52, rue d'Anjou  
75384 Paris Cedex 08  
Tél. : 266.91.50



# RINCHEVAL

95230 SOISY-SOUS-MONTMORENCY (FRANCE)  
Tél. : 989.04.21 - Télex : 697 539 F



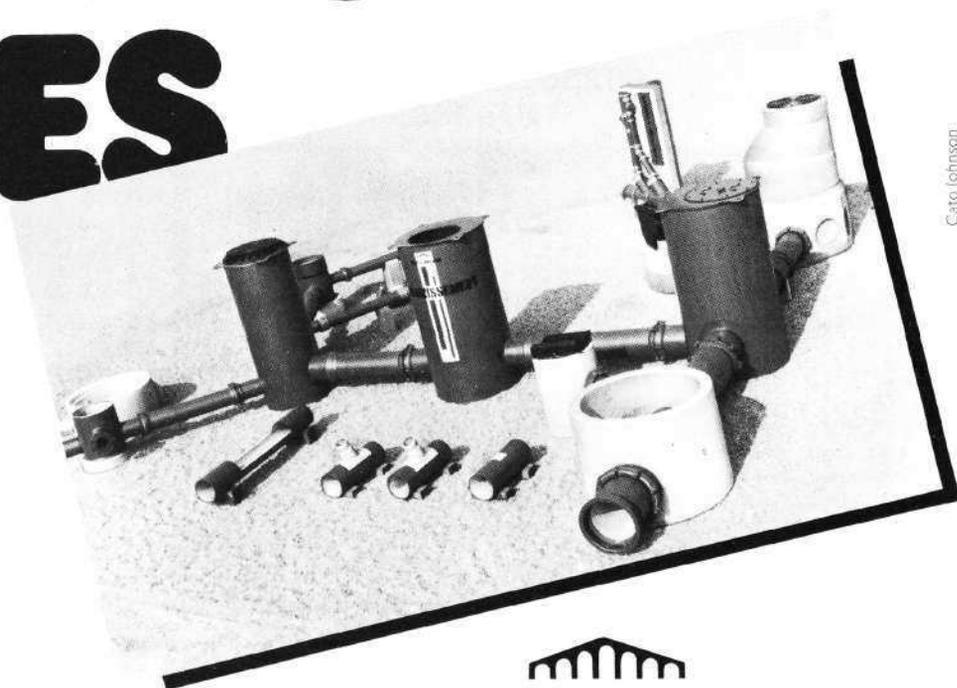
**MATÉRIEL DE  
STOCKAGE  
CHAUFFAGE**

**ET**

**ÉPANDAGE DE LIANTS  
HYDROCARBONES**

**ÉPANDEUSES, ÉPANDEUSES D'ENTRETIEN  
CITERNES FIXES ET MOBILES  
CENTRES DE STOCKAGE  
CHAUDIÈRES A HUILE, ETC.**

# LA FONTE DUCTILE, LE SYSTEME LE PLUS SUR POUR LES EAUX USEES



Cato Johnson



PONT-A-MOUSSON S.A.

Contact auprès du service Promotion Industrielle,  
Pont-à-Mousson, 91 avenue de la Libération, 4 X 54017 NANCY Cedex - Tél. : (8) 396.81.21

# Préface

*par Jean VELITCHKOVITCH  
Ingénieur Général des Ponts et Chaussées  
Vice-Président du Conseil d'Administration de la S.N.C.F.*

Les usagers du transport exigent que leurs déplacements de travail et de loisir soient de plus en plus confortables, sûrs, exacts et rapides. Le voyage en chemin de fer est indiscutablement sûr et rarement inexact ; son confort est très amélioré ; sa vitesse devait être accrue.

La S.N.C.F. a certes augmenté substantiellement depuis une trentaine d'années la vitesse de ses trains ; le réseau français est parcouru aujourd'hui à 160 km/h sur 8000 km et 200 km/h sur 800 km. Ces progrès sont d'autant plus remarquables qu'ils sont obtenus sur des lignes tracées depuis plus d'un siècle. Les recherches et les expérimentations nombreuses effectuées en France après la dernière guerre avaient valu à la S.N.C.F. le record du monde de vitesse sur rail en 1955 (331 km/h) et avaient montré la possibilité de dépasser largement en exploitation commerciale 200 km/h sur voie ferrée nouvelle. La spectaculaire réussite technique et commerciale du Tokaïdo au Japon n'a pu qu'encourager les Ingénieurs français à mettre en œuvre les études engagées. Par ailleurs, des phénomènes de saturation se manifestaient de plus en plus fréquemment, tout particulièrement sur l'axe Paris/Lyon, le plus chargé, qui dessert avec ses ramifications 40 % de la population nationale mettant en communication l'axe rhodanien avec la Région parisienne et le Nord, et en assurant un important trafic international vers la Suisse et l'Italie.

La conjonction de la nécessité d'écouler plus de trains et de la possibilité de les faire circuler plus vite a donné naissance au projet d'une ligne nouvelle à grande vitesse entre Paris et Lyon.

Affectée uniquement au trafic des voyageurs, la ligne échappe aux difficultés de la coexistence des convois lents et lourds et des convois rapides et s'accommode de profils en longs voisins de ceux des autoroutes. Une telle ligne peut en effet accepter sans inconvénient des rampes de 35 %, jadis inconcevables.

Quatre idées maîtresses ont présidé aux études du projet :

- adoption d'une technologie permettant de ménager la comptabilité totale de la ligne nouvelle avec le réseau existant et de desservir ainsi, sans rupture de charge, les zones s'étendant en deçà et au-delà de la ligne nouvelle ;
- choix d'un niveau de vitesse de 300 km/h, limitée dans une première étape à 260 km/h ;
- spécialisation de la ligne nouvelle au trafic voyageurs ;
- tarification aux prix appliqués sur tout le réseau.

Le projet est économe d'argent ; son montant initial est respecté ; il offre à l'entreprise une rentabilité de l'ordre de 17 % et à la collectivité nationale de 30 %.

Le projet est économe d'énergie. A 260 km/h, la consommation du chemin de fer représente environ la moitié de celle de la voiture particulière et le quart de celle de l'avion. La mise en service du T.G.V. rapporte à la nation une économie de l'ordre de 100 000 tonnes d'équivalent pétrole par an.

L'offre de transport de la nouvelle ligne Paris/Sud-Est correspond à une demande importante qui ne peut être satisfaite ni par le service ferroviaire classique, parce que son temps de parcours est trop élevé, ni par le transport aérien, parce que son coût le réserve à une minorité.

Réalisée avec le matériel le plus moderne sur une voie d'architecture classique mais constituée des éléments les plus perfectionnés, la nouvelle desserte assure, en pleine sécurité et sans atteinte à l'environnement, un confort amélioré.

Les chapitres qui suivent ont été rédigés par les plus éminents spécialistes de la S.N.C.F. en la matière, au nombre desquels de nombreux ingénieurs issus de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. C'est à leurs efforts conjugués que l'on doit une réalisation qui déjà s'enorgueillit du nouveau record du monde de vitesse sur voie ferrée porté à 380 km/h lors d'une marche effectuée le 26 février 1981 par une rame de série. Ce record est une preuve éclatante pour les usagers du rail de la marge de sécurité qui leur sera offerte à la vitesse commerciale choisie.

## 1 — Généralités

Le projet français de ligne nouvelle pour trains à grande vitesse dont le sigle TGV est déjà bien connu du public, a fait l'objet d'articles dans le Bulletin du PCM dès octobre 1968 sous la plume de Bernard de Fontgalland. En mai 1980, dans un numéro intitulé "Transport et Vitesse" de la Revue des Elèves de l'ENPC, Bernard de Fontgalland et Jean Alias donnaient des informations plus complètes sur ce projet, dont la réalisation était alors déjà très avancée.

Les caractéristiques géométriques de cette ligne sont plus voisines de celles d'une autoroute que de celles d'un chemin de fer classique ; les motivations d'un tel choix ont été bien souvent exposées et nous n'y reviendrons pas. Les deux tiers de la ligne sont maintenant terminés, des rames de série ont pu parcourir dès le 22 juillet 1981 la totalité des 270 km du parcours à des vitesses variant entre 230 km/h et 300 km/h, dans de remarquables conditions de sécurité et de confort ; la preuve est ainsi faite que tous les problèmes techniques ont été maîtrisés. Et l'exploit réalisé le 26 février 1981 par la rame TGV n° 16, qui atteignit la vitesse de 380 km/h en exerçant sur la voie des efforts très éloignés des limites de sécurité, démontre amplement qu'en limitant la vitesse maximale en service commercial à 100 km/h en-deçà de cette valeur record, ni la voie, ni le matériel roulant ne subiront une fatigue anormale pouvant conduire à une surveillance et à un entretien onéreux.

On imagine que pour parvenir à ce résultat, il a fallu déployer beaucoup d'efforts pour analyser les phénomènes dynamiques complexes d'inter-action véhicule/voie et rechercher les solutions susceptibles de limiter leurs effets.

Nous y consacrerons notre propos en ne faisant qu'évoquer la dynamique pantographe/caténaire qui est moins difficile, et en tout cas met en jeu des masses infiniment plus faibles et ne pose pas de problème de sécurité.

Il est bon d'abord de rappeler qu'une première caractéristique du chemin de fer est de faire rouler des masses en acier relativement lourdes (plusieurs centaines de kg) sur un support dont la rigidité verticale s'évalue en dizaines de kN par mm. On conçoit que lorsque la vitesse augmente, les forces qui s'exercent au contact rail/roue du fait de l'oscillation verticale de ces masses non suspendues puissent devenir considérables.

Une seconde caractéristique est que le rail est aussi utilisé comme moyen de guidage

des véhicules. Il importe, pour que la rapidité d'usure des rails et des roues ne soit pas excessive, que ce guidage s'effectue normalement par un auto-centrage du véhicule suivant l'axe de la voie, grâce à l'inclinaison des surfaces de contact rail/roue et non pas par un frottement constant du boudin des roues sur la face latérale des rails. Ce dernier phénomène n'est inévitable qu'en courbe de faible rayon. Le phénomène d'auto-centrage se traduit par des oscillations composées d'un déplacement transversal du véhicule et d'une rotation autour de son axe vertical, oscillations qui, déclenchées par un quelconque défaut de la voie, doivent toujours être amorties, faute de quoi les roues viendraient heurter les rails d'un côté puis de l'autre, de plus en plus violemment.

Certains wagons marchandises de type ancien ont un tel comportement d'instabilité de façon quasi permanente, mais leurs vitesses n'étant pas très élevées, les forces transversales qui en résultent restent acceptables. A grande vitesse, il est évident qu'un tel phénomène d'instabilité ne peut être toléré, les forces en jeu risqueraient de déformer la voie, entraîneraient une détérioration rapide aussi bien du matériel roulant que de la voie et bien entendu le confort serait très mauvais.

## 2 — La maîtrise de la stabilité de marche

Pour la circulation à grande vitesse, c'est la maîtrise de la stabilité de marche qui nous a posé le plus de problèmes.

La mise en équation du problème conduit à un système d'équations différentielles du 2<sup>e</sup> ordre à coefficients variables, avec la vitesse notamment pour certains.

On sait que les solutions d'un tel système sont de la forme :

$$x = x_0 e^{st}$$

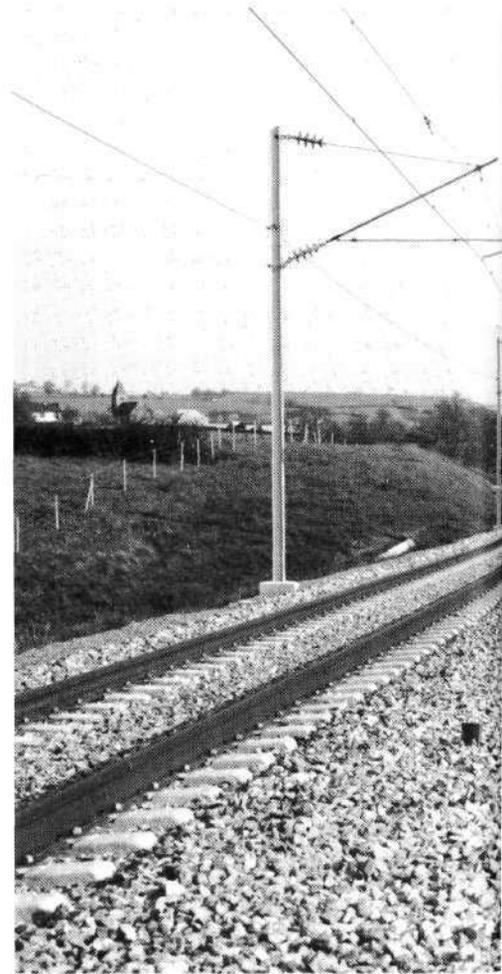
A une valeur  $s$  complexe de partie réelle négative, correspond un mouvement de lacet périodique amorti : le véhicule est stable.

Pour une certaine vitesse dite "vitesse critique", la partie réelle de l'une des valeurs de  $s$ , solution du problème, devient positive : le mouvement de lacet est alors auto-excité, le véhicule est instable. Il importe de faire en sorte que cette vitesse critique soit toujours supérieure à celle à laquelle on désire circuler.

Si la résolution des équations par diverses simplifications permet de comprendre l'importance relative des différents paramètres et d'orienter la recherche, il n'est en pratique pas possible de calculer avec une précision suffisante la vitesse critique ; certains paramètres prennent en effet des

# La dynamique à grande vitesse

par MM. ALIAS, I.P.C., D.  
PRUD'HOMME, I.P.C., D.



La voie de la ligne nouvelle Paris-Sud-Est.

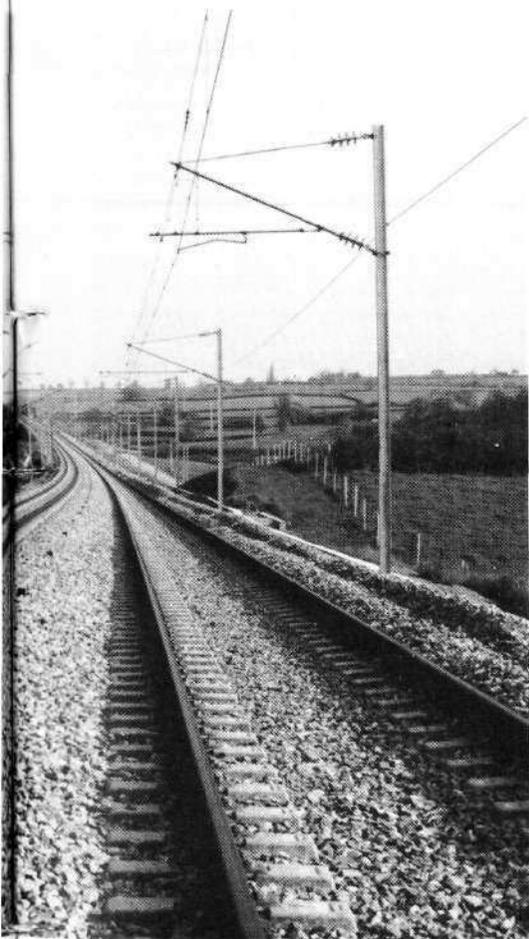
Rails 60 kg/m reposant, par l'intermédiaire de semelles des traverses en béton et fixés par attaches élastiques, verse et l'isolement électrique nécessaire pour les CI. On remarque le lit de ballast en pierres dures du M6.

valeurs variables d'un point de la voie à l'autre et de plus les phénomènes ne sont pas linéaires.

Le calcul est cependant intéressant dans la mesure où il met en évidence les éléments favorables à une élévation de la vitesse critique d'un bogie ;

# Le ferroviaire à vitesse

Directeur de l'Équipement SNCF  
Directeur à la Dion Gale SNCF



...nelées en caoutchouc de 9 mm d'épaisseur, sur de lour-  
...type nouveau qui assurent un bon encastrement rail / tra-  
...de voie.  
...l'épaisseur sous rail est de 30 cm au moins.

— l'augmentation de l'empattement (dis-  
tance entre les essieux),

— la réduction de la masse du bogie et sur-  
tout de son moment d'inertie autour de son  
axe vertical,

— l'augmentation du couple antagoniste  
de rotation,

— la diminution de la "conicité effective"  
qui se définit comme suit :

$$= \frac{1}{2} \frac{dr_1 - dr_2}{dy}$$

dr : variation du rayon du cercle de contact  
au contact du rail pour chacune des roues  
d'un essieu correspondant à un déplace-  
ment transversal dy de l'essieu.

Si les surfaces de roulement des roues sont  
coniques est constant, mais il n'en est  
pas de même dès que le profil est concave  
et la variation de en fonction de y n'est  
pas linéaire.

— l'augmentation de la masse de la caisse  
qui repose sur les bogies et qui joue, on le  
conçoit, un effet stabilisant,

— un choix optimum du rapport  $\frac{k_x}{k_y}$  des

raideurs longitudinales et transversales  
entre châssis de bogie et essieux. Lorsque  
la conicité est faible, une diminution de ce  
coefficient est favorable, mais lorsque la  
conicité équivalente s'accroît, il est préféra-  
ble d'augmenter ce rapport.

Cette énumération appelle quelques com-  
mentaires :

— un bogie trop léger ne peut évidemment  
pas supporter des masses de caisse impor-  
tantes : un compromis est nécessaire. Pra-  
tiquement, la priorité est donnée à l'allège-  
ment du bogie ce qui entraîne une limita-  
tion des masses par essieu. Pour les rames  
TGV, on s'en est tenu à 16/17 t par essieu  
alors que les essieux moteurs des locomoti-  
ves classiques atteignent 22 t. Une puis-  
sance motrice importante étant nécessaire  
pour la grande vitesse, il a donc fallu aug-  
menter le nombre de bogies moteurs.

— augmenter l'empattement tout en con-  
centrant les masses pose des problèmes  
pour les bogies moteurs. Sur la rame expé-  
rimentale TGV 001 à turbine à gaz, on avait  
décidé que tous les bogies seraient  
moteurs, mais on n'avait pas pu aller au-  
delà de 2,60 m d'empattement.

— lorsque les roues sont neuves, la table  
de roulement comporte dans sa partie  
médiane qui vient en contact avec le rail,  
une zone rectiligne pentée au 1/40, mais  
progressivement le profil se creuse et la  
conicité effective augmente de ce fait. Le  
profil finit par se stabiliser à un profil dit  
d'usure. On a alors recherché quel était  
l'optimum à retenir pour l'écartement des  
rails et leur inclinaison afin de limiter l'aug-  
mentation de la conicité effective : dans ce  
cas, on a trouvé qu'un écartement des rails  
dans la fourchette 1,435/1,440 m et une  
inclinaison au 1/20 de ceux-ci étaient le  
meilleur compromis. Les essais du TGV 001  
sur la ligne des Landes avaient d'ailleurs  
montré que la vitesse critique diminuait  
plus vite avec l'usure des roues sur voie à  
écartement serré que sur une voie plus  
large. Dès lors, l'écartement nominal des

voies sur traverses en béton fut porté de  
1,432 m à 1,435 m pour toutes les poses  
nouvelles.

La recherche expérimentale de la vitesse  
critique à laquelle on s'est livré au cours des  
essais dans les Landes avec la rame  
TGV 001 en faisant varier différents para-  
mètres ne fut possible que sur une voie par-  
faitement stabilisée ayant une résistance  
transversale très élevée ; en effet, dans la  
plage de vitesse 220/300 km/h, au moment  
du déclenchement de l'instabilité du bogie  
qui est généralement brutal, les efforts  
transversaux exercés par les essieux dépassaient 100 kN.

Mais il fallut finalement se rendre à l'évi-  
dence : pour garantir la stabilité à  
260 km/h avec des bogies du type de ceux  
équipant la rame TGV 001, il aurait été  
nécessaire de reprofiler trop fréquemment  
les tables de roulement. Les essais effec-  
tués sur une automotrice Z 7001 dénom-  
mée "Zébulon" qui comportait des bogies  
de 2,90 m d'empattement avec des  
moteurs fixés à la caisse et non plus sur les  
bogies donnèrent des résultats très supé-  
rieurs. C'est ainsi que fut prise la décision  
d'adopter pour les rames opérationnelles  
TGV, des bogies de 3,00 m d'empattement  
avec moteurs fixés sur la caisse, le couple  
moteur étant transmis à chaque essieu par  
une transmission coulissante "tripode".

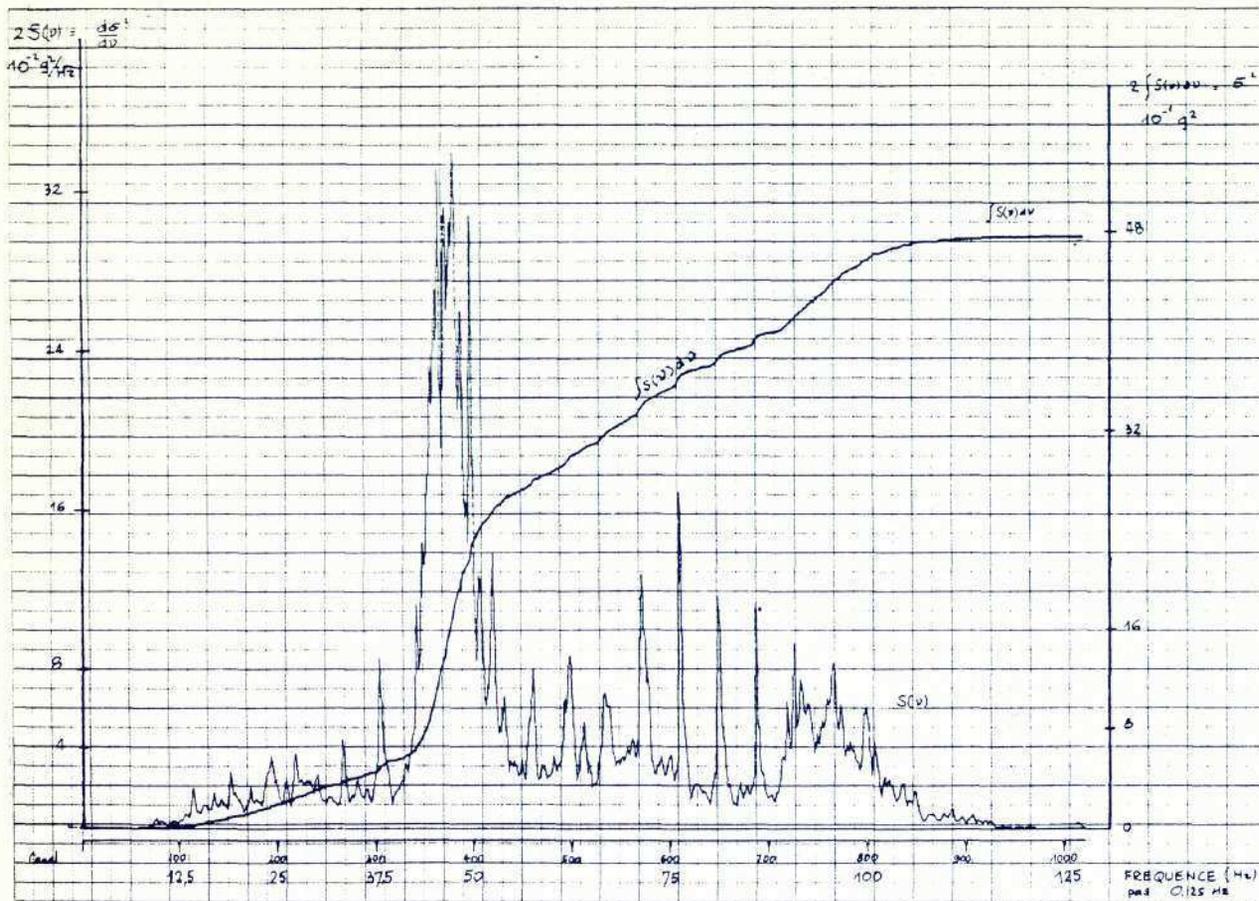
La réussite fut totale puisque, au cours des  
très nombreux essais effectués sur ces  
rames, aucune instabilité de bogie n'est  
jamais apparue. Fort heureusement, les  
résultats en matière d'adhérence à grande  
vitesse furent nettement plus favorables  
que ce que l'on escomptait de sorte qu'il  
n'était pas nécessaire que tous les bogies  
fussent moteurs, ce qui simplifia la réalisa-  
tion des rames opérationnelles dont  
6 bogies seulement sur 13 sont des bogies  
moteurs.

La remarquable stabilité de ces bogies dont  
la charge par essieu n'est que de 16,3 t est  
le principal facteur qui rendit possible le  
record de vitesse de 380 km/h : les efforts  
transversaux exercés par les essieux ne  
dépassèrent pas 40 kN alors que la voie  
TGV équipée de traverses lourdes en béton  
et de rail UIC de 60 kg/m peut supporter  
sans déformation des efforts de près de  
140 kN. La modicité de ces efforts surprit  
d'ailleurs tous ceux qui ont participé à la  
réalisation de cet exploit. Les mesures  
effectuées tant sur la rame que sur la voie  
ne pouvaient cependant laisser subsister  
aucun doute. A 380 km/h, on était donc  
encore assez loin de la vitesse critique.

## 3 — La dynamique verticale

Les phénomènes d'oscillations verticales,  
tout aussi importants, sont cependant plus

1a)



1b)

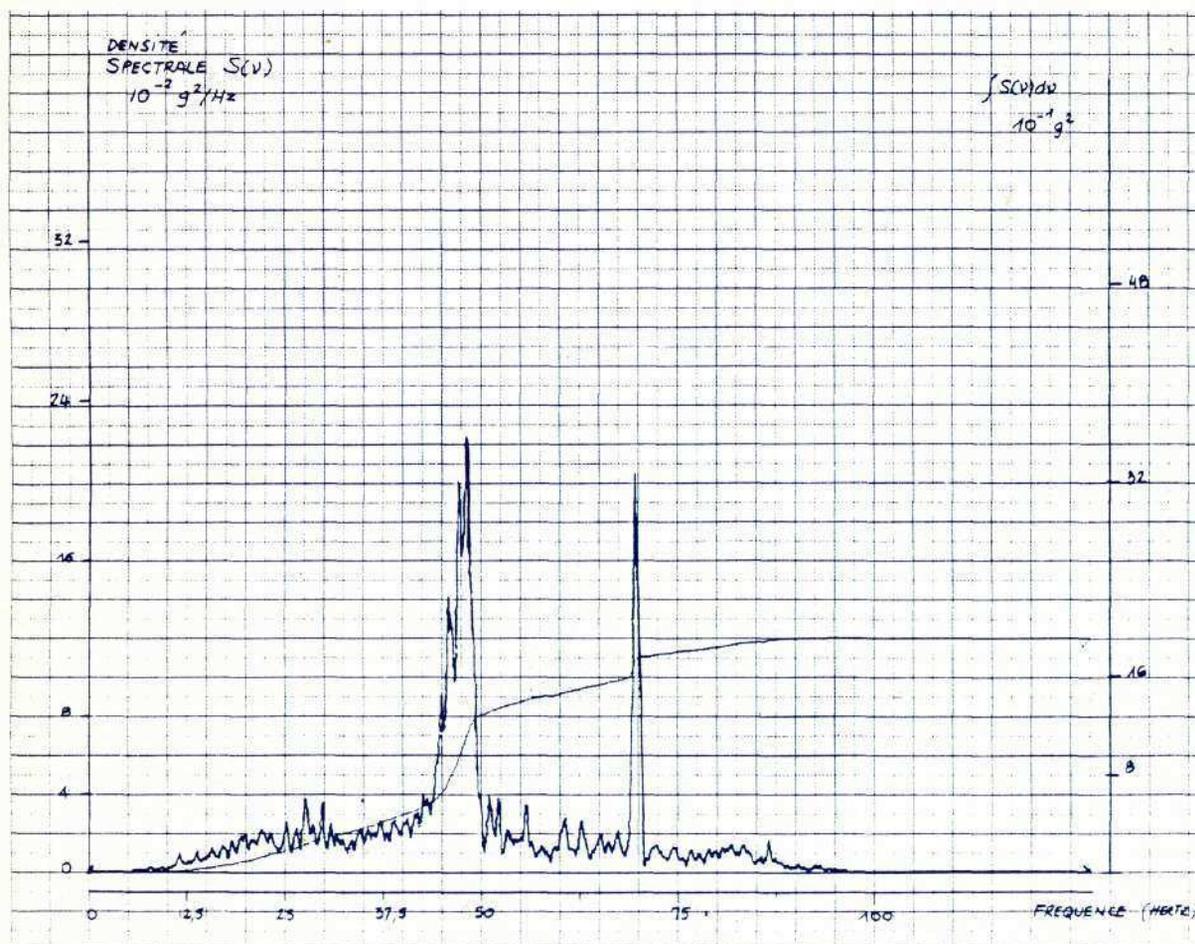


Figure 1 - Spectre de densité de puissance de l'accélération verticale de boîte d'essui à 300 km/h :

1a) sur la ligne des Landes

1b) sur la ligne TGV Paris-Sud-Est

Grâce à l'amélioration sensible du dressage des rails et des soudures de la ligne TGV, le niveau des accélérations a été fortement réduit.

simples, mieux représentés par un modèle linéaire et, par conséquent, plus abordables par le calcul.

Dans la première moitié de la décennie 1960-1970, on fit de nombreux essais de vitesse avec des rames classiques remorquées par locomotive avant la mise en service du Capitole à 200 km/h. Ces essais avaient mis en évidence la croissance rapide avec la vitesse, des accélérations verticales de boîte d'essieu et l'analyse fréquentielle avait attiré l'attention sur une fréquence particulière croissant linéairement avec la vitesse et correspondant à une longueur d'onde de 1,70 m à 1,85 m suivant les voies. Par des mesures précises sur la voie, on retrouva bien cette longueur d'onde de défaut avec des amplitudes crête à crête atteignant un millimètre.

Lorsque la fréquence propre d'oscillations des masses non suspendues du véhicule sur la voie coïncide avec celle du défaut excitateur pour une vitesse donnée, les surcharges dynamiques peuvent être très élevées.

Il s'agissait en l'espèce d'un défaut de dressage du rail dans les machines à galets où il passe après laminage. L'attention des sidérurgistes a été attirée sur ce point et ils ont accepté pour les rails de la ligne TGV de réduire la tolérance de fabrication à 0,3 mm de creux sur 1,70 m (au lieu de 1 mm) en contrôlant avec soin le faux rond des galets.

Outre l'influence de ce défaut, on retrouve sur les spectres d'accélération de boîtes d'essieux les fréquences dues aux défauts géométriques des soudures et de leurs harmoniques. Ici encore un soin particulier a dû être apporté au dressage des extrémités des rails ainsi qu'à l'alignement des rails lors de la soudure des barres élémentaires de 36 m entre elles en atelier puis en voie.

Enfin, il subsiste un spectre de fond continu de défauts aléatoires qui, pour les longueurs d'ondes courtes (de moins de 3 m) auxquelles sont sensibles les masses non suspendues des véhicules, peut se mettre sous la forme :

$$S(\lambda) = \frac{A}{\lambda^n} \text{ avec } n \approx 3$$

étant la pulsation spatiale ( $2\pi/\lambda$ ) et S la densité de puissance.

La théorie des vibrations aléatoires permet de montrer que l'écart type de la surcharge dynamique de roue due aux oscillations des masses non suspendues sous l'influence de ces défauts est de la forme :

$$\sigma_{\Delta q} = k \sqrt{m \cdot h}$$

V étant la vitesse, m la masse non suspendue et h la rigidité verticale de la voie (rapport Q/z) de la charge de roue à l'enfoncement) ;

k est fonction de l'amortissement et décroît quand celui-ci augmente.

Il y a donc intérêt à réduire les masses non suspendues et celles des rames TGV sont deux fois plus faibles que celles d'une locomotive classique - moins de 1 tonne par roue.

Il y a aussi intérêt, d'après cette formule, à augmenter l'élasticité de la voie, mais si l'on veut reporter assez loin la vitesse à laquelle se produit la résonance avec le défaut de rectitude des rails de 1,70 m/1,80 m de longueur d'onde, il ne faut pas trop assouplir. Une autre raison s'oppose à réaliser une voie statiquement trop souple, c'est le phénomène de diminution de la rigidité dynamique apparente quand la vitesse augmente. De toutes façons la pose sur traverses en béton ne donne pas dans ce domaine une grande latitude.

L'augmentation de l'amortissement est toujours bénéfique et le rôle joué à cet égard par le ballast est considérable. L'amortissement résultant du frottement sec des éléments de pierre cassée dure entre eux peut difficilement être égalé par les élastomères des voies posées sur dalle en béton, comme le font les Japonais sur les lignes du Shin Kansen en viaduc et en tunnel.

Pour situer des ordres de grandeur, disons que l'on a mesuré sur une zone de la ligne TGV une rigidité statique de la voie de 80 kN/mm et une rigidité dynamique de 65 kN/mm à 300 km/h et 55 kN/mm à 380 km/h. La fréquence propre d'oscillations des masses non suspendues m d'environ 0,9 t est à 300 km/h de :

$$f = 2\pi \sqrt{\frac{h}{m}} = 53 \text{ Hz dans cette zone.}$$

Par rapport à la voie d'essai des Landes, la voie TGV comporte une sous-couche en grave bien graduée, compactée, une épaisseur de ballast plus importante, des traverses plus lourdes, des rails mieux dressés et une semelle en caoutchouc entre rail et traverse 2 fois plus épaisse.

Grâce à ces diverses améliorations, à 300 km/h l'accélération verticale mesurée sur les traverses a été réduite de 30 %, et à 380 km/h sur la ligne TGV cette accélération était encore inférieure à celle mesurée à 300 km/h sur la ligne des Landes.

## 4 — Les problèmes de confort

En vertical, les voitures du TGV présentent 2 fréquences propres :

- 1,3 Hz fréquence de tangage,
- 8 Hz fréquence de flexion de caisse.

En transversal, les fréquences caractéristiques se situent dans la plage de 1 à 2 Hz et autour de 9 Hz.

Les plus basses fréquences correspondent, à 260 km/h (vitesse que l'on prévoit de pra-

tiquer couramment en service commercial) à des grandes longueurs d'ondes de 35/70 m, défauts auxquels on n'avait pas l'habitude de s'intéresser pour les vitesses pratiquées sur les lignes classiques (160 - 200 km/h). M. Janin exposera comment on a amélioré l'auscultation et le traitement des défauts de grande longueur d'onde, aussi bien nivellement qu'en dressage.

Quant aux fréquences plus élevées de 8/9 Hz, elles correspondent, à 260 km/h, à des défauts de 8/9 m le longueur d'onde, défauts que l'on enregistre et que l'on corrige couramment sur les lignes classiques.

A 260 km/h, les accélérations verticale et transversale sont généralement inférieures à 0,10 g.

## 5 — Conclusions

On peut conclure en disant que la recherche, à la fois théorique et expérimentale, des caractéristiques mécaniques optimales tant pour le matériel roulant que pour la voie, l'amélioration de la qualité géométrique de la voie tant dans le domaine des courtes longueurs d'ondes que des grandes a permis le succès technique du projet TGV.

Aucun autre Réseau n'a jusqu'ici égalé les performances françaises.

Les Japonais roulent toujours à 210 km/h sur la ligne nouvelle de 1069 km du Tokaido et du Sanyo ;

— Tokyo Okayama Hakata

et le confort à cette vitesse est très inférieur à celui du TGV français à 260 km/h. Mais, après avoir atteint 319 km/h le 7 décembre 1979, avec un nouveau matériel, ils envisagent de relever la vitesse à 260 km/h sur certaines sections de la ligne ci-dessus et probablement aussi sur les lignes nouvelles au Nord de Tokyo dont la construction est très avancée ;

— ligne de Tohoku : de Tokyo à Marioka 496 km

— Ligne de Joetsu : de Omya à Niigata 270 km.

Les chemins de Fer Italiens (FS) sur la ligne nouvelle Rome-Florence (Direttissima) ne dépassent pas 200 km/h. Quant aux Chemins de Fer Fédéraux Allemands qui rencontrent de très grosses difficultés pour réaliser leurs projets de lignes nouvelles, telles que Mannheim-Stuttgart et Hannover-Würtzburg, ils n'envisagent pas, à brève échéance, de dépasser 200 km/h.

# Le matériel roulant TGV

par M. METZLER, I.P.C., Direction du Matériel, SNCF

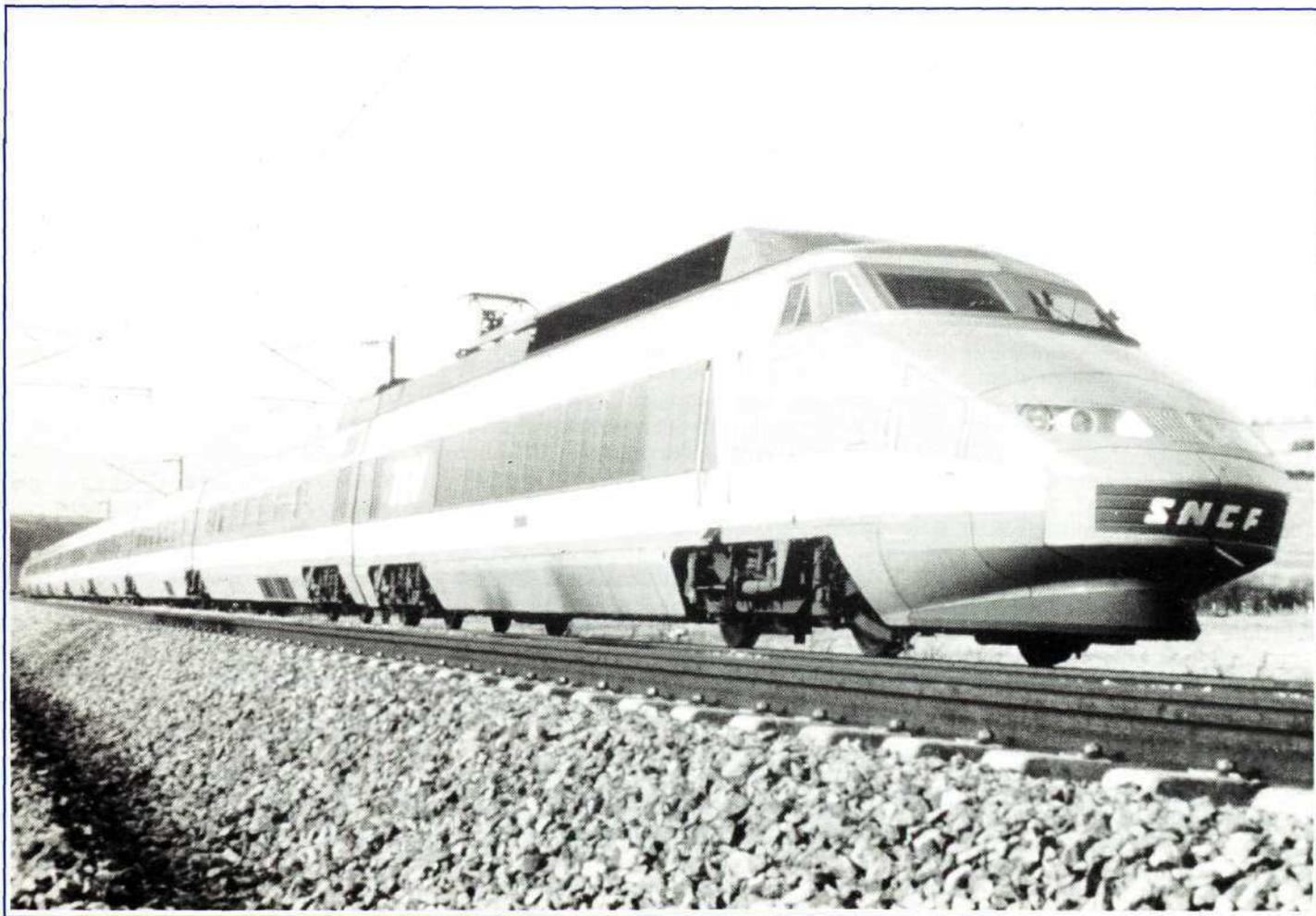
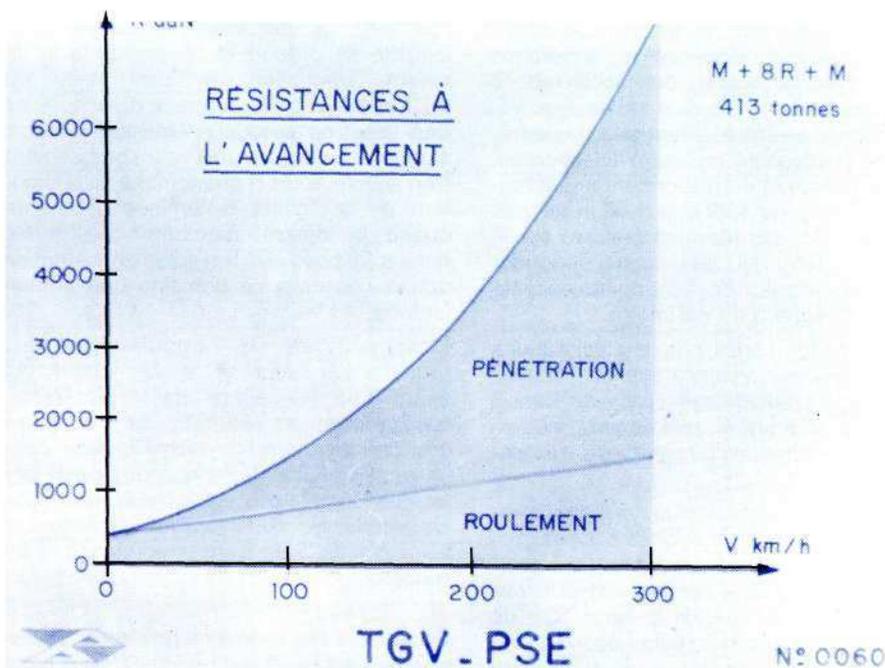
Une présentation du matériel TGV peut presque s'énoncer comme un paradoxe : le classicisme mesuré s'allie au caractère révolutionnaire des solutions aux problèmes spécifiques à la grande vitesse qu'il fallait maîtriser pour une exploitation commerciale dans la gamme 260/300 km/h.

Les caractères spécifiques à la grande vitesse peuvent se décrire comme essentiellement des problèmes d'interface :

— roue-rail : c'est le problème de la dynamique ferroviaire qui trouve sa solution en ce qui concerne le matériel roulant dans les bogies ;

— pantographe-caténaire : lié au choix pour l'alimentation en énergie : dès lors que la solution à turbines à gaz était exclue à cause de sa gourmandise en pétrole, qu'une solution Diesel était évidemment trop lourde, il fallait résoudre le captage du courant ;

— conduite du mobile : à l'aide d'une signalisation adaptée aux vitesses pratiquées ;



— véhicule-milieu ambiant, puisque, pour ce moyen de transport terrestre, la consommation d'énergie se devait d'être minimisée par des recherches sur les lois de la résistance à l'avancement.

Parce que le dernier facteur cité gouverne en fait l'architecture du matériel, c'est l'aérodynamisme qui sera évoqué en premier.

La résistance à l'avancement d'un véhicule terrestre peut se mettre sous la forme  $R = A + BV + CV^2$ . L'analyse de chacun des termes et la détermination expérimentale de la valeur des paramètres A, B, C, montre que la résistance de l'air est pratiquement seule responsable du terme  $CV^2$ , et que ce dernier représente, à 300 km/h, 80 % de la valeur totale de R (figure 1).

Tout moyen de transport terrestre, notons-le en passant est soumis à cette loi impitoyable.

À 400 km/h, c'est à hauteur de 85 % que la résistance de l'air serait responsable de la consommation d'énergie. Dès lors, aucun mode de sustentation n'a d'avantage évident sur les autres, qu'il s'agisse de coussin d'air, de lévitation magnétique, à moins de fonctionner dans... un tube à vide !

La recherche du "Cx" minimal a commandé pour sa part l'architecture des rames TGV-PSE : c'est une rame semi-articulée (figure 2), c'est-à-dire qu'en sa partie centrale, les bogies sont communs à deux caisses adjacentes (figure 3). Cette disposition permet d'abaisser le niveau général du véhicule d'environ 20 cm, ce qui est évidemment favorable vis-à-vis du facteur analysé dans ce paragraphe, mais aussi de réduire le nombre total de bogies, donc la masse totale du convoi : les bogies, par les "tourbillons" qu'ils engendrent sous la caisse contribuent, d'ailleurs, à hauteur d'environ 25 % à la résistance à l'avancement du train. D'où le deuxième intérêt d'en réduire le nombre.

Ce parti d'articulation n'a pu s'étendre jusqu'aux motrices en extrémité, étant donné la masse des équipements qu'elles renferment ; elles reposent classiquement sur deux bogies.

La solution de "l'articulation" a, notons-le au passage, d'autres avantages : accès plus facile des voyageurs (par deux marches au lieu de trois), éloignement des passagers des sources de bruit que sont les roues : le niveau de bruit intérieur d'une rame TGV est de 65 dB(A) à 260 km/h, c'est-à-dire celui d'un très bon véhicule classique à 160 km/h.

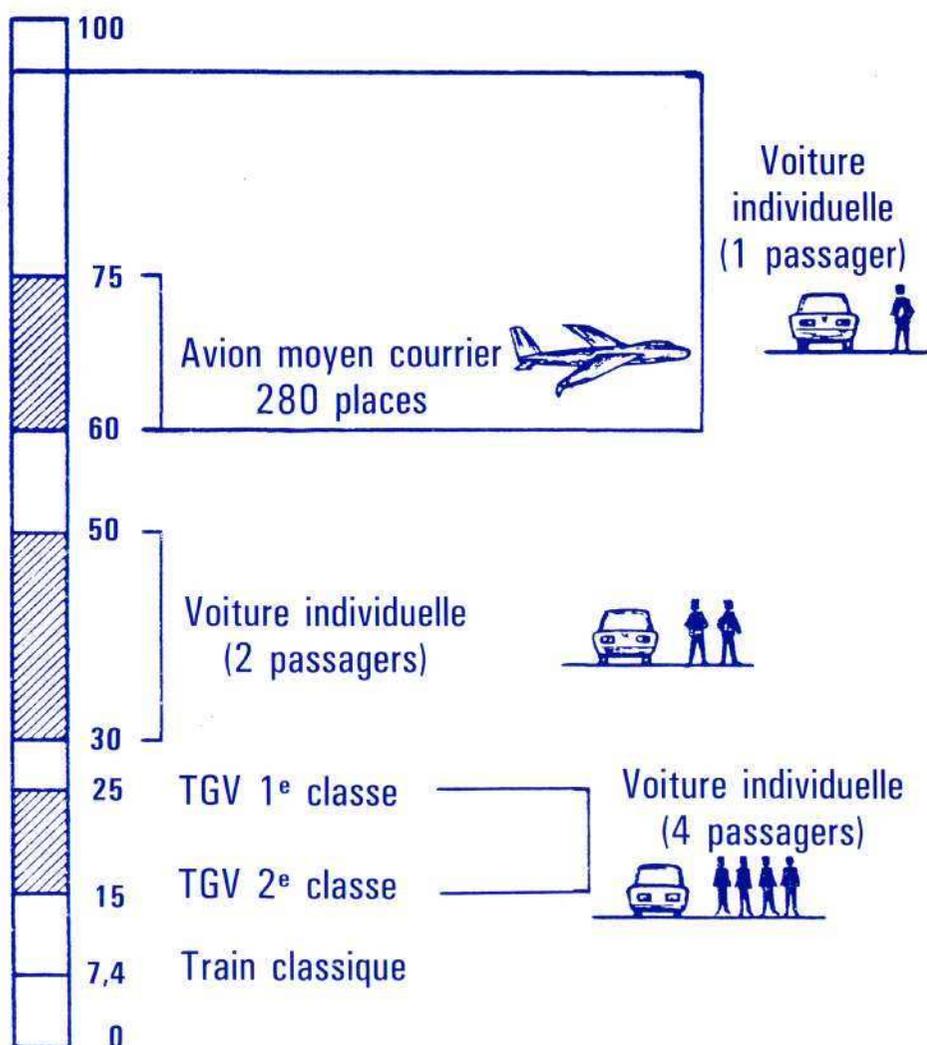
Pour terminer ce chapitre, mentionnons le résultat : à 260 km/h, la consommation d'énergie d'un TGV entre Paris et Lyon est de 7200 kWh, à comparer aux 8000 d'un train tel que le Mistral.

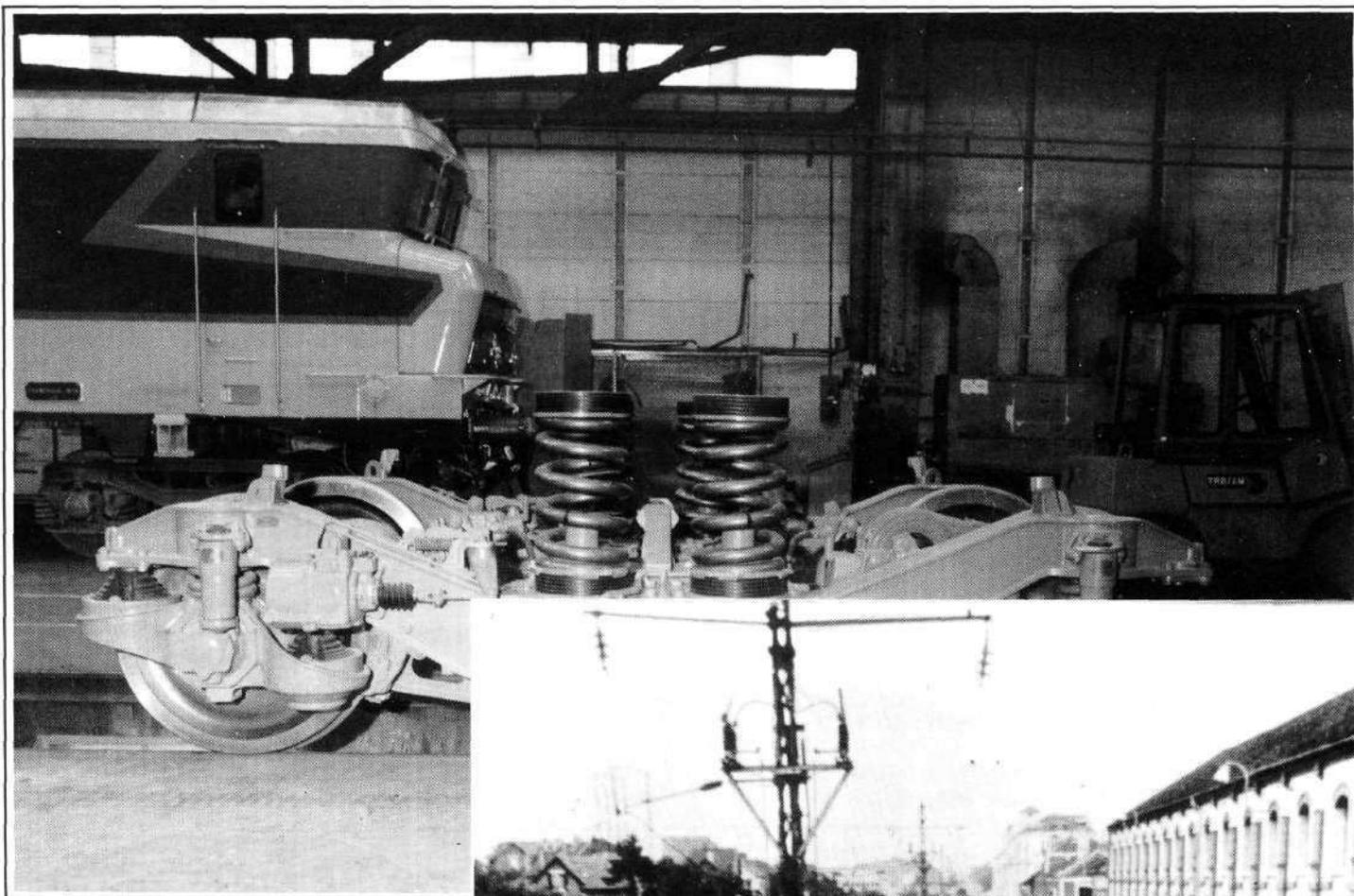
Sur le graphique (figure 4), on comparera les consommations énergétiques des divers moyens de transport en concurrence sur le



## CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Grammes équivalent  
pétrole (g.e.p.) par passager





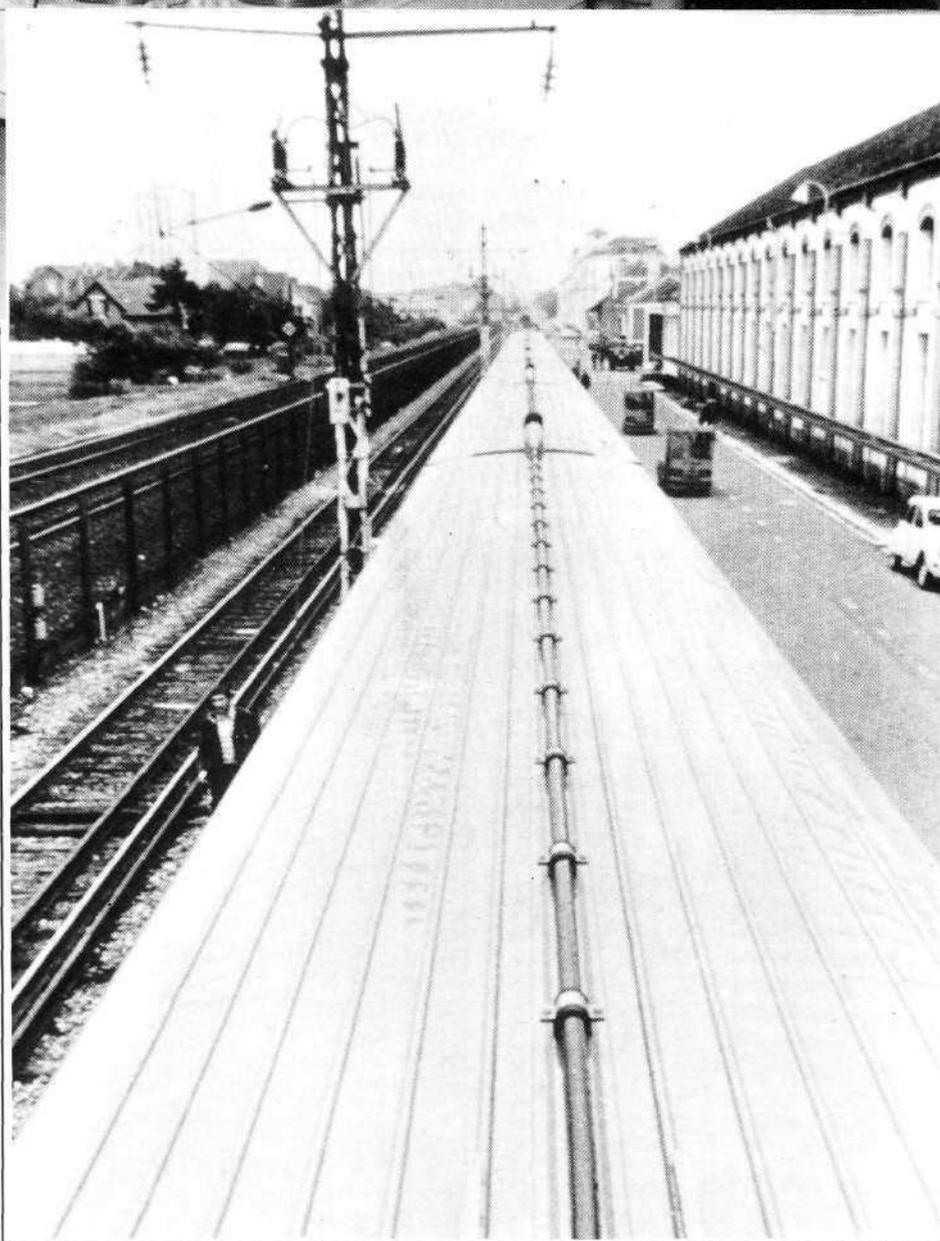
trajet Paris/Lyon. L'économie de 100 000 tonnes de pétrole par an pour le pays est le résultat des transferts de trafic attendus en faveur du TGV, à savoir :

- 2,5 millions de voyageurs venant de la route,
- 2 millions de voyageurs venant de l'avion plus gourmand en énergie.

Remarquons que les transferts les plus importants sont attendus de la route. Dernière illustration de ce propos, les seuls coûts en énergie du trafic aérien Paris/Lyon permettent de couvrir la totalité du coût d'exploitation de la ligne nouvelle Paris/Sud-Est.

L'article de MM. Alias et Prud'homme a précisé l'état de nos connaissances en matière de dynamique ferroviaire. Les bogies (figures 5 et 6), l'un des composants de l'optimisation, définis après les soigneuses campagnes d'essais de 1972 à 1978, sont le fruit d'exigences précises encore que parfois contradictoires :

- légers (7 tonnes) quoique à grand empattement (3 m), même les moteurs de traction des six bogies moteurs ont été suspendus dans la caisse et non placés comme d'habitude dans le bogie lui-même ;
- à faible inertie d'axe vertical ;



— aux liaisons aptes à contrarier, grâce à des amortisseurs élaborés, les mouvements de rotation dans la voie.

L'excellence des choix opérés en la matière a été attestée par la performance du 26 février 1981, montrant la parfaite stabilité de marche à 380 km/h, ou encore le fait que sans amortissement, les bogies essayés à 290 km/h sur la ligne nouvelle restent stables avec des roues ayant parcouru 400 000 km. Les progrès faits depuis 10 ans sont considérables puisque pour des circulations à 210 km/h, les roues des rames du Shinkansen japonais subissent un "reprofilage", c'est -à-dire un usinage de la table de roulement, tous les 50 000 km environ. C'est là que se trouve véritablement la principale avance de notre pays qui a pu franchir les limites du chemin de fer classique : 200 - 220 km/h.

Le captage du courant est, sur la ligne nouvelle, facilité par la hauteur constante de la caténaire : l'absence de passage à niveau permet de fixer cette dernière uniformément à 4,90 m.

Sur les lignes classiques en effet, la caténaire est à hauteur variant entre 4,50 m au-dessus du rail au droit des ponts-routes et 6,50 m au-dessus des passages à niveau.



60 ANNEES D'EXPERIENCE DANS L'EQUIPEMENT DE MATERIELS DE TRANSPORT

## 300.000 portes et 30.000 pantographes Faiveley en fonctionnement dans le monde

SIEGE SOCIAL : 93, rue du Docteur-Bauer 93404 SAINT-OUEN CEDEX FRANCE  
Tél. : (1) 264.12.60 Telex : 290653 F



Sur le TGV : des portes, des pantographes, des automatismes FAIVELEY

Des filiales

- en Italie
- en Espagne
- aux U.S.A.
- au Brésil
- en Afrique du Sud

  
**Faiveley s.a.**

Un seul pantographe alimente les deux motrices situées à l'avant et à l'arrière, grâce à une "ligne de toiture", câble isolé 25 000 V qui court le long du train (figure 7).

Le pantographe est, en outre, à "double étage" (figure 8), le premier assurant l'approche géométrique du fil de contact, le deuxième permettant par sa faible inertie de suivre les mouvements que son avance imprime à la caténaire.

L'article de MM. Roumeguere et Fardin, ci-après, décrit la signalisation de la ligne nouvelle qui présente comme innovation, en ce qui concerne le matériel, d'afficher directement devant le conducteur, dans sa cabine de conduite, les taux de vitesse autorisés. Un contrôle de vitesse surveille la décélération du train et le freine automatiquement si l'action du mécanicien n'est pas conforme à ce qui lui est indiqué.

Car, et c'est une similitude majeure avec les trains classiques, la conduite du TGV n'est pas une conduite automatique, mais les automatismes sont simplement en veille, sécurités du type parallèle.

L'affichage en cabine de la signalisation citée à l'instant est celui de sécurité intrinsèque de type série.

Nous avons pris le soin de le vérifier, expérimentalement et par simulations théoriques.

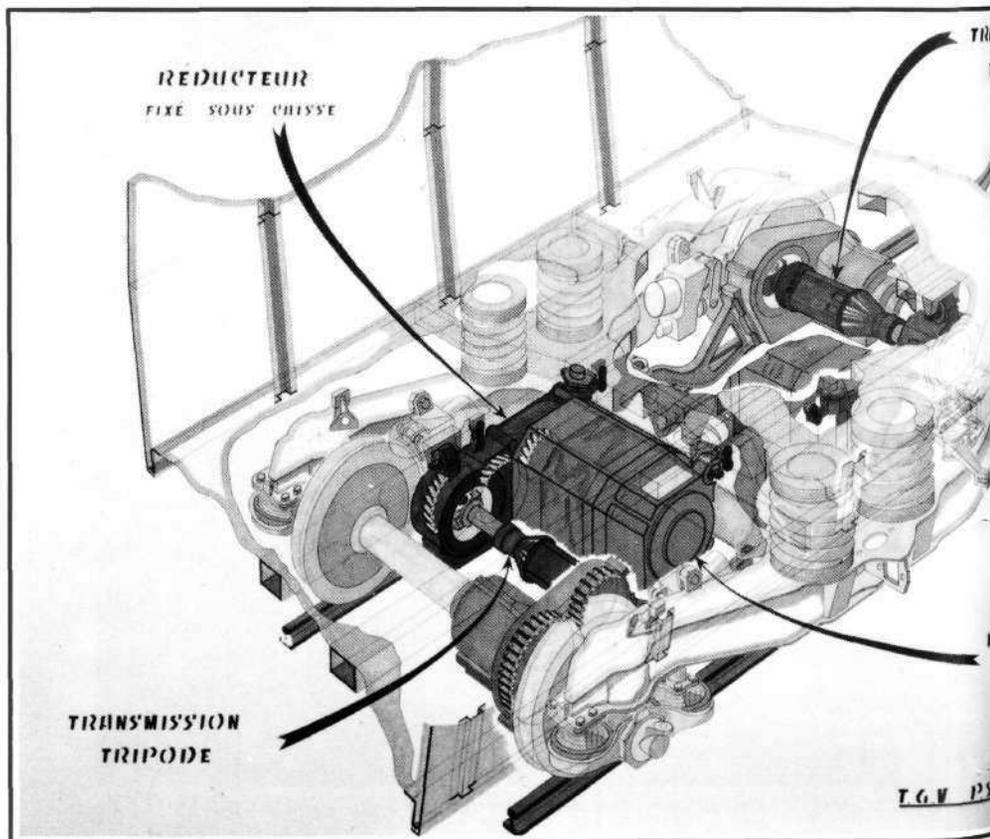
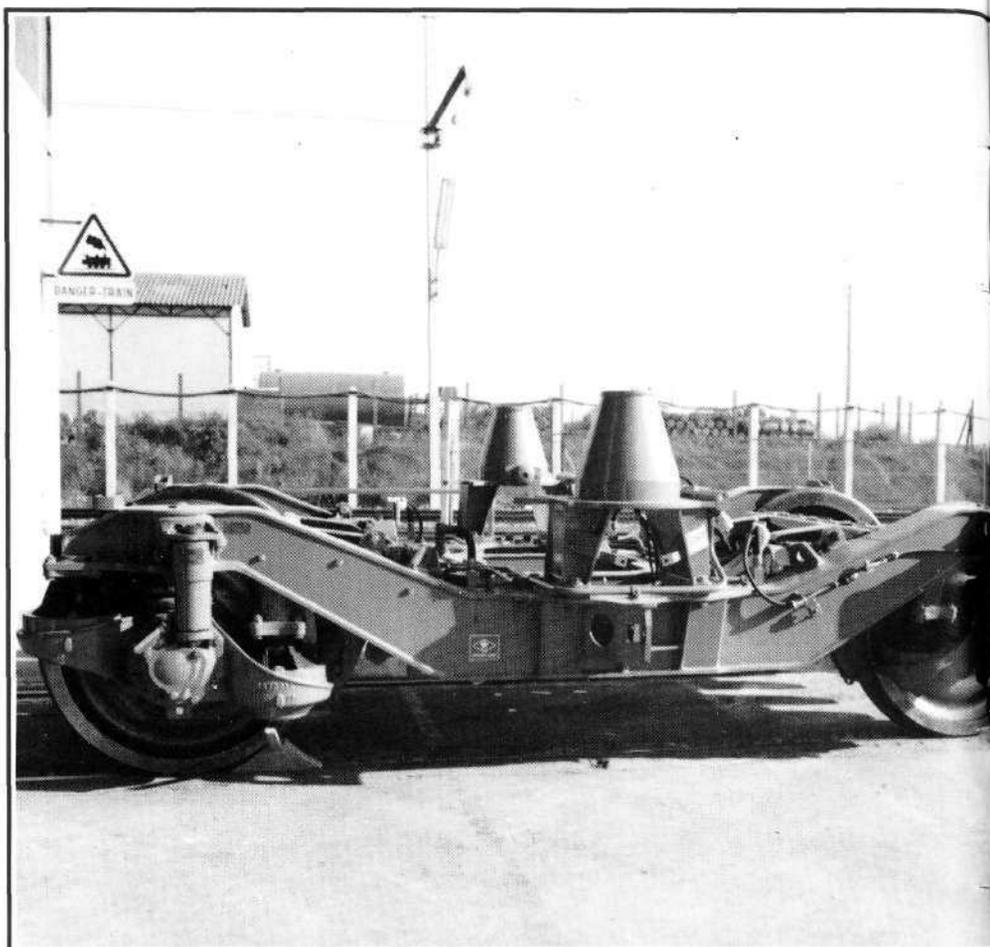
## La mise en œuvre industrielle

Le marché, passé en 1976 au groupement de constructeurs constitué par Alstom-Atlantique et le GIE Francorail, portait sur 87 rames, dont deux de présérie livrées au deuxième semestre 1978.

Ce marché de plus de 3 milliards de francs 1981, exécuté conformément aux prévisions financières, a pratiquement irrigué toute la sous-traitance ferroviaire à travers le pays.

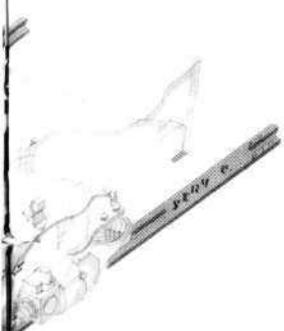
Les rames de présérie ont servi à la vérification des performances, et aux inévitables mises au point d'un ensemble aussi nouveau. Et pourtant, des précautions extrêmes ont été prises pour limiter l'inconnu : tout composant nouveau avait fait l'objet d'une procédure d'homologation consistant en des essais au banc ou sur des véhicules en service réel : cas des transmissions entre moteur et bogie dites "tripodes" (figure 9), des freins à disques, du pantographe double étage, des équipements embarqués de signalisation, des toilettes étanches du type aviation...

La cadence de livraison des rames de série fut ajustée aux deux étapes de mise en service de la ligne, pour disposer de 40 rames en octobre 1981 (mise en service des 2/3 sud) et de la quasi-totalité en octobre 1983. Au fur et à mesure, ce matériel fut mis en





MISSION  
TRIPODE



TEUR DE TRACTION  
FIXE SOUS CHISSE

BOGIE 4 210



circulation sur la ligne Paris/Marseille, à vide, ou en service commercial, d'octobre 1980 à mai 1981 entre Paris et Lyon pour un aller-retour, afin d'opérer les derniers ajustements utiles, en particulier sur les aménagements intérieurs qui font finalement apprécier ou rejeter un matériel ferroviaire. Les rames, notons à ce propos, comportent 2/3 de leurs sièges en 2<sup>e</sup> classe (figure 10) et 1/3 en 1<sup>ère</sup> classe (figure 11), soit 275 places en 2<sup>e</sup> classe et 111 en 1<sup>ère</sup> (386 au total).

A la date de la parution de cet article, près de la moitié du parc est livrée, et conformément au planning, deux rames par mois permettront d'étoffer au rythme des changements de service, la desserte du Sud-Est.

Photos  
SNCF - CAV

# bidim®

100% POLYESTER

L'AGENCE 33

**le plonnier des géotextiles est devenu  
le leader pour ses multiples fonctions :**

**drainage, filtration,  
séparation, protection, renforcement.**

# Le service TGV

par J. RAVEL

Directeur Commercial Voyageurs à la S.N.C.F.

L'élaboration de la politique commerciale du Service TGV a été effectuée par la Direction Commerciale Voyageurs en appliquant les principes "marketing" utilisés pour le lancement d'un nouveau produit ;

— Analyse du marché potentiel et de la concurrence à partir des statistiques existantes, de traitements du panel national des voyages et d'études de marché spécifiques, débouchant sur une segmentation du marché (c'est-à-dire son découpage en sous-ensembles distincts de clientèle en fonction de critères géographiques ou sociologiques, chacun de ces groupes pouvant être raisonnablement choisi pour définir le service et les actions commerciales à mettre en œuvre pour ce lancement).

— Positionnement du service, c'est-à-dire choix des segments de marché qui généreront la clientèle TGV et définition de l'image de ce nouveau service face à notre offre actuelle et à celle de nos concurrents.

— Définition et mise en œuvre des composantes d'action commerciale (également appelées "Marketing Mix") qui sont généralement regroupées en quatre catégories :

- le produit,
- le prix (tarification),
- la politique de commercialisation (vente, réservation et circuit de distribution),
- la politique de communication (promotion interne et externe, publicité).

Après l'exposé des analyses et choix préalables, chacune des 4 composantes d'action commerciale sera examinée.

Mais il faut bien noter que la méthode suivie nécessite une vérification permanente de la cohérence entre l'analyse du marché, le positionnement retenu et la définition des composantes d'action commerciale pour aboutir à une efficacité d'ensemble.

## — Analyse et choix préalables

### 1.1. Le marché potentiel

Le marché potentiel du TGV est celui des déplacements de personnes entre un premier ensemble formé de la région parisienne et des régions situées au Nord,

Nord-Est et Nord-Ouest de Paris et un second ensemble recouvrant l'ensemble du Sud-Est de la France, la Suisse et le Nord de l'Italie. Ces ensembles géographiques regroupent près de 60 % de la population française et représentent un marché d'environ 50 millions de voyages par an.

Ce marché correspond à la satisfaction de besoins différents, d'abord en origine-destination et en répartition dans le temps des voyages, ensuite en motifs (professionnel, personnel, touristique...). Cette répartition est donnée dans le tableau (source : Panel 1975) de la figure 1.

### 1.2. La concurrence

Ce marché est actuellement satisfait par 3 modes de transport principaux : le train, la voiture particulière, l'avion.

Les parts de marché en voyages sur les relations entre Paris et les régions du Sud-Est (voyage de plus de 100 km) sont indiquées dans le tableau (source : Panel 1975) de la figure 2.

La croissance du trafic, importante sur ces

Voyages entre Paris et :	Pourcentage des différents motifs		
	Professionnel (%)	Personnel (%)	Autres (touristique...) (%)
Bourgogne + Franche-Comté . . . . .	9,8	56,7	33,5
Rhône-Alpes . . . . .	23,4	31	45,6
Provence Côte d'Azur + Languedoc-Roussillon . . . . .	13,4	32,3	54,3

Fig. 1 — Origine, destination et motif des voyages

Voyages entre Paris et :	Mode		
	Train (%)	Voitures particulières (%)	Avion (%)
Bourgogne . . . . .	22	78	—
Franche-Comté . . . . .	30,5	69,5	1
Rhône-Alpes . . . . .	39	51	10
Provence-Côte d'Azur . . . . .	39,5	46,5	14
Languedoc-Roussillon . . . . .	37,5	48,5	14
Sud-Est . . . . .	32,5	60,5	7

Fig. 2 — Parts de marché des différents moyens de transport.

relations durant les vingt dernières années, est due au développement économique et touristique du Sud-Est. Elle est donnée, pour le train et l'avion dans le tableau (source : Panel 1975) de la figure 3.

peuvent se matérialiser que si ce dernier est découpé en un certain nombre de segments correspondant à des groupes de clientèle aux préférences homogènes, chacun de ces segments servant de base à la

Mode	Année			
	1955	1965	1975	1980
Train (million de voyages) . . . . .	5,5	9,5	12,5	14
Avion (million de voyages) . . . . .	N.D.	1,0	3,3	5,4

Fig. 3 — Croissance du trafic train et avion depuis 1955.

La route a, de son côté, connu une croissance encore plus importante qu'au niveau national en raison de la mise en service des relations autoroutières entre Paris et les Alpes et le littoral méditerranéen.

La répartition des motifs de voyages par mode de transport utilisé est également très différente. L'avion d'abord et le train ensuite sont les modes choisis en priorité pour les déplacements professionnels, l'automobile et le train pour les voyages personnels, l'automobile restant leader pour les voyages touristiques. La répartition croisée mode x motif est donné dans le tableau suivant (source : panel 1975) pour trois grandes origines/destinations.

définition du service TGV et à l'évaluation de sa clientèle.

Cette segmentation, dans le cas d'un service sur le marché des transports, doit d'abord être réalisée géographiquement sous forme de flux entre grandes régions puis affinée entre villes desservies. L'ensemble du marché puis chacun des flux définis précédemment sont ensuite scindés selon le motif de voyage, le mode utilisé (dans le cas du mode train selon le type de prestation existante dans la gamme ferroviaire : classe, place assise, place couchée...) et la condition socio-professionnelle (CSP) (1) des voyageurs.

Déplacements entre Paris et :	Mode	Motif		
		Professionnel (%)	Personnel (%)	Autre (%)
Bourgogne + Franche-Comté . . .	Train	22,1	52,8	25,1
	Auto	6,1	57,9	36
	Avion	n.s.	n.s.	n.s.
Rhône Alpes . . . . .	Train	26,5	35,6	37,9
	Auto	12	28,1	37,9
	Avion	68,3	28,1	3,6
Provence Côte d'Azur Languedoc Roussillon . . . . .	Train	15,5	39	45,5
	Auto	5,2	32,9	61,9
	Avion	31,9	15,9	52,2

Fig. 4 — Répartition croisée mode X motif des déplacements entre Paris et les trois grandes régions origine destination du Sud-Est.

### 1.3. La segmentation du marché potentiel

Les opportunités offertes par le marché ne

### 1.4. Le positionnement du TGV

Le TGV doit être positionné commercialement face au marché potentiel et à la con-

currence. Le positionnement est le concept global qui guidera l'élaboration de la politique commerciale du TGV, qui situera celui-ci dans l'univers de choix de la clientèle par rapport à notre offre actuelle et à celle des autres modes et qui définira donc les segments de marché sur lesquels doit se placer le TGV.

Un positionnement aurait pu consister à situer le TGV dans le haut de gamme ferroviaire (comme les TEE, ou comme Concorde dans la gamme d'Air France). Le TGV aurait dans ce cas gardé un caractère exceptionnel, aurait trouvé la source de sa clientèle dans les segments de voyages professionnels (fer 1<sup>ère</sup> classe, avion) ou de voyages personnels effectués par des voyageurs de CSP élevée. Il se serait ajouté à la gamme ferroviaire existante sur le marché (trains classiques de jour et de nuit) et l'aurait donc concurrencée, les caractéristiques du TGV étant alors un prix élevé et un aménagement en 1<sup>ère</sup> classe uniquement. Ce positionnement (TGV = service de luxe) a donc été repoussé, puisque ne permettant d'attaquer qu'une faible partie du marché potentiel, il n'aurait justifié qu'un nombre de circulation limité compromettant ainsi la rentabilité du projet.

Le positionnement retenu pour le TGV est très différent de l'hypothèse précédente, il peut se résumer par la phrase suivante : "le TGV est un train d'une nouvelle génération, un nouveau service accessible à tous".

Un train d'une nouvelle génération : le TGV reste en effet dans l'univers du train, ce n'est pas un "avion sur rail" mais un train qui a de nouveaux atouts (temps de parcours réduit, fréquence élevée, matériel confortable, système original de réservation) et qui se substitue à des trains classiques de jour.

Un nouveau service accessible à tous. Cette accessibilité est caractérisée par la présence de la première et de la seconde classe dans toutes les circulations TGV et par l'étendue de la desserte à tout le Sud-Est de la France soit par relation directe soit par correspondance.

Le TGV est donc positionné de manière à "attaquer" l'ensemble des segments du marché potentiel. C'est un mode de transport démocratique, fidèle à l'image actuelle du train, dont la desserte doit répondre à l'ensemble des besoins du marché. C'est le mode idéal de transport à moyenne distance et la preuve de la capacité de la S.N.C.F à adapter le train aux nouveaux besoins.

(1) Catégorie socio-professionnelle on distingue, agriculteurs, artisans, cadres supérieurs et professions libérales, techniciens et cadres moyens, employés contremaîtres, ouvriers spécialisés, étudiants et élèves, retraités.

## 2 — Le produit

Pour un client un voyage en TGV a de multiples composantes.

C'est bien entendu tout d'abord l'infrastructure nouvelle et le matériel roulant à l'aménagement duquel la Direction Commerciale Voyageurs a collaboré étroitement tant au niveau des principes de l'offre, que pour la validation par des tests "clientèle" des choix effectués.

Les aspects "confort" de la voie et du matériel étant exposés par ailleurs, je tiens plutôt à évoquer ici les aspects commerciaux de la desserte TGV, des services offerts à bord, et de l'aménagement des gares TGV.

### 2.1. La desserte TGV

#### 2.1.1. Les prévisions de trafic

De par son positionnement, le TGV attirera une clientèle variée et nombreuse. L'élaboration de la desserte a rendu nécessaire la prévision du trafic futur sur chacune des origines-destinations. Ces prévisions de trafic ont été réalisées à partir de la segmentation par mode actuel de voyage.

Le trafic du TGV sera composé de :

— la clientèle utilisant actuellement les trains de jour auxquels les TGV se substitueront :

— une partie de la clientèle utilisant actuellement les trains de nuit : ce report de l'ordre de 50 % qui sera plus important pour les distances moyennes que pour les longues distances, a été estimé par deux méthodes :

- d'une part, à l'aide d'une étude de marché réalisée sur les relations desservies actuellement tant de jour avec un temps de parcours compris entre 4 et 6 heures, donc comparable avec celui de la desserte TGV, que de nuit,
- d'autre part, à l'aide d'un ajustement économétrique de la courbe actuelle de répartition de notre clientèle entre les trains de jour et les trains de nuit en fonction du temps de parcours. Le graphique suivant donne un exemple schématique d'utilisation de cette méthode (fig. 5).

— une clientèle nouvelle venant de l'avion. Son volume a été estimé à l'aide du modèle économétrique "prix-temps" élaboré par la Direction des études générales et de la recherche. Ce modèle repose sur l'hypothèse que le choix d'un client entre le train et l'avion s'effectue en fonction du coût généralisé résultant du prix du voyage auquel s'ajoute la valeur que ce client attribue à son temps. Les résultats de ce modèle

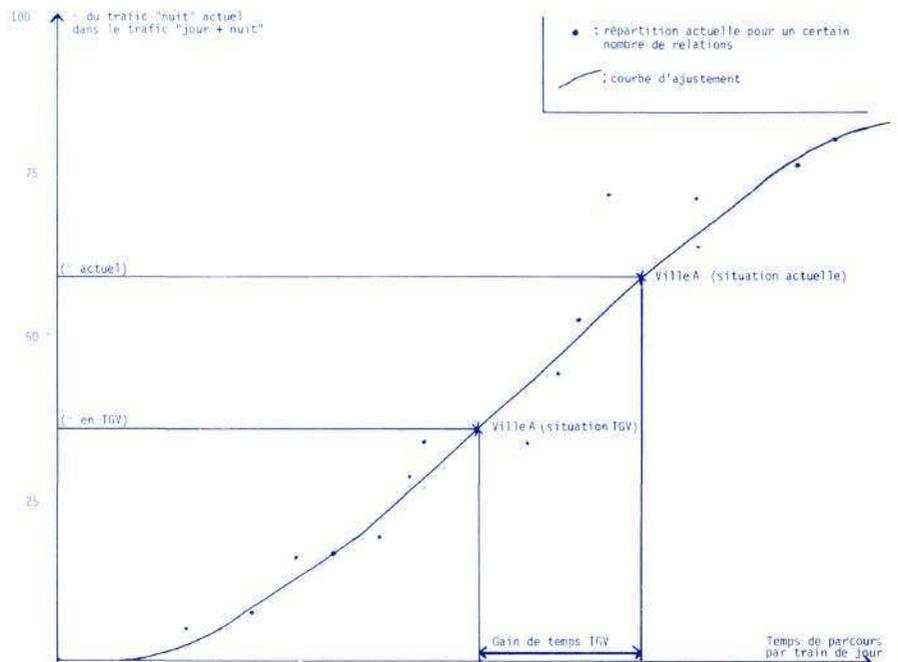


Fig. 5 — Estimation du report du trafic de nuit dû au gain de temps permis par le TGV

ont été confirmés et complétés de manière qualitative par une étude de marché spécifique sur la clientèle aérienne. Cette nouvelle clientèle représentera en 1985 plus de 1 million et demi de voyages :

— une clientèle nouvelle venant de l'automobile : elle a été évaluée par un modèle économétrique du type gravitaire dit "à coût généralisé" élaboré par la Direction des études générales et de la recherche. A l'aide de ce dernier on obtient le volume de la clientèle venant de l'automobile. Cette nouvelle clientèle reportée de l'automobile représentera en 1985 près de 3 millions de voyages ;

— une clientèle induite : calculée également à l'aide du modèle à coût généralisé, elle représente les voyages nouveaux engendrés par le TGV (qu'il s'agisse de clients nouveaux ou d'une augmentation de la fréquence des voyages).

Les prévisions de trafic annuel ont ensuite été dégroupées par saisons, jours et tranches d'heure. Cette répartition temporelle a été réalisée à partir de celles actuelles des clientèles ferroviaire, aérienne et routière et des résultats de l'étude de marché sur le report des utilisateurs des trains de nuit.

L'ensemble de ces prévisions conduit en 1985 à un trafic de 17 millions de voyages dans les TGV et de plus de 20 millions de voyages sur l'axe Paris-Sud-Est (TGV + trains de nuit), ce qui représente une augmentation du trafic ferroviaire sur cet axe de plus de 40 % entre 1980 et 1985.

#### 2.1.2. Les principes généraux de la desserte

A partir de l'analyse du marché, des prévi-

sions de trafic, de la répartition temporelle et du positionnement du service TGV d'une part, des possibilités et des contraintes techniques d'autre part, le département Marketing de la Direction Commerciale Voyageurs et les départements transport voyageurs et géographique du Sud-Est de la Direction du Transport ont élaboré la desserte TGV et ses compléments par trains classiques dans le souci de trouver le meilleur équilibre technico-économique.

Cette desserte repose sur les principes suivants :

— définition d'une grille de base pour les jours normaux (lundi, mardi, mercredi, jeudi) et d'une grille de fin de semaine (pointe hebdomadaire et samedi),

— parcours complémentaires par trains classiques afin d'étendre par correspondance la desserte TGV aux sections de ligne intermédiaires (vallée du Rhône par exemple) et aux antennes à partir des gares d'arrêt ou terminus des TGV (Côte d'Azur par exemple),

— de terminus permettant une rotation rapide du matériel afin de limiter l'investissement en parc,

— liaisons directes par TGV limitées aux villes importantes (26 en 1983) de façon à serrer au maximum les temps de parcours, — circulation des TGV en éléments coupés (2 rames) chaque fois que le maintien d'une fréquence suffisante le permet,

— objectif de taux d'occupation moyen de 65 %,

— prise en compte des besoins des différents segments du marché par motif (possibilité de passer la journée, voire la demi-journée à Paris ou en province pour les motifs professionnels par exemple),

— impossibilité de couvrir la totalité de la pointe hebdomadaire et de la super-pointe avec les 87 rames commandées, résolution de l'interaction offre demande durant ces périodes par la tarification d'une part, par un complément de desserte par trains classiques d'autre part.

La définition de la desserte a été effectuée en deux étapes : le schéma directeur 1983 reprenant la desserte complète avec la mise en service de la totalité de la Ligne Nouvelle, les phases intermédiaires 1981 et 1982 utilisant le seul tronçon sud de la Ligne Nouvelle alors en service, ces phases intermédiaires devant être cohérentes avec la desserte finale, 1983. La figure 6 reprend l'ensemble de cette desserte avec les mises en service successives prévues actuellement.

### 2.1.3. La desserte TGV en 1983

En 1983 le TGV desservira 26 villes en France et en Suisse. Cette desserte peut être découpée en 4 grands ensembles :

— Bourgogne/Franche-Comté/Suisse (à noter que Le Creusot—Montceau-les-Mines—Montchanin sera desservi par les TGV Lyon et Midi, Mâcon par les TGV Savoie).

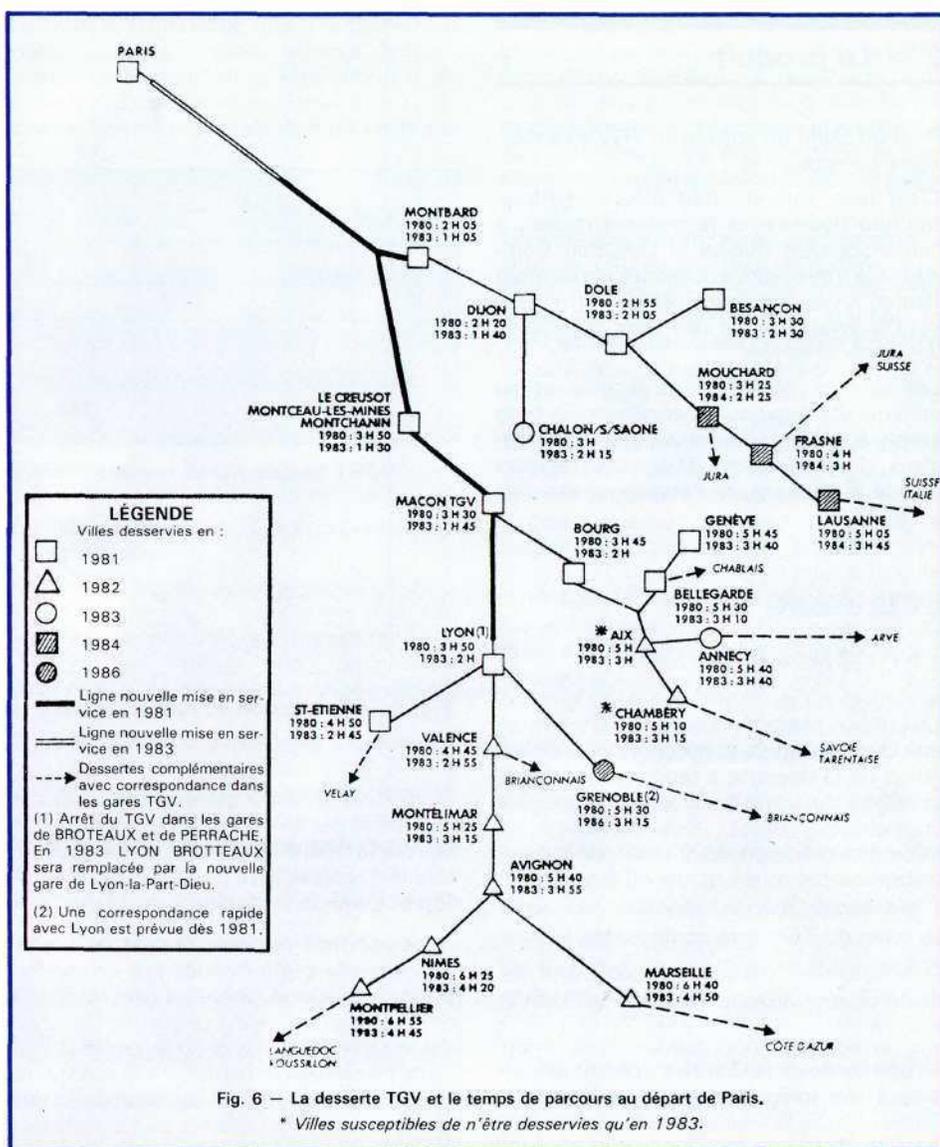
— Savoie : pour cette zone, en période de sports d'hiver, une desserte spéciale des samedis sera mise en place avec les rames libérées par les ateliers d'entretien pour faire face à la pointe hebdomadaire des vendredis et dimanches : une dizaine de services TGV supplémentaires, pour la plupart en rames doubles, desserviront ainsi Aix-les-Bains, Chambéry ou Annecy d'où des correspondances de qualité seront organisées pour rejoindre les stations alpines.

— région lyonnaise : compte tenu de l'important volume de voyages pour motifs professionnels sur cette relation et du report important de clientèle venant de l'avion, les TGV circulant dans les sillons "d'affaires" seront constitués d'une rame "mixte" (1<sup>ère</sup> classe et 2<sup>e</sup> classe) et d'une rame "1<sup>ère</sup> classe" couplée, ce qui permettra dans ces sillons de faire passer le pourcentage de places offertes en 1<sup>ère</sup> place de 29 à 59 %.

Grenoble, desservi d'abord par correspondance, sera relié directement par TGV lorsque la ligne Lyon-Grenoble sera électrifiée (à l'horizon 1985).

La desserte de Lyon présentera également la particularité d'être cadencée avec un départ toutes les heures.

— Vallée du Rhône et Midi : Les TGV des-



servant cette région, contrairement aux errements actuels sur l'axe PLM, ne s'arrêteront pas à Lyon qui, pour les dessertes régionales, bénéficiera d'une desserte classique adaptée aux besoins de cette métropole.

### 2.1.4. Les phases intermédiaires en 1981 et 1982

Le nombre de rames devant être livrées avant septembre 1981 et la mise en service du tronçon sud de la Ligne Nouvelle (entre St-Florentin et Sathonay) ont permis de mettre en place une première phase de desserte au service d'hiver 1981 avec des temps de parcours supérieurs de 45 minutes environ à ceux de la phase finale. Elle correspond à une desserte pratiquement complète pour Lyon (13 aller-retour) et St-Etienne (3 aller-retour), à une desserte embryonnaire pour Dijon (3 aller-retour, Besançon (1 aller-retour) et Genève (2 aller-retour).

Dès le service d'été 1982 sera initiée la desserte du Midi qui sera étoffée lors du service d'hiver 1982/1983 pour atteindre un niveau proche de la situation finale.

### 2.1.5. Les dessertes intervilles du Sud-Est

Les dessertes régionales et interrégionales du Sud-Est de la France sont actuellement assurées en grande partie par des trains ayant leur origine ou leur destination à Paris. Elles seront, au fur et à mesure de la mise en service du TGV, aménagées en se dégageant de cette contrainte et correspondront donc mieux aux besoins régionaux et interrégionaux.

Des trains de longs parcours Est/littoral méditerranéen seront créés, desservant sur leur passage les Vallées de la Saône et du Rhône.

## 2.2. Les services à bord

A côté du service de restauration, nous



Le TGV, un nouveau service accessible à tous, en 2<sup>e</sup> classe...



et en 1<sup>ère</sup> classe.

assurerons un certain nombre d'autres prestations à bord des TGV répondant à certaines attentes de tout ou partie de notre clientèle.

- Tout d'abord une **personne handicapée** souhaitant voyager sur son fauteuil roulant aura la possibilité de réserver une place dans une voiture 1<sup>ère</sup> classe, tout en acquittant le tarif de la 2<sup>e</sup> classe.

- Ensuite, pour les jeunes enfants (de 4 à 12 ans) voyageant seuls, un service particulier (**JVS Jeunes Voyageurs Service**) sera assuré certains jours et dans certains TGV. Une hôtesse prenant alors en charge les enfants de la gare de départ à la gare d'arrivée moyennant un supplément spécifique.

- Ouvert à tous, pendant toute la durée du trajet, un **coin boutique** situé dans le bar offrira un éventail de journaux, revues, tabac et jeux divers.

Toutefois dans un premier temps, nos efforts ont porté principalement sur le **service de restauration**. En effet, le positionnement du TGV comme un train d'une nouvelle génération, la part importante de clientèle susceptible de voyager durant les heures de repas nous ont conduits à mettre au point un service particulier prenant naturellement sa place dans la gamme des formules actuelles. Ce nouveau service baptisé "Service 260" sera assuré par la société de restauration de la nouvelle ligne ferroviaire (la SORENOLIF, filiale de la CIWLT).

Trois types de prestations seront offerts :

— *La restauration à la place en 1<sup>ère</sup> classe*

Dans les voitures de 1<sup>ère</sup> classe réservées à la restauration un service à la place sera assuré dans tous les TGV circulant aux heures habituelles des repas.

Ce service, proche de la restauration traditionnelle (choix entre plusieurs plats, nappes, couverts et vaisselle spécialement choisie pour le TGV...) offrira ;

- le petit déjeuner complet avec en particulier jus de fruit et petits pains à la demande,

- à midi, un menu avec possibilité de choix entre le plat du jour et une grillade,

- le soir, une formule allégée autour d'un plat comportant diverses options.

Ces menus seront souvent renouvelés afin d'éviter la monotonie aux voyageurs se déplaçant fréquemment.

Il sera, bien évidemment, possible et conseillé de réserver à l'avance sa place dans les voitures-restauration.

— *La vente dans le train*

Elle sera assurée dans certains TGV. Une hôtesse ou un steward proposera aux voyageurs (de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>e</sup> classe) qui ne souhaitent pas se déplacer un assortiment de

sandwiches, pâtisseries, boissons ainsi que des coffrets repas. Pour le petit déjeuner, des croissants et boissons chaudes seront proposés.

#### — Le bar

Dans chaque rame, le bar situé au milieu de chaque rame sera ouvert pendant toute la durée du parcours. Les voyageurs de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>e</sup> classe pourront y accéder facilement pour trouver boissons chaudes et froides, des plats simples, chauds ou froids (assiette "Club", "assiette 260"...), ainsi que des coffrets repas à consommer sur place ou à emporter.

### 2.3. L'aménagement des gares

Un voyage en TGV sera très exceptionnellement un but en soi, une fois la première curiosité satisfaite. Le TGV sera un moyen confortable et rapide pour se rendre d'une gare à une autre, mais encore les clients devront-ils, de leur point de départ, aller en gare et prendre le TGV, et à l'arrivée rejoindre leur lieu précis de destination. Ces parcours complémentaires peuvent influencer d'une façon très importante sur le choix du mode de transport. La S.N.C.F. dispose, en ce domaine, d'un atout important avec la présence de ses gares au cœur des villes.

#### Le bar.

Cet avantage doit être exploité au maximum : le passage en gare, considéré parfois par la clientèle comme pénible doit être facilité, rendu agréable.

Une gare desservie par des TGV est donc d'abord une gare comme les autres, selon les principes de base dégagés par la politique S.N.C.F. de rénovation de ses gares voyageurs, elle doit permettre ;

- au client potentiel d'y préparer aisément son voyage,
- au voyageur en instance de départ, d'aller très rapidement vers son train, tout en disposant à proximité de son cheminement des services qui pourraient lui être utiles,
- une liaison étroite avec la ville, pour la prolonger en tant que lieu d'animation, de commercialisation, de consommation, de rencontre et pour faciliter les échanges.

Pour prendre le TGV, les clients auront ainsi à suivre des procédures très habituelles au voyage en train (possession d'un titre de transport acheté à l'avance ou au dernier moment pour certains TGV possession d'un supplément, compostage) et ils bénéficieront de services offerts classiquement par la S.N.C.F. (accueil, signalétique, chariots libre-service pour le transport des bagages à main...).

Ce produit nouveau présente toutefois deux particularités qui ont une importance extrême lorsqu'on se préoccupe d'aider les clients à accéder au TGV.

D'une part, pour offrir un confort sans faille, il a été prévu que les voyageurs TGV devraient obligatoirement réserver leur place soit à l'avance, soit au dernier moment, au guichet ou à l'aide d'un système nouveau automatique de "réservation rapide TGV". Bien entendu, ces deux derniers moyens doivent demeurer accessoires, le client devant être incité au maximum à réserver à l'avance, évitant ainsi toute attente juste avant le départ.

D'autre part, afin de limiter le coût d'investissement en matériel roulant tout en assurant une offre de desserte très dense, les réutilisations des rames dans les gares terminus ont souvent été prévues dans des délais très courts, et ceci tout particulièrement à Paris (photo 4). De ce fait, l'accès aux quais dans ces gares terminus pourra n'être possible que tardivement par rapport à la majorité des pratiques actuelles où les clients peuvent prendre place dans le train assez longtemps à l'avance.

De plus, dans le cas de Paris, où ces réutilisations rapides donnent lieu à de multiples opérations d'entretien du matériel et d'avitaillement, une gêne importante était prévisible pour nos voyageurs lors de leur progression sur le quai vers la voiture TGV où se trouvent leurs places.



Compte tenu de ces deux particularités, réservation obligatoire et accès au TGV possible en gare origine peu de temps avant le départ, on aurait pu équiper les très grandes gares de salles d'embarquement avec contrôle à l'entrée, spécialisées par TGV, à l'image de l'organisation des aéroports. Cette idée n'a pas été retenue :

- une telle structure manquant de souplesse, aurait été lourde à gérer et aurait entraîné des investissements démesurés pour les périodes de pointe,

- elle aurait été contraignante pour la clientèle qui apprécie la suppression du contrôle d'entrée,

- elle allait à l'encontre du développement des zones d'attente ouvertes sur la vie de la gare et ses services, formule qui permet de rendre plus agréable l'attente du voyageur.

Les orientations prises pour répondre à ces caractéristiques propres au service TGV ont été les suivantes :

- permettre aux clients d'obtenir facilement, sur leur itinéraire d'accès, leur réservation avant de prendre le TGV,

- prévoir aux points de passage obligés des divers cheminements, une information de rappel sur la nouvelle obligation de réserver,

- offrir des possibilités d'attente confortables et importantes dans les gares terminus où le client se trouvera de ce point de vue dans une situation proche de celle d'une gare d'arrêt intermédiaire,

- prévoir à Paris-Lyon des quais de service permettant de dégager les quais "voyageurs" du personnel d'entretien et d'avitailllement et surtout de son matériel.

N'entraînant le plus souvent que des aménagements simples et réduits ces orientations ont été appliquées à l'ensemble des gares desservies par TGV, elles ont été bien entendu facilitées dans les cas de gares nouvelles (Le Creusot—Montceau-les-Mines—Montchanin, Mâcon TGV et Lyon—Part-Dieu), et dans ceux plus nombreux de rénovations importantes de gares utilisées tant par des voyageurs de trains classiques que par des voyageurs TGV (Paris—Lyon, Chalon-sur-Saône, Annecy, Chambéry, Lyon-Perrache, Valence, Avignon, Marseille-St-Charles, Montpellier).

Enfin, pour éviter que nos clients ne perdent dans les parcours d'accès, une partie du temps gagné grâce au TGV, un effort particulier de complémentarité avec les transports urbains a été réalisé tant à Paris qu'en province et conjugué avec le développement des parkings et des formules "train+auto".

### 3 — La tarification TGV

Dans le cadre du positionnement retenu pour le TGV, sa tarification devait s'éloigner le moins possible de celle du train et tenir compte de deux impératifs :

- la rentabilité globale du projet,
- l'impossibilité durant les périodes de pointes d'enlever la totalité du trafic.

La tarification retenue est identique à celle des trains classiques : le prix du billet est le même que l'on utilise la ligne nouvelle ou la ligne classique, mais, aux heures de pointe, des suppléments de l'ordre de 20 % sont appliqués sur certains TGV afin d'écrêter la demande. Toutes les réductions, commerciales ou sociales, s'appliquent bien entendu sur le prix du billet.

En ce qui concerne la politique d'abonnement à libre circulation elle a dû être adaptée aux nouvelles données dues à la grande vitesse.

En effet, la fréquence d'utilisation et donc la rentabilité des abonnements à libre circulation, tant pour la clientèle que pour le transporteur, correspondent à un nombre moyen de voyageurs par abonné, fonction du temps de parcours. L'expérience montre que cette fonction est décroissante et convexe.

L'application directe de cette fonction et des notions de coût marginal et coût affectable au voyageur/km nous aurait conduits à un abonnement plus cher pour les courtes distances (Mâcon, Le Creusot) que pour les distances moyennes (Lyon, Valence, Chambéry). La formule de l'abonnement de zone a donc été retenue pour le TGV. Cet abonnement, dont le prix est sensiblement plus élevé que l'abonnement ordinaire aura pour cible les voyages très fréquents.

Les voyageurs moins fréquents utiliseront l'abonnement demi-tarif qui est du même type que l'abonnement d'Air-Inter offrant 30 % de réduction.

Ce système de tarification qui assure la rentabilité du projet, rend le TGV particulièrement compétitif par rapport aux autres modes de transport et permettra le développement d'une clientèle nouvelle accédant à la mobilité ou se déplaçant plus fréquemment.

Le tableau (7) donne un certain nombre d'exemples de prix\* au 27/9/81.

### 4 — La commercialisation du TGV

Ce paragraphe pourrait ne pas avoir sa raison d'être dans la mesure où, si le TGV

représente, grâce à la haute technologie de la Ligne Nouvelle et du matériel, une innovation importante dans l'offre commerciale voyageurs de la S.N.C.F., il est un train comme les autres et parmi les autres, pour lesquels la commercialisation, c'est-à-dire la manière de le vendre, doit se différencier le moins possible de celle des autres trains. La S.N.C.F. n'a, en effet, pas retenu l'idée selon laquelle la mise sur le marché du produit TGV devait s'accompagner d'un système de commercialisation spécifique, comme c'est parfois le cas pour certaines prestations de transport aérien par exemple.

Cela étant, certaines orientations de base prises en matière d'accès des voyageurs dans le TGV impliquent que l'acte de vente correspondant comporte tout de même des caractéristiques spécifiques qui le différencient de l'acte de vente classique.

#### 4.1. Spécificité de la vente TGV

Comme indiqué précédemment, une condition fondamentale pour que la clientèle apprécie le TGV et l'utilise dans de bonnes conditions est d'éviter qu'il y ait des voyageurs debout. Ce principe est motivé pour des raisons de confort, tant pour les voyageurs debout eux-mêmes, compte tenu de la position surbaissée des fenêtres, que pour les voyageurs assis, puisque, dans le TGV, il n'y a que des voitures à couloir central. Afin de respecter cette condition, la réservation des places est donc une condition préalable à l'embarquement.

Traditionnellement, la réservation des places, possible dans la plupart des trains de grands parcours de la S.N.C.F., est une opération d'achat "à l'avance", dans la mesure où elle s'effectue avant le voyage et qu'elle se termine en principe une journée ou une demi-journée avant le départ du train considéré. Dès lors que, dans le TGV, la réservation des places doit accompagner tout acte d'achat, il est nécessaire que cette réservation soit possible dans le TGV au départ d'une gare donnée jusqu'à quelques minutes avant le départ de ce train de cette gare. Pour arriver à ce résultat, il a fallu réaliser une extension du programme de réservation électronique existant : c'est ainsi qu'à été mis au point le système RESEDA (1), dont la principale caractéristique est de permettre jusqu'au dernier moment la réservation dans les TGV.

#### 4.2. Moyens

##### 4.2.1. Nouvelles machines de vente

Les prestations TGV peuvent être vendues à l'aide des machines existantes : machines

(1) Le sigle signifie *Réservation et Distribution Automatique des places*.

Relations de Paris à	Prix d'un billet		Prix de l'ab <sup>t</sup> TGV libre circulation (mensualité)	Prix de l'abonnement demi-tarif (6 mois)	Prix d'un billet avec		
	Plein tarif	Plein tarif TGV à supplément			Réduction 50 %	Réduction 50 % TGV à supplément (réductions commerciales ou abonnement demi-tarif)	
Le Creusot Montceau-les-Mines Montchanin	1 <sup>e</sup> CL	188	228	2252	994	98	138
	2 <sup>e</sup> CL	128	148	1501	661	68	88
Lyon	1 <sup>e</sup> CL	247	297	2252	1077	128	148
	2 <sup>e</sup> CL	167	197	1501	717	88	101
Genève	1 <sup>e</sup> CL	287	337	2252	1077	148	198
	2 <sup>e</sup> CL	194	224	1501	717	101	131

\* Réservation 8 F comprise

à billets électromécaniques et terminaux Olivetti. Mais signalons que leur utilisation, compte tenu de leur spécificité (les machines à billets ne donnent que les billets, les terminaux Olivetti ne donnent les billets conjointement aux réservations que lorsque les parcours demandés sont identiques), n'est pas adaptée à la vente TGV, puisque le voyageur doit, au cours de la même transaction, acheter son billet, éventuellement son supplément, et sa réservation, et ce pour toutes les demandes, y compris celles où les parcours billet et réservation sont différents.

Dans ces conditions et compte tenu de l'obsolescence de ces machines, la S.N.C.F. a défini une nouvelle génération de machines électroniques de guichet, et parmi celles-ci, une machine haut de gamme, permettant l'obtention au poste de vente, soit de billets, soit de réservations, soit des deux, avec disparition des restrictions liées à leur délivrance conjointe (identité du parcours billet et réservation). La machine elle-même est le terminal Logabax, en cours d'installation depuis 2 ans, et dont environ 1500 à 1800 exemplaires doivent, à terme, équiper les gares et les agences de voyages : l'application informatique correspondante (Mabel/Greta) est opérationnelle pour le démarrage du TGV en septembre 1981 et permet la réalisation sur la machine de l'ensemble des fonctions ci-dessus. A cette date, malgré les problèmes posés pour disposer en temps voulu des appareils et des programmes : 200 machines de vente Mabel/Greta sont installées dans les gares concernées par le TGV (c'est-à-dire en gros, celles du triangle Paris/Grenoble/St-Etienne, plus quelques équipements complémentaires en région parisienne) et permettent de satisfaire

l'ensemble des besoins de vente des gares, tant à l'avance que pour le départ immédiat, ce dernier point représentant une nouveauté dans la mesure où, jusqu'à présent, les Recettes des gares n'étaient pas équipées de terminaux de réservation.

Cette politique de mise en place de machines polyvalentes de vente n'est pas propre aux seuls TGV, mais concerne l'ensemble des réseaux de vente gares et agences de voyages de la S.N.C.F. Dans cet esprit, bien entendu, les zones touchées par l'extension du TGV seront équipées au fur et à mesure, quant aux agences de voyages, qui ne font que de la vente à l'avance pour laquelle le terminal Olivetti actuel reste adapté, elles ne seront équipées de machines Mabel/Greta qu'à partir de 1982, signalons toutefois que, malgré les difficultés à disposer de connexions nouvelles au réseau de télé-informatique S.N.C.F., une dizaine d'agences supplémentaires de la région parisienne et de la région lyonnaise ont été équipées pour le lancement du TGV en septembre 1981.

#### 4.2.2. Distributions automatiques "RESEDA"

Indépendamment des machines de vente, la mise en place du système RESEDA s'accompagne, pour la première fois sur la S.N.C.F., de la possibilité donnée aux voyageurs de dernier moment d'acheter leur réservation TGV à un distributeur automatique, cet appareil est dénommé "distributeur RESEDA".

Ces derniers permettent la délivrance en libre-service des places pour les voyageurs déjà munis de leur billet et éventuellement de leur supplément. Leur rôle est donc un rôle d'appoint aux postes de vente, alors qu'à l'origine, le concept de la machine

polyvalente n'existant pas, il était prévu qu'ils délivrent systématiquement toutes les places des voyageurs de dernier moment ayant acheté préalablement leur billet à une Recette classique. Ce rôle d'appoint est accentué par le fait que ces distributeurs ne délivrent pas le supplément éventuel associé à l'emprunt de tel ou tel TGV : en effet, cette possibilité n'a pas été retenue pour tenir compte des conditions du paiement, limité pour l'instant aux seules pièces de monnaie dont ne disposent pas nécessairement les voyageurs pour une transaction d'un certain montant, et qui aurait conduit à un allongement des temps correspondants.

Pour ces raisons, le nombre des distributeurs installés en première étape dans les seules gares desservies par les TGV ou par des trains en correspondance directe est limité à une quarantaine d'appareils, ce nombre devant être porté à 80 environ en 1983. Les appareils sont opérationnels 1 heure avant le départ d'un TGV ou d'un train en correspondance directe avec un TGV. Comme pour les machines de vente, la réservation cesse aux distributeurs quelques minutes avant le départ du TGV ou du train en correspondance.

### 4.3. Problèmes connexes à la vente

#### 4.3.1. Accueil et contrôle d'accès

Dès lors qu'est prise l'option selon laquelle tout voyageur ne pouvait accéder à un TGV que préalablement muni d'une réservation, il convient de s'assurer que tous les voyageurs ayant effectivement embarqué dans un TGV sont effectivement dotés d'une place attribuée dans ce TGV.

C'est la raison pour laquelle l'accueil des voyageurs, entre le moment où ils pénètrent dans la gare (ou celui où ils achètent leur billet) et celui où ils accèdent au TGV, doit être renforcé et mis à profit pour leur rappeler la nécessité de la réservation préalable. Cet accueil fait, bien entendu, intervenir le personnel commercial des gares, mais également des moyens matériels tels qu'informations sur panneaux ou annonces sonores. Il peut, le cas échéant, être accompagné d'un contrôle d'admission à terre, ayant pour objet de vérifier que chaque voyageur est bien en possession d'une place réservée pour le TGV dans lequel il doit accéder.

#### 4.3.2. Temps de transaction

La connaissance de cette donnée est essentielle pour prévoir les équipements supplémentaires nécessaires, tant en hommes qu'en moyens matériels. En ce qui concerne les distributeurs RESEDA, la S.N.C.F. a réalisé une série de tests (le dernier en date en situation "réelle" pour accéder à un TGV circulant en dédoublement d'un train régulier entre Paris et Lyon les vendredis et dimanches, des 3 mois : décembre 1980, janvier et février 1981) qui ont montré que, même avec une notable proportion de voyageurs inexpérimentés, le temps de transaction était toujours inférieur à 1 minute. Par contre, pour les machines Mabel/Greta, la S.N.C.F. ne dispose pour l'instant d'aucune expérience, puisque l'application vient juste d'être opérationnelle. Nous savons toutefois que, pour la vente départ immédiat, le temps de transaction moyen sera supérieur à celui des machines actuelles, puisqu'il comporte en plus la formulation et le traitement d'une demande de réservation qui nécessitent un dialogue avec l'ensemble central de réservation : alors que sur machines actuelles, le temps de transaction est en moyenne de 40 secondes et descend dans les grandes gares en périodes de pointe jusqu'à 20 secondes, le temps moyen semble, pour le TGV, devoir ressortir à environ 2 minutes.

#### 4.3.3. Orientation des voyageurs entre les postes de vente et les distributeurs

Comme indiqué plus haut, l'usage des distributeurs est réservé aux voyageurs déjà munis de leur billet et éventuellement de leur supplément. Par contre, ainsi qu'il est indiqué ci-dessus, le temps de transaction aux machines de vente est relativement important (en tout cas plus qu'aux distributeurs). En conséquence, s'il convient de les seuls voyageurs déjà munis de leurs autres prestations il faut dans toute la mesure du possible, leur adresser la totalité de ceux-ci, qui pourront obtenir plus rapidement leur attribution de places (queue réduite et transaction raccourcie). L'orientation correspondante est réalisée par le personnel des

gares, aidé éventuellement d'une signalisation et d'annonces sonores adéquates.

Plus généralement, l'afflux de voyageurs TGV de dernier moment à certaines heures de la journée pourra conduire certaines gares à spécialiser une partie de leurs postes de vente des Recettes à la seule vente TGV : là également, il faudra veiller à l'orientation correcte des voyageurs.

#### 4.4. Une difficulté à surmonter

C'est - on l'a vu - pour des raisons de confort qu'il a été décidé de ne pas accepter des voyageurs debout dans les TGV. Les inflexions aux conditions de vente qu'impose le respect de cette règle peuvent paraître quelque peu contraignantes, tant à notre clientèle qu'à notre personnel de vente.

Pour vaincre cette difficulté, un effort spécial d'information doit être fait sur ce point au cours des diverses campagnes de communication TGV. Ainsi on peut espérer qu'après quelques mois, les voyageurs auront bien pris l'habitude d'acheter une réservation en même temps qu'un billet, de la même manière qu'ils se sont accoutumés à composer leur billet lorsque l'obligation de compostage s'est substituée au contrôle de gare.

## 5 — La politique de communication

A ce stade de l'article, nous avons défini le produit (la desserte TGV), sa clientèle potentielle, son prix, la manière dont nous allons le vendre, le dernier acte du "Marketing Mix" reste à jouer : il s'agit de faire connaître ce nouveau service à la clientèle et à notre force de vente.

#### 5.1. La communication externe

Les enquêtes témoignent que le TGV est largement connu du public ; 41 % des personnes interviewées sur le plan national et 60 % sur l'axe Paris—Sud-Est savent que le TGV est un "nouveau train" mis en service par la S.N.C.F. (1). Mais l'on pourrait estimer que le récent record du monde dont la TV, les radios, et la presse se sont largement fait l'écho a tellement amplifié sa notoriété qu'une campagne de publicité serait inutile. Cependant, si l'image du TGV est excellente, elle est faussée par des a priori, notamment :

— 74 % des interviewés pensent qu'il s'agit d'un train pour hommes d'affaires, accessible uniquement avec un billet de 1<sup>ère</sup> classe,

— 64 % ne savent pas que 13 aller et retour quotidiens sont prévus dès septembre 1981 entre Paris et Lyon,

— 37 % pensent que le TGV est plus une réalisation de prestige qu'un service utile pour la collectivité, les régions et le développement économique.

La nécessité d'une campagne de publicité s'est imposée d'une part pour corriger ces idées fausses et d'autre part afin de diffuser des informations concrètes sur la fréquence, les horaires, les relations et souligner que le TGV, accessible en 1<sup>ère</sup> comme en 2<sup>e</sup> — classe, répond à la mission de service public de la Société Nationale.

Un cahier des charges extrêmement précis a été élaboré par la Direction Commerciale Voyageurs qui a consulté cinq agences de publicité afin de pouvoir sélectionner la campagne la mieux adaptée à nos objectifs. La sélection s'est faite après analyse des campagnes selon une grille de critères extrêmement rigoureuse et le choix final soumis à la Direction générale.

Quatre objectifs ont été fixés :

- estomper les a priori,
- faire connaître les caractéristiques de ce train d'une nouvelle génération afin de contribuer à son succès commercial,
- faire en sorte que le TGV serve l'ensemble de l'offre S.N.C.F.,
- démontrer que le TGV constitue le meilleur moyen de transport pour les régions actuellement desservies. La campagne est développée sur le concept "TGV gagnez du temps sur le temps". Sa structure correspond aux mises en œuvre progressives du TGV sur les 3 années d'octobre 1981 à octobre 1983.

La première phase, qui se déroule de septembre à décembre 1981, met l'accent sur les caractéristiques suivantes du TGV :

- l'accessibilité à tous,
- la fréquence,
- le prix,
- le nouveau système de réservation.

Cette campagne essentiellement informative se veut volontairement très concrète de façon à faire connaître le plus rapidement possible aux voyageurs les modalités pratiques d'utilisation des TGV.

Pour le lancement du 27 septembre 1981, cette campagne a été effectuée dans la presse quotidienne nationale et régionale et

(1) Etude faite par le Département Marketing de la Direction Commerciale Voyageurs de la S.N.C.F. de mai à juin 1980 sur un échantillonnage de 2200 personnes au niveau national, de 1400 personnes sur l'axe Paris—Sud-Est.



Les départs du vendredi.

dans la presse magazine. Elle sera complétée par des documents d'information à l'usage des voyageurs (guide pratique et fiche horaire).

## 6 — Conclusion

L'attention constante du public, et des cheminots en particulier, a porté sur les aspects techniques et technico-commerciaux du TGV... mais tous le regardent sous l'angle des habitudes, bonnes et mauvaises, d'aujourd'hui.

Or, avec le TGV c'est aussi une formidable évolution des comportements humains qui est engagée. Le TGV utilise des techniques nouvelles, il doit y avoir la même volonté d'innovation pour le comportement des agents chargés d'en assurer le succès auprès de la clientèle.

Pour ce faire il faut mettre en avant les aspects très positifs de la nouvelle desserte et expliquer les contraintes normales qu'impose son utilisation.

En exposant, et pas seulement entre initiés ou spécialistes, les caractéristiques, les conditions d'exploitation et de commercialisation des TGV, on permet aux agents de prendre naturellement des initiatives qui seront de bon sens.

Ainsi, sans compter les nombreuses actions de relations publiques organisées par la Direction générale de la S.N.C.F., près de 3000 personnes (dont 800 pour des organismes de voyage) auront été réunies en 1981 par la seule Direction commerciale voyageurs dans des rencontres et au cours de voyages consacrés exclusivement au TGV.

Ces réunions ont été largement démultipliées par les divisions commerciales régionales et par les établissements touchés par les dessertes TGV. Même les régions moins concernées ont développé cette action d'information pour expliquer l'impact attendu du TGV et l'intérêt qu'il y avait à mettre en valeur tous les autres trains dont l'existence et la vente restent essentielles pour le développement des recettes.

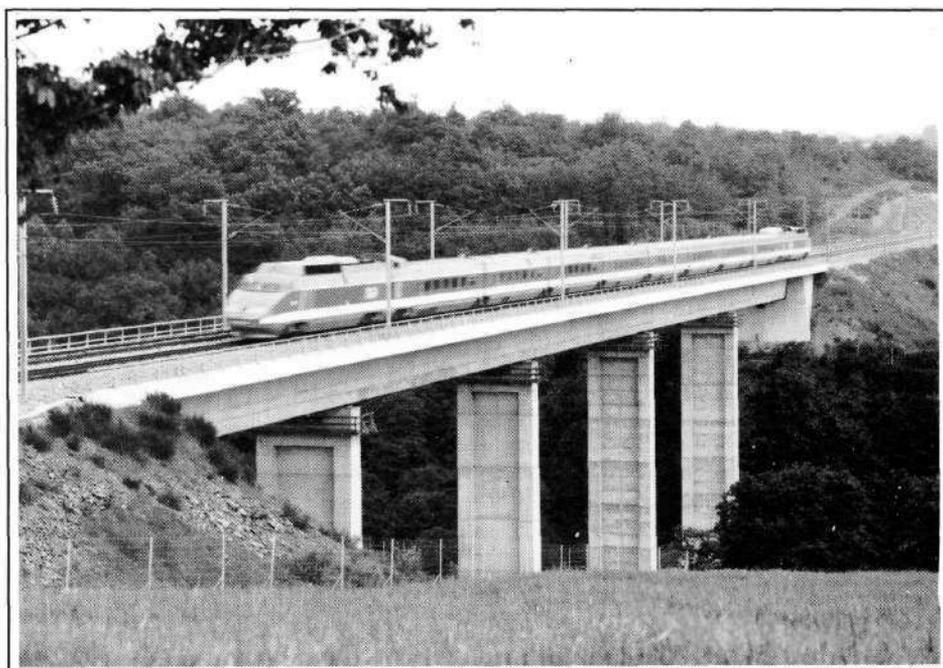
Un document d'informations commerciales sur le TGV a été édité à 50.000 exemplaires à l'intention de tous les agents commerciaux (à temps complet ou partiel) des gares, des trains ainsi qu'à tous les cadres des fonctions techniques. Ce document est complété par des fiches d'informations spécifiques (photo n° 5), par un audiovisuel (Vendre le TGV) et par des insertions dans tous les bulletins de liaison avec la force de vente.

Enfin, une adaptation pour les agences de voyages a été réalisée et diffusée à 10.000 exemplaires afin d'informer plus largement et le plus personnellement possible chaque agent de comptoir.

## 5.2. La communication interne

La S.N.C.F. a mis au point avec le TGV et la ligne nouvelle Paris—Sud-Est, l'outil ferroviaire le plus performant du monde. Le récent record de vitesse a fait la preuve de ce succès technique, il reste à en assurer le succès commercial.

La démarche décrite dans le présent article doit y concourir, elle manifeste la volonté de la S.N.C.F. de "vendre" le TGV et de mordre ainsi sur des couches de clientèles qui n'utilisent pas le train.



Le viaduc de Saulieu

Photo SNCF - CAV

# La construction de la ligne à grande vitesse Paris - Sud-Est

**l'organisation de l'exécution et ses méthodes**

par E. CHAMBRON, I.P.C.  
attaché à la Direction Générale S.N.C.F.

La réalisation d'une voie ferrée nouvelle fait appel successivement à deux grandes catégories d'opérations : celles qui concernent l'infrastructure, c'est-à-dire les terrassements, assainissements, ouvrages d'art et rétablissements de communications et celles qui touchent à la superstructure : voie, télécommunications, signalisation, et installations de traction électrique.

## I — L'infrastructure

Les travaux d'infrastructure présentent une parenté étroite avec ceux des autoroutes ; ils sont donc bien connus des lecteurs de la revue PCM.

(1) La Ligne Nouvelle ne comporte pas de passages à niveau, ni de tunnels.

Rappelons en seulement quelques particularités :

1. Le volume des terrassements d'une voie ferrée représente moins des 2/3 de celui d'une autoroute ; les lots "terrassements et ouvrages d'art courants", en moyenne plus longs que ceux des autoroutes concernent environ 40 km de plate-forme.

2. Les ouvrages d'art sont en majorité en béton armé, quelques-uns en poutrelles enrobées ; les viaducs sont en béton précontraint construits par poussage ou coulés en place.

Des dispositions particulières ont été prises pour assurer la durabilité des ouvrages et notamment des viaducs en béton précontraint.

D'autres dispositions suppriment les risques de déplacement des ponts-rails par des camions de grande hauteur, ainsi que les risques de chute de véhicule routier sur la voie ferrée à partir des ponts-routes ou des chaussées latérales (1).

3. Pour assurer la stabilité de plate-forme nécessaire pour une ligne à très grande

vitesse, une attention particulière a été portée sur la préparation des terrains d'assise, sur la qualité du compactage, sur le choix des matériaux de couche de forme et de sous-couche, et sur la constitution des zones de transition remblais-ouvrage d'art.

La qualité d'exécution requise a été obtenue tant pour la plate-forme que pour les ouvrages d'art grâce à une organisation poussée du contrôle faisant intervenir non seulement le maître d'œuvre et les organismes de contrôle qu'il s'était adjoints, mais aussi les entreprises qui étaient contractuellement engagées à établir un plan de contrôle et à en assurer l'application.

Dans le cadre de la "Direction de la Ligne Nouvelle", créée spécialement pour la réalisation des travaux, les travaux d'infrastructure ont été répartis en 11 lots comportant chacun environ 4 000 000 m<sup>3</sup> de terrassements, 40 ouvrages d'art, 50 ouvrages hydrauliques et 30 km de voiries diverses. Ces travaux ont été suivis par 3 Groupes Études Travaux (GET) implantés respectivement à Sens, Avallon, et Mâcon.

En valeur janvier 1981, le coût de l'infrastructure est de 2,8 MMF HT.

## II — La Superstructure

Les travaux de superstructure consistent à équiper la plate-forme de tout ce qui est nécessaire à l'exploitation de la ligne :

- la voie ferrée,
- les artères de signalisation et de télécommunication,
- les installations de signalisation,
- les installations de traction électrique,
- les clôtures,
- les bâtiments.

Se situant entre les travaux d'infrastructure et les mises en services des 27 septembre 1981 pour le tronçon Sud St-Florentin - Sathonay et 25 septembre 1983 pour le tronçon Nord Combs-la-Ville - St-Florentin, l'installation de la superstructure est soumise à des contraintes résultant :

- des délais de fabrication des matériels,
- des volumes d'approvisionnement,
- des tests et essais à réaliser avant mise en exploitation.

Ces contraintes ont bien sûr influé sur la planification des opérations.

L'option fondamentale prise pour l'organisation des travaux a été d'assurer la majorité des approvisionnements lourds par voie ferrée pour éviter la dégradation de l'infrastructure et plus particulièrement de la sous-couche.

Une deuxième option importante a consisté à achever environ 1 an avant la mise en service une section de 75 km de ligne centrée sur Montchanin afin d'y effectuer une série de tests sur le fonctionnement des installations au sol et sur le comportement in situ des rames TGV.

Une troisième option prise en cours de travaux a prévu de remettre l'ensemble du tronçon Sud aux exploitants au début du mois de septembre 1981, pour qu'ils disposent de quelques semaines pour roder le système d'exploitation avant la mise en service du 27 septembre 1981.

Les travaux de superstructure ont été exécutés à partir de 4 centres travaux implantés à St-Florentin, Montchanin, et Sathonay pour le tronçon Sud et à Montereau pour le tronçon Nord.

Ces centres ont été naturellement rattachés aux Groupes Études Travaux (GET) créés pour l'infrastructure et leur encadrement a été en grande partie constitué de personnes ayant déjà surveillé les travaux de terrassement et d'ouvrages d'art.

Le montant des travaux de superstructure est de l'ordre de 2,5 MMF HT base janvier 1981.

Les TRAVAUX DE VOIE portent sur la pose de 400 km de double voie, de 40 km de voie simple et sur une centaine d'appareils de voie (aiguillages).

La voie est constituée de longs rails soudés de 60 kg/m fixés sur des traverses en béton armé posées sur ballast à raison de 1 666 traverses pesant 240 kg chacune, par kilomètre. La fixation du rail sur les traverses est élastique (attaches du type NABLA).

La construction de la voie comporte les opérations élémentaires suivantes :

- approvisionnement des rails et des traverses sur la plate-forme (longs rails soudés de 288 m, traverses béton armé lourdes) ;
- assemblage de la voie et soudure des longs rails entre eux ;
- ballastage par trains lourds de 1 700 tonnes ;
- "relevage - dressage", c'est-à-dire soulèvement de la voie à la cote voulue, compactage du ballast et régularisation du tracé par des bourreuses-dresseuses automatiques ;
- contrôle de la voie par voiture enregistreuse.

Les entreprises ont eu recours à des méthodes de pose de voie originales :

- l'une utilise une voie auxiliaire qui facilite beaucoup les opérations d'approvisionnement des rails et des traverses. Cette voie auxiliaire, de 10 km de longueur, chemine avec le chantier : elle est journellement déposée à l'arrière par panneaux de

# DIRECTION DE LA LIGNE NOUVELLE PARIS SUD EST

**DIRECTEUR**

**ETAT MAJOR**

A s	Secrétariat - Personnel
A d	Domaine
A c	Comptabilité
A m	Marché

**G Bureau d'Etudes**

**V voie**

**Z Signalisation Caténaires**

**GROUPES ETUDES TRAVAUX**

**INFRASTRUCTURE  
LOTS GENIE CIVIL**

**SUPERSTRUCTURE  
CENTRE TRAVAUX**

**GET 1 Sens**

LOT 1  
LOT 2  
LOT 3  
**116 km de ligne**

**CTX n° 1 Montereau  
70 km de ligne**

**GET 2 Avallon**

LOT 4  
LOT 5  
LOT 6  
**139 km de ligne**

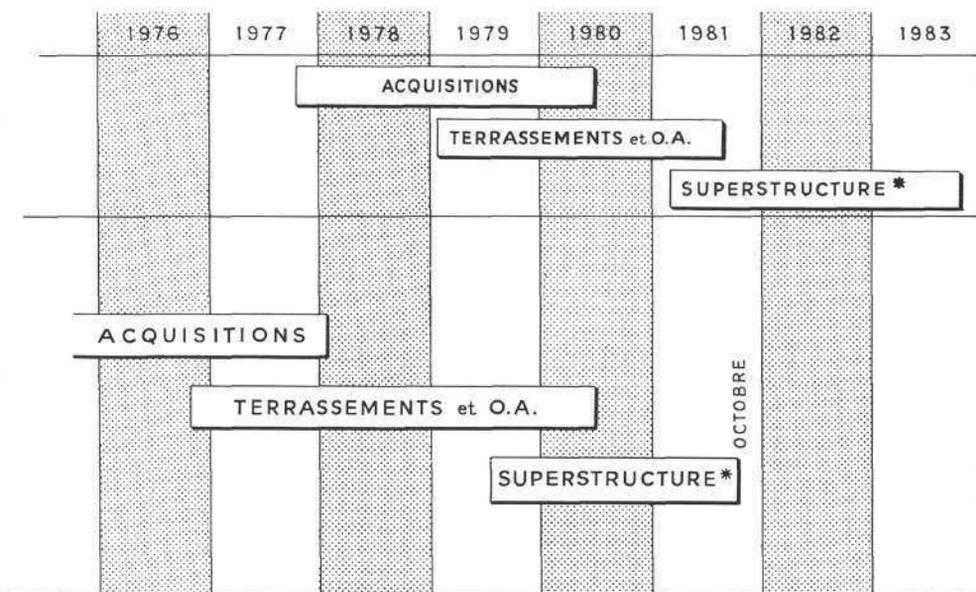
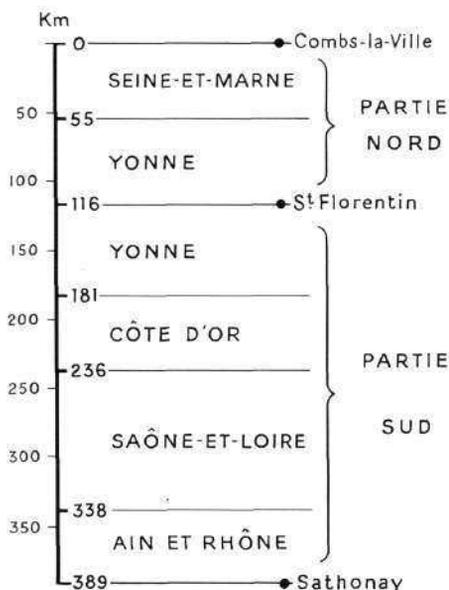
**CTX n° 2 Laroche - St Florentin  
141 km de ligne**

**GET 3 Macon**

LOT 7  
LOT 8  
LOT 9  
LOT 10  
**162 km de ligne**

**CTX n° 3 Montchanin  
119 km de ligne**

**CTX n° 4 Sathonay  
87 km de ligne**



\* (Voie, Signalisation, Electrification)

18 m et reposée à l'avant grâce à un engin poutre conçu par l'entreprise. Le chantier progresse de 1 000 m environ par jour ouvrable ;

— l'autre entreprise a mis en œuvre un train de pose dérivé du matériel conçu pour les renouvellements à grand rendement ; les longs rails soudés étant préalablement déchargés à l'extrémité de la voie déjà montée et tirés le long sur la plate-forme avec un surécartement, l'engin dépose entre ces rails des traverses, puis reprend les rails pour les mettre en place sur les traverses, ce qui permet le montage de la voie.

L'ÉLECTRIFICATION DE LA VOIE a été réalisée de façon classique par la succession des opérations suivantes :

- construction des fondations des supports caténaires ;
- matage, c'est-à-dire mise en place des supports sur leurs fondations ;
- armement des supports (mise en place de consoles) ;
- déroulage des câbles porteurs et fils de contact ;
- pendulage et réglage du fil de contact ;
- contrôle par voiture enregistreuse.

L'entreprise qui a exécuté les travaux a étudié un mode de fondation des supports caténaires très différent des massifs en béton classiques coulés à pleine fouille : un socle préfabriqué en béton armé est boulonné sur 3 micropieux de 4 à 5 m de longueur. Cette méthode a été utilisée dans les zones rocheuses où l'excavation pour fouille classique aurait été très coûteuse. La cadence d'avancement du chantier a été de 1 000 m par jour ouvrable.

Les travaux de TÉLÉCOMMUNICATION ET DE SIGNALISATION ont comporté deux phases d'exécution :

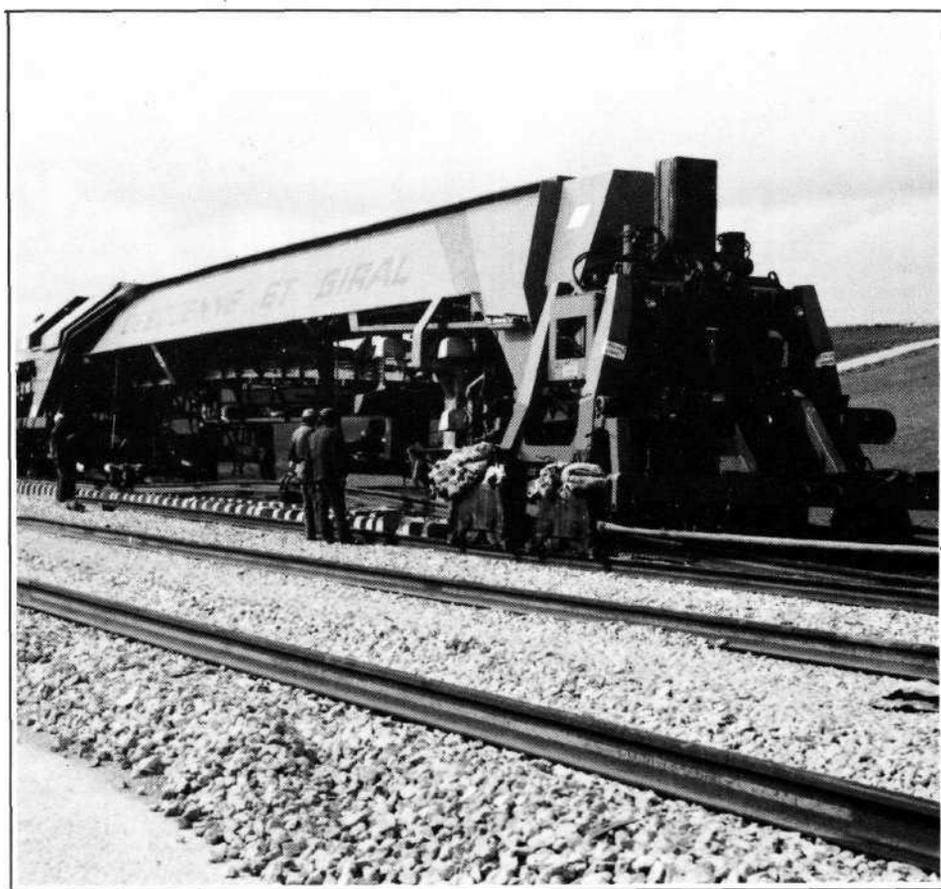
— une phase de déroulage des câbles qui utilise des trains analogues à ceux qui déroulent la caténaire ;

— une phase d'équipement de la ligne en appareillage commencée en novembre 1979.

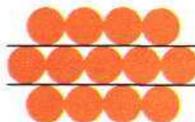
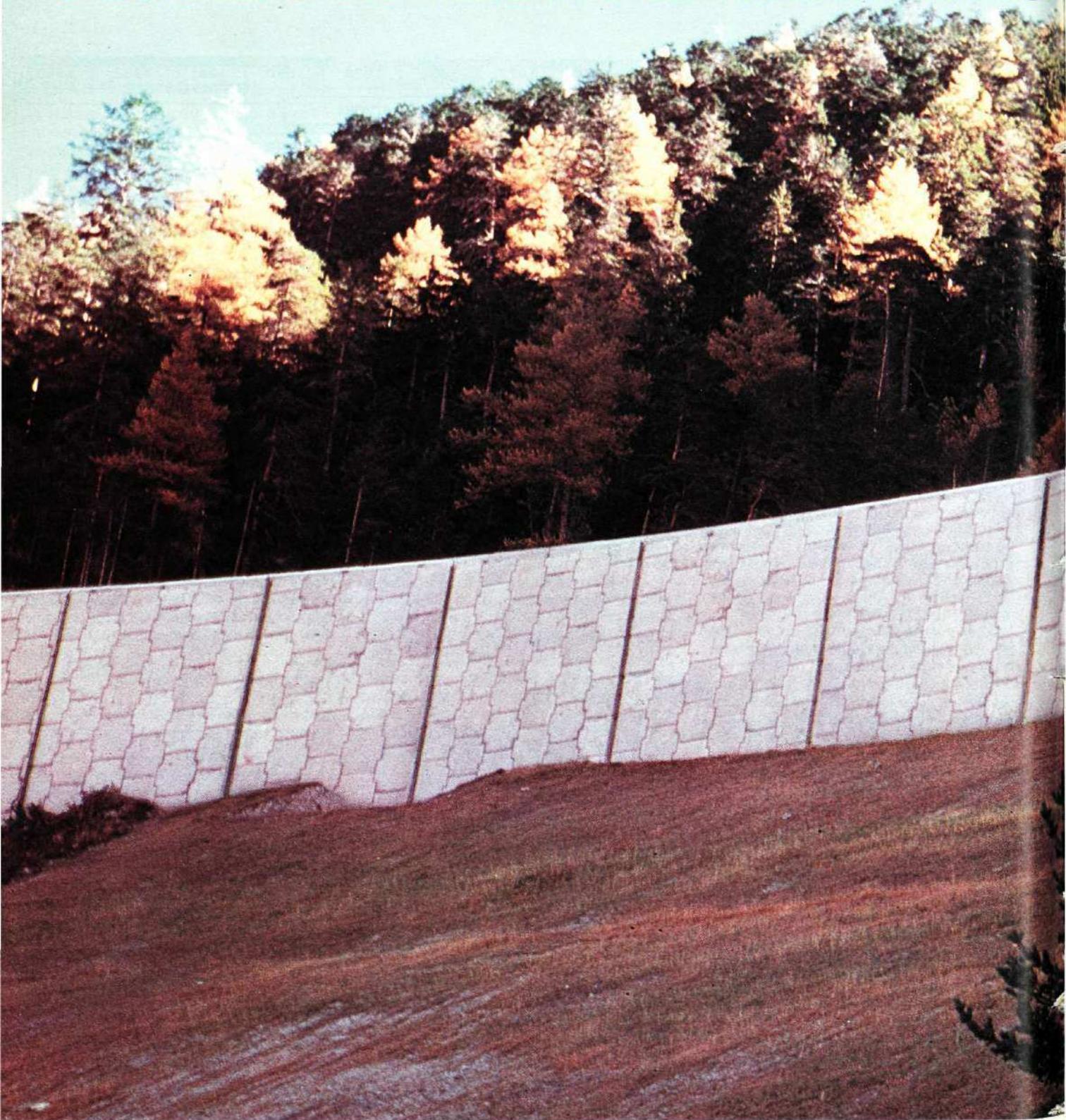
Cet appareillage est concentré dans des bâtiments appelés PRS (Postes tout relais) et CAI (Centres d'Appareillage Intermédiaire) répartis tout le long de la ligne et espacés d'une dizaine de kilomètres. Il a

pour fonction d'assurer la sécurité des trains (espacement des trains, limitations de vitesse) et la télécommande des aiguilles du parcours depuis le Poste d'Aiguillage et de Régulation (PAR) situé à Paris. Il permet également les liaisons radio entre trains et PAR et trains entre eux.

Le train de pose de voie TRU 200 Photo SNCF - CAV



# TERRE ARMÉE: DES HOMMES



**terre armée**

**LA TERRE ARMÉE**  
Tour Horizon, 52, quai de Dion-Bouton  
92806 PUTEAUX CEDEX  
Téléphone: (1) 776.43.24 - Télex: Terrarm 610386 F

La «**terre armée**» une technique française qui a fait ses preuves dans le monde entier.

Un matériau de base, la terre, associée à des armatures métalliques et à un parement architectural en béton, constitue ce matériau original la «**terre armée**» qui présente de nombreux avantages:

- résistance élevée aux efforts statiques et dynamiques
- souplesse des massifs qui s'adaptent aux déformations des sous-sols
- facilité et rapidité de mise en œuvre
- économies importantes.

LA TERRE ARMÉE, c'est aussi une équipe d'ingénieurs pour optimiser cette technique:

#### PAR LA MAÎTRISE DES ÉTUDES

Depuis 10 ans ils travaillent avec les administrations et bureaux d'études pour l'adaptation du procédé aux conditions particulières de chaque projet qu'il s'agisse de **murs de soutènement, culées de ponts, merlons de protection, bassins de rétention** etc.

#### PAR LA MAÎTRISE DES MATÉRIAUX

Les composants de la «**terre armée**»(parements,

# POUR MAÎTRISER LA TERRE



armatures, joints, nature des remblais) sont mis au point après de nombreuses recherches et essais, garantissant la qualité des matériaux et la pérennité des ouvrages.

## PAR LA MAÎTRISE DE LA MISE EN ŒUVRE

Notre équipe c'est aussi des hommes de chantiers dont l'expérience garantit la qualité de notre assistance technique lors de la mise en œuvre. De l'étude à la réalisation, chaque ouvrage en «**terre armée**» est ainsi conduit avec une assurance constante de qualité, de rapidité et d'économie.

.....  
● Bon à découper  
● Pour recevoir une documentation gratuite «TERRE ARMÉE» remplissez ce bon et envoyez-le à  
● LA TERRE ARMÉE, Tour Horizon, 52, quai de Dion-Bouton - 92806 PUTEAUX CEDEX - Tél. (1) 776 43 24 - Télex : Terrarm 610386 F

● Nom ..... Prénom .....

● Adresse .....

● Société ..... Tél. ....



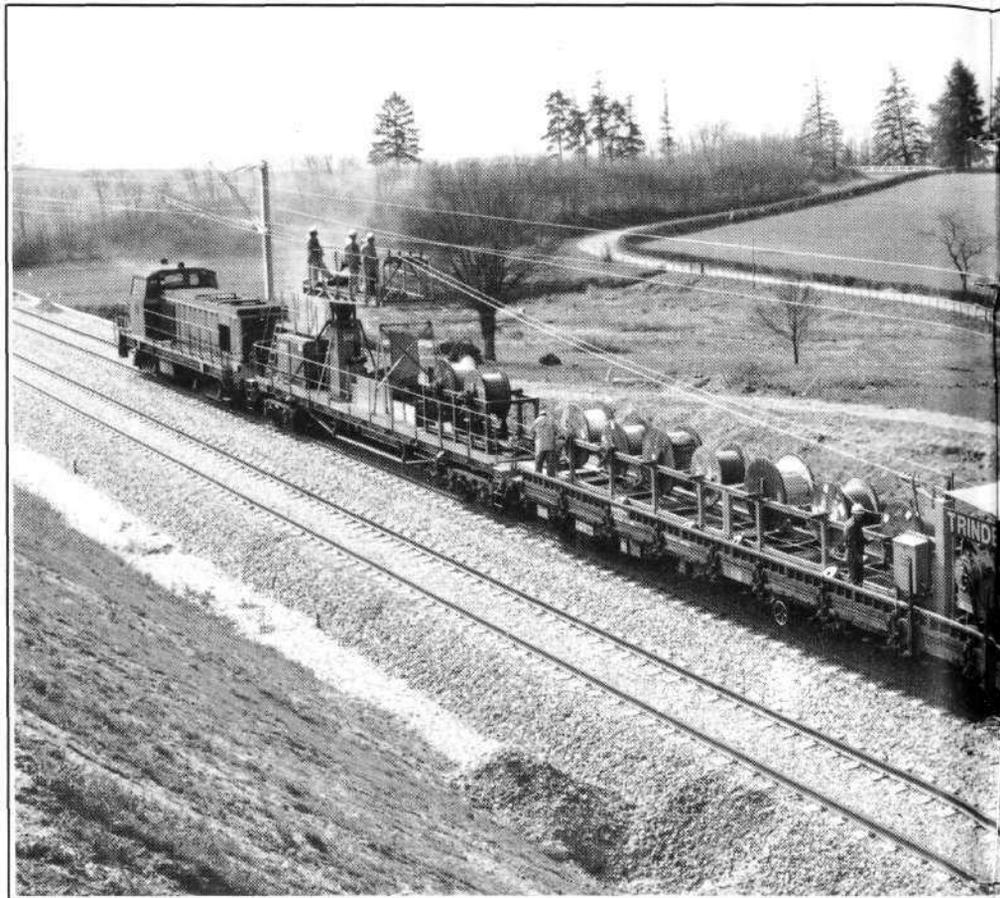
PCM  
INTERCONTINENTAL PUBLICITÉ - PARIS

### III — Les essais

Comme le prévoyait le planning général de l'opération, l'ensemble des travaux d'infrastructure et de superstructure (voie, caténaire, signalisation et radio) d'un tronçon de 75 kilomètres centré sur Montchanin ont été conduits de façon à ce que celui-ci soit opérationnel dès le début du 2<sup>e</sup> semestre 1980, afin d'y procéder à des essais d'endurance de toutes les catégories d'installations et aux mises au point éventuellement nécessaires en disposant d'un délai suffisant vis-à-vis de la mise en service de septembre 1981.

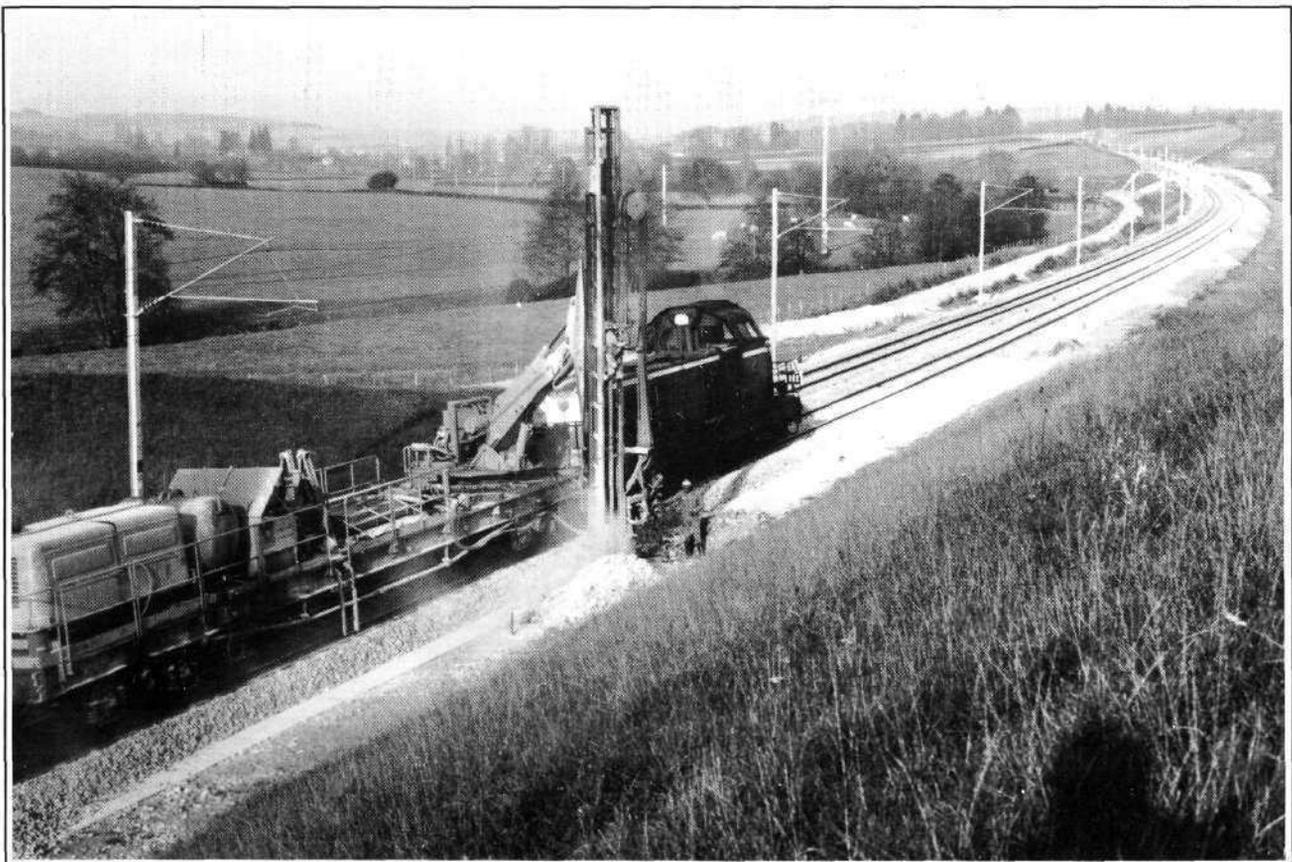
Ces essais avaient pour objet de tester, d'une part, les installations elles-mêmes, d'autre part, les conditions de "mariage" entre ces installations et les rames TGV de série. Certains d'entre eux, qui avaient le caractère d'épreuves ont été systématisés et appliqués à l'ensemble des sections de ligne au fur et à mesure de leur achèvement.

Pour la voie des tests de stabilité latérale ont été réalisés pour en mesurer la résistance à la déformation sous l'effet d'efforts transversaux. Ces essais ont montré l'efficacité des "stabilisateurs" qui ont été utilisés pour la première fois sur la ligne nouvelle et qui, en soumettant la voie à de puissantes vibrations, assurent le compactage du ballast et réduisent les tassements ultérieurs.

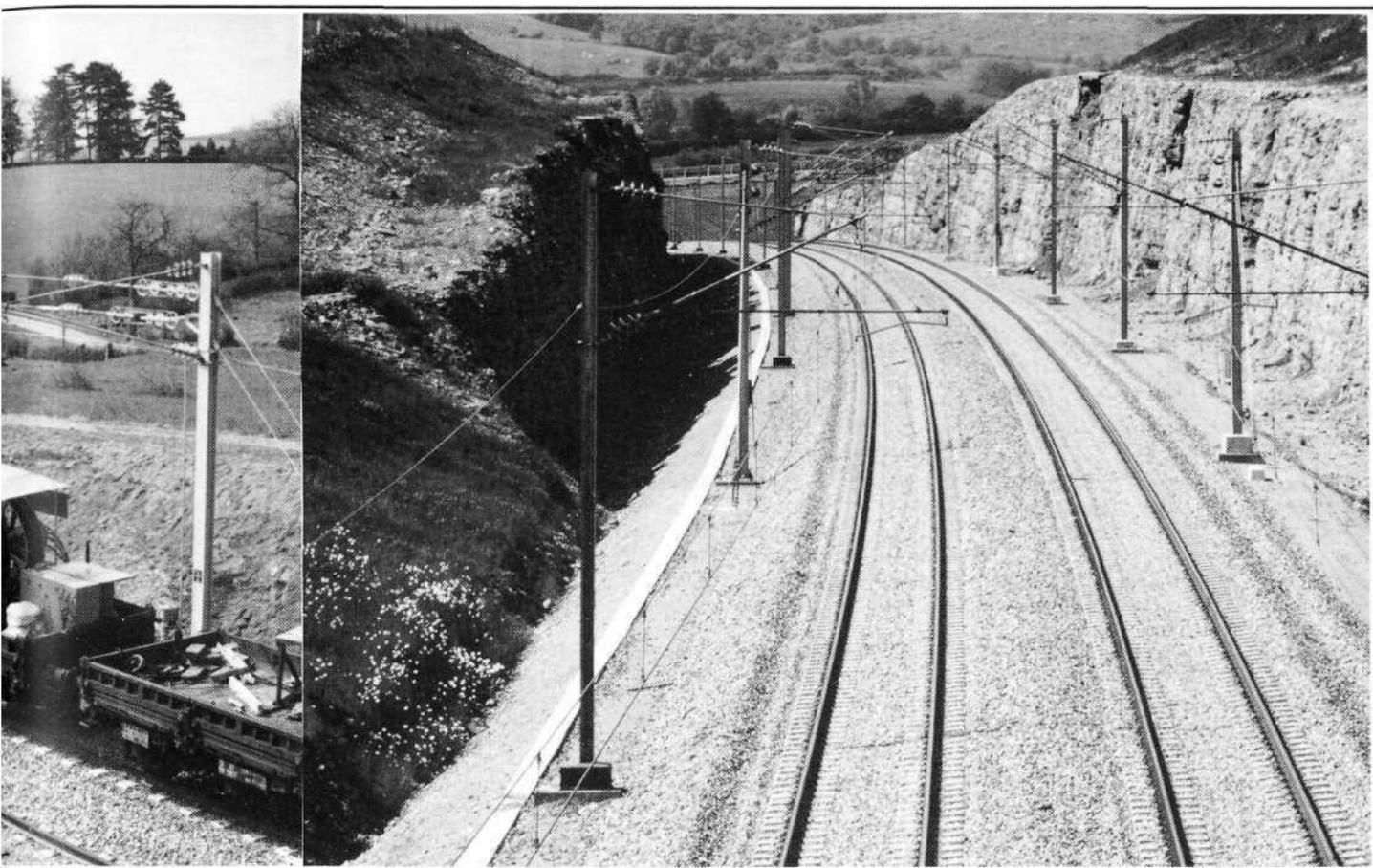


Train de déroulage caténaire.

Photo C. Delamare



Fondation des poteaux caténaires. Forage de micropieux.



La ligne achevée en Saône-et-Loire.

La géométrie de la voie est contrôlée de façon systématique par le passage de voitures MAUZIN qui enregistrent en continu et avec une précision voisine du millimètre les imperfections de nivellement et de tracé de chacun des 2 rails, ainsi que leur écartement.

En outre chaque voie est soumise à des essais complémentaires dits de "montée en vitesse". Ces essais portent sur des tronçons de 40 à 100 km de la ligne nouvelle et consistent à faire circuler à vitesses croissantes - 120 - 160 - 200 - 240 - 260 et 290 km/h - une rame TGV équipée de capteurs d'accélération, de façon à mesurer les réactions verticales et horizontales des caisses et des bogies.

C'est à la suite de tels essais que le 26 février 1981, soit 7 mois avant la mise en service, la qualité des installations réalisées permettait à la S.N.C.F. et aux entreprises de faire rouler en toute sécurité sur la Ligne Nouvelle à 380 km/h une rame TGV de série (1). La caténaire fait l'objet d'un contrôle systématique détectant les imperfections géométriques hors tolérance. Ce contrôle est effectué par une voiture spéciale qui enregistre de façon continue la hauteur du fil de contact (fil sur lequel glisse le pantographe du train) et son désaxement par rapport à la voie.

En ce qui concerne ses caractéristiques électriques, la caténaire est soumise avant

sa mise sous tension à des essais d'isolement pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuites et à des essais de continuité qui garantissent qu'il n'y a pas de coupures.

L'essai de mise sous tension confirme les deux tests précédents et constitue une épreuve de l'ensemble de la caténaire (conducteurs et isolateurs) sous 25 000 volts.

Le bon fonctionnement des appareils de protection est testé par des essais de court-circuit et par l'essai des disjoncteurs et sectionneurs.

Enfin les circulations de rames TGV équipées de vigies permettent d'observer la qualité de la captation du courant par le pantographe et de contrôler les conditions du "retour traction" c'est-à-dire des courants électriques qui, après avoir actionné les moteurs de traction de la rame, retournent à la sous-station d'alimentation par les rails et par le sol.

La signalisation de la ligne PARIS - SUD-EST, déjà expérimentée depuis 1978 en Alsace, constitue néanmoins, avec les télécommunications, une des principales originalités de la ligne nouvelle.

Les tests et essais relatifs à ces installations ont donc été particulièrement poussés :

— les constituants principaux : câbles, relais, éléments codeurs-décodeurs sont testés individuellement,

— les sous-ensembles sont soumis à des contrôles de conformité, aux schémas et à des essais de fonctionnement exhaustifs, — le système complet est ensuite éprouvé par la circulation à vitesse normale de voitures spécialisées enregistrant et contrôlant toutes les informations émises par la signalisation (1).

Enfin des essais "en vraie grandeur" sous forme de circulation TGV à très grande vitesse permettent de tester la totalité des installations voie, caténaires, signalisation, télécommande et télécontrôle avant la mise en exploitation de la ligne.

Malgré les inévitables aléas de réalisation d'une ligne de 400 km, la construction de la ligne à grande vitesse PARIS - SUD-EST s'est déroulée dans le cadre de la programmation initiale et en respectant pratiquement le budget prévisionnel.

Les dispositions prises pour contrôler la qualité des installations et en tester le fonctionnement conféreront à l'exploitation de la ligne, dès la mise en service du 27 septembre 1981, une sécurité maximale ; nous avons bon espoir qu'elles lui assureront aussi une fiabilité satisfaisante.

(1) Voir article de MM. Alias et Prud'homme

(2) Voir article de M. Roumequere

# Réalisation d'une ligne ferroviaire moderne : Technique et environnement

par Paul AVENAS, I.P.C., Directeur de la Ligne Nouvelle Paris Sud-Est  
et Jean DOULCIER, I.C.P.C., Architecte DPLG

Les Romains avaient tracé leurs voies directes d'un pôle d'établissement à un autre, ils n'avaient pas hésité avec leurs techniques à outrepasser quelque peu le relief. Encore au Moyen-Age furent tracés des chemins rectilignes de clocher à clocher à travers les plaines. Puis la relative mauvaise tenue en côte des attelages hippomobiles fit contourner sinueusement les reliefs : encore au milieu du XX<sup>e</sup> siècle l'image de la route était celle d'un ruban qui épousait le relief et souvent le parcellaire.

Le chemin de fer s'était établi en dehors de tout cela, obligé qu'il était par sa difficulté à gravir les rampes dans de bonnes conditions à outrepasser reliefs et clôtures.

Ce chemin de fer traditionnel était, de plus, tributaire de la puissance relativement faible des locomotives d'alors et de la conception du train constitué par un engin-moteur suivi de véhicules tractés.

La puissance considérable des rames modernes conjuguée avec la conception d'engins de type automate permettant d'adjoindre au poids adhérent de la locomotive, le poids d'une partie plus ou moins grande du convoi, autorise l'adoption de profils en long plus accentués.

Dans le même temps une évolution s'est manifestée dans les dernières décennies tendant tant pour les déplacements d'affaires que pour les déplacements de loisirs à privilégier dans l'esprit des usagers les voyages à grande vitesse.

Pour relier, par Lyon, Paris au Sud-Est de la France, on a donc pu rechercher la plus grande vitesse sur la plus courte distance.

La Ligne Nouvelle s'inspire de ces considérations.

Elle est conçue pour permettre aux rames d'y circuler à 260 km/h, et même 300 km/h un jour. Pour cela, les courbes ont un rayon de 4000 m au moins. Elle gravit les reliefs avec des rampes de 35 ‰ ce qui permet un projet relativement économique car la ligne peut avoir ainsi un tracé plus court et un profil en long suivant de plus près le terrain naturel.

Le tracé principal qui relie Combs-la-Ville (29 km au Sud de Paris) à Sathonay (8 km au Nord des gares lyonnaises) n'a que 389 km de longueur, ce qui ramène "la distance ferroviaire" Paris-Lyon de 512 km à 425 km. Ce tracé principal est complété par un tronçon de 15 km entre Pasilly sur la ligne nouvelle et Aisy sur la ligne actuelle et un raccordement de 6 km entre Macon sur la ligne nouvelle et Pont-de-Veyle sur la ligne actuelle de Macon à Bourg.

Et, sur ces 410 km d'infrastructure nouvelle ne seront construits que huit viaducs dont deux inévitables sur la Seine et la Saône, à l'exclusion de tout souterrain.

Nous ne reviendrons pas sur les études techniques mais au moment où dans nos sociétés modernes, on attache de plus en plus d'importance au cadre de vie et à l'environnement et où, d'ailleurs, les ingénieurs participent à la prise de conscience de leurs concitoyens, nous rappellerons comment ces considérations ont été prises en compte dans ce projet.

La finalité de l'œuvre étant établie, ses caractéristiques techniques normales étant définies, le programme d'exploitation étant esquissé il convient d'examiner d'abord quels sont les sites qui, d'une manière explicitement motivée, ne peuvent en aucune manière accueillir l'œuvre envisagée, il convient de préciser en même temps où sont et quels sont les éléments délicats des sites possibles, les monuments, les établissements ou les équipements pour lesquels un voisinage excessif de la voie pourrait être funeste : cette phase d'étude par élimination ou par appréciation de paramètres négatifs n'est pas la plus exaltante mais elle est nécessaire pour prendre en compte dans le bilan de l'impact de l'œuvre tous ces facteurs difficiles à évaluer.

Intervient alors une sorte de confrontation entre impératifs techniques et impératifs des sites tels que points de passage obligés : dans cette démarche se manifeste nettement l'intérêt d'avoir explicité tout ce qui peut l'être afin que soient clairement définies les conditions d'éventuels choix difficiles.

Alors le champ devient ouvert à toutes les possibilités véritablement constructives : possibilités de passage sans coupure de l'espace au prix d'un viaduc élané tendu entre tel et tel point fort du site, possibilité de réviser telles relations de communications, d'activités, d'en former de nouvelles, possibilités encore de synthèse d'urbanisme ou d'aménagement de l'espace avec d'autres équipements.

Car les préoccupations d'aujourd'hui concernent essentiellement l'environnement, l'impact et la concertation.

L'environnement pour un grand projet nouveau, c'est tout ce qui existe avant lui ou à l'état potentiel. Un projet qui va nécessiter une emprise de 2400 ha, toucher six départements et cent soixante douze communes, ne peut évidemment pas ignorer la géographie physique mais ne peut pas non plus ignorer la géographie économique et humaine dans les conditions du moment et dans ses tendances.

Le projet va avoir un impact, c'est-à-dire qu'il va entraîner des modifications pour pouvoir faire sa place et qu'il faudra bien tirer les conséquences de sa présence. Ces conséquences doivent être acceptées, parfois voulues, jamais subies. D'où la nécessité d'une concertation entre de nombreux intervenants.

La concertation entre administrations s'est déroulée dans le cadre de l'Instruction Mixte à l'échelon central.

La concertation avec les collectivités locales et les futurs riverains avec, bien sûr, la participation des services de l'Équipement et de l'Agriculture, a surtout porté sur le rétablissement des communications et les remboursements agricoles.

Les nuisances sonores ont été abordées en quelques points où les normes géométriques strictes du tracé n'ont pas permis de s'éloigner suffisamment des sites habités.

Les conclusions de ces discussions ont fortement influencé le projet. Nous citerons quelques exemples caractéristiques qui concernent, d'une part, l'environnement



Pont sur le canal de Bourgogne et l'Armaçon (figure n° 1).

au sens large, environnement naturel et culturel, sites et monuments, qui intéresse non seulement les riverains mais l'ensemble des citoyens d'un pays, et, d'autre part, l'environnement immédiat tel que le perçoivent les riverains : habitat, voies de communication, activités agricoles.

Les pouvoirs publics ont donné des directives générales tendant à juxtaposer, à jumeler comme l'on dit, les grandes infrastructures linéaires lorsqu'elles ont des tracés voisins. Ceci permet de ne faire qu'une seule coupure dans les structures agricoles et de grouper dans une seule bande les nuisances sonores. La S.N.C.F. a participé à ces études avec les services autoroutiers au sein d'un groupe de travail, dit Groupe d'Études des voies ferrées et des autoroutes, dont les conclusions, à la fin de 1969, étaient très favorables aux jumelages. Deux applications importantes en sont faites sur la ligne nouvelle.

La première (fig. 1), d'une longueur de 60 km consiste, à jumeler en Seine-et-Marne et au Nord de l'Yonne l'autoroute A5 Paris-Troyes et la ligne nouvelle. La deuxième est plus courte, 14 km entre Cluny et Macon, mais jugée très importante puisqu'il s'agit pour la Route Express Digoin-Macon et la ligne nouvelle de s'insérer de façon satisfaisante dans le fameux Val Lamartinien.

Dans le premier cas, c'est la voie ferrée qui a été déplacée pour se juxtaposer à l'autoroute qui devait passer à proximité de Monttereau où sera réalisé un échangeur.

Dans le deuxième cas, c'est la Route Express qui s'est rapprochée de la ligne dont les études avaient précisément situé le point de passage entre bassin parisien et sillon rhodanien, au col du Bois Clair entre Cluny et Macon, c'est-à-dire dans le Val Lamartinien.

Alors que les jumelages sont inspirés par des considérations technico-économiques,

d'autres modifications importantes du tracé l'ont été pour des seuls motifs de protection des sites.

C'est ainsi que le tracé rectiligne initial qui, dans l'Yonne, touchait le vignoble de Chablis et la Vallée touristique du Serein, a été abandonné sur 65 km et remplacé par un tracé techniquement semblable sur le plateau du Tonnerrois.

Egalement, dans le Val Lamartinien déjà évoqué à propos des jumelages, le tracé initial sur le versant Est du Val a été abandonné et reporté sur le versant Ouest, sur près de 7 km, pour éviter de nuire éventuellement à l'ensemble remarquable que constitue le site et le château de Berze-le-Chatel.

Il faut remarquer que de telles modifications sont économiquement acceptables si le nouveau tracé n'implique pas la construction d'ouvrages d'art importants (viaducs ou souterrains) ou n'est pas sensiblement plus long que le tracé initial.

Les viaducs nous paraissent un exemple intéressant où l'on a pu conserver l'unité de conception technique adoptée par la S.N.C.F. pour les tabliers dans un souci évident d'économie grâce à des recherches sur les appuis, piles et, surtout, culées qui assurent la transition avec les terrassements.

Trois ouvrages ont fait l'objet d'études architecturales particulières :

- celui qui franchit à la fois le canal de Bourgogne et l'Armaçon, près de St-Florentin (fig. 1) ;
- celui qui franchit le canal du Centre, près de Montchanin ;
- celui qui franchit la Grosne, au nord immédiat de Cluny.

Un exemple d'étude paysagère est constitué par l'aménagement du remblai qui barre la vallée de la Drée. En son milieu, ce remblai laisse s'écouler le Boisserand à travers une buse métallique à partir de laquelle ont

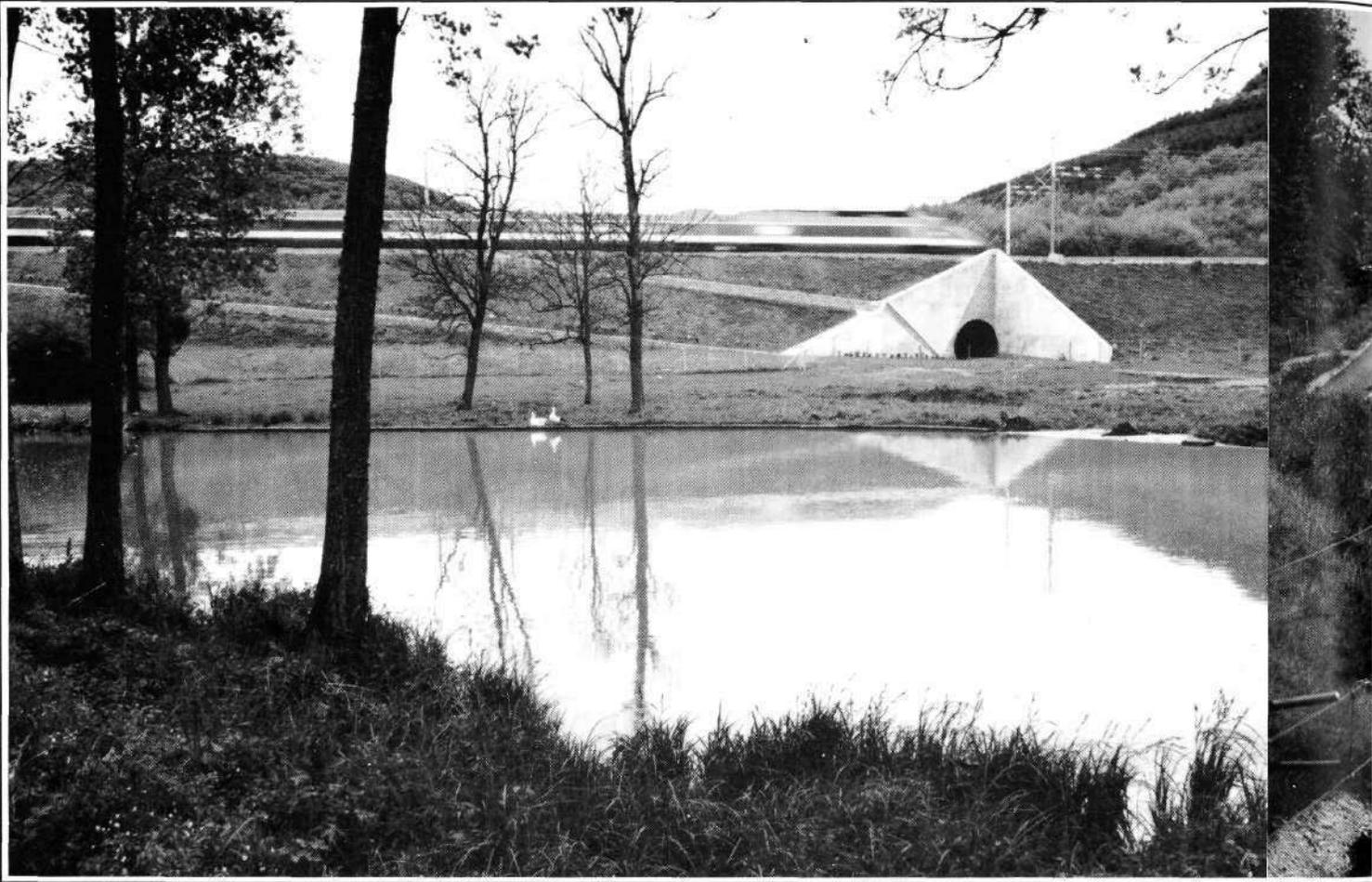
été disposés des murs en ailes triangulaires et des éléments rayonnants se prolongeant sur le remblai (fig. 2).

D'une manière générale l'aptitude des rames du TGV à circuler sur des voies en rampes et pentes de 3,5 ‰ n'a paradoxalement pas facilité, bien au contraire, l'insertion de la ligne dans les reliefs et surtout dans les thalwegs (fig. 3).

En effet, les tout petits chemins s'accrochent aux points forts du site géographique en s'appuyant sur leur morphologie, en épousant leurs contours ; leur lecture dans l'espace loin de nuire à celle des lignes de force du relief les accuse au contraire en indiquant spontanément combien il est laborieux de passer ici, facile de passer là.

De même les voies ferrées de la tradition, obligées d'outrepasser les reliefs et les creux des sites contribuent à la mise en évidence de ces reliefs, le viaduc puissant mais rarement outrepassant ne ferme pas la vallée, au contraire son élévation en signifie l'évidence, le tunnel toujours un peu angoissant par la crainte d'aller rejoindre Vulcain, crainte que l'électrification n'a pas tout à fait estompée, efface la voie sous les lignes de force des formes du relief. Et puis rien ne devient plus familièrement "naturel" que ce qui naguère a été un grand coup : qui songe à démolir le viaduc de Chamborigaud, le viaduc de Morlaix, le viaduc de Garabit, le Pont du Gard qui est monument historique... aucun d'entre eux n'est humble ou même discret dans son site.

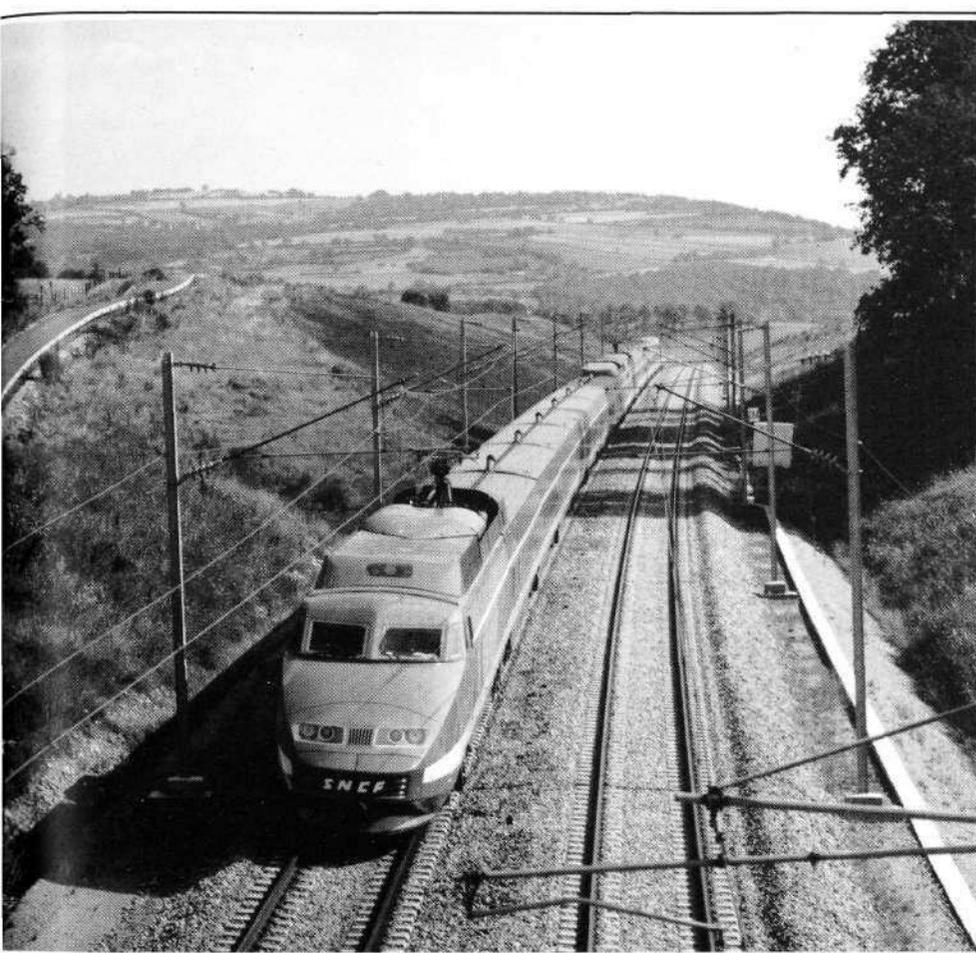
La voie nouvelle ne peut pas suivre les vallées paisibles où un ruisseau tranquille va capricieusement d'un flanc à l'autre, suivi par une route paresseuse qui ne le franchit pas souvent, mais elle doit y insérer sa trajectoire nette et tendue qui ne peut rebondir d'un versant à l'autre qui ne peut pas affirmer qu'en ces lieux elle vient d'un infini pour aller à l'autre infini sans s'arrêter (fig. 4).



*Passage du TGV à Koux-en-Pré en Saône-et-Loire.*

*Aménagement de remblai continu au pont sur la Drée.*





Passage du TGV à St-Micourd en Saône-et-Loire.

Car voilà la difficulté : par essence la voie du TGV ne peut jamais avoir un caractère local puisqu'il doit passer et passer vite mais sa ligne n'outrepasse pas le site au point qu'on la perçoive "autre".

Ainsi la présentation de la ligne cherche-t-elle en bien des lieux à ne pas rompre ni pour les communications concrètes ni pour les continuités paysagères l'unité, la cohérence ou la complémentarité des exploitations, des activités, des ambiances en éliminant par exemple tous les aspects d'envers délaissés, en coordonnant avec la voie les chemins et les dessertes.

Mais parfois il serait pernicieux de chercher hypocritement à faire passer pour un chemin rural une ligne quasi rectiligne sur quatre cent kilomètres : comme il sera dommage à bord du TGV de n'avoir que des vues latérales, le conducteur, lui, verra ces alignements littéralement à perte de vue qui sont comme un monument, (un monument ne pourrait-il être utile ?) à la relation entre les hommes, entre les régions. Alors parfois cette linéarité devient majeure, il est sain et bon, en évitant certes les manifestations d'un triomphalisme facile ou pédant, de sincèrement sans fioritures réaliser cette ligne droite et directe là où le site n'est pas violé par cette rectitude (fig. 5).

Certes il n'est pas facile de passer d'un genre à l'autre : par exemple pour remonter

la vallée de la Digoine la voie insérée sur un flanc très boisé qui l'absorbe en quelque sorte doit ensuite s'appuyer sur une croupe aux formes douces pour enfin franchir la vallée elle-même par un long viaduc en très forte rampe ; la ligne rigoureuse et rectiligne du viaduc est majeure, son obliquité est très nettement ressentie, elle ne pouvait pas, dirions nous physiquement, s'appuyer sur un pré d'herbe tendre, elle ne peut pas non plus s'y enliser avec des piles de hauteur nulle succédant à d'autres de plusieurs dizaines de mètres de haut, c'est pourquoi a été organisé un massif de transition sous la forme de pyramides massives en encochements qui à la fois sont une base qui reçoit et cale le long tablier et sont un aboutissement du relief qui portait la ligne en sa partie terrestre : nous n'avons certes pas cherché à faire un rocher, ni même un relief qui aurait l'air naturel, les lignes des pyramides (fig. 6) sont suffisamment nettes pour qu'il soit net que c'est ouvrage d'hommes mais le matériau est celui qui vient du sol ferme tout proche.

Dans le même ordre d'idées il a été jugé impérieusement indispensable d'établir les piles du viaduc de traversée de la Saône (fig. 8) telles que par leur masse elles puissent tenir sans vaciller au choc éventuel de lourds convois navigants.

La représentation directe de cette massivité

conduisait à une singulière discordance de proportions entre le tablier fin, nerveux, tendu et ces piles extraordinairement lourdes. En de tels cas la forme peut venir atténuer ce que parfois la fonction a d'excèsif : les dièdres des piles en double losange ne sont certes pas justifiés par quelque considération savante d'hydraulique ou de mécanique du solide, elles sont ainsi strictement pour apparaître systématiquement avec deux faces d'ensoleillement différents de telle sorte que dans la vue elles ne "présent" jamais de leur entier.

Et même, vues de l'autoroute à Maçon-Sud par un soleil matinal, elles apparaissent quelquefois comme un peu frères...

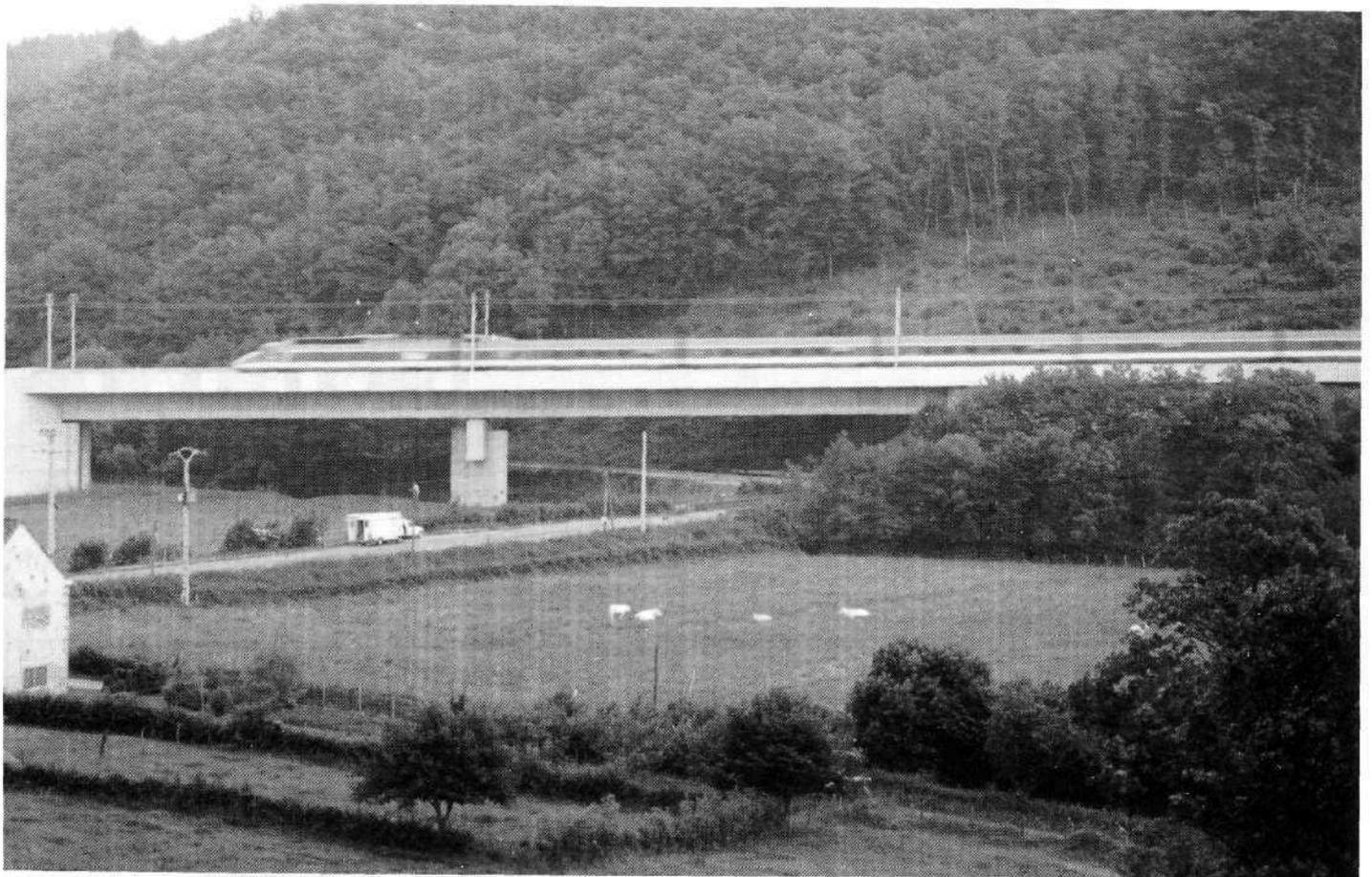
D'autres problèmes intéressent plus directement les riverains, notamment le rétablissement des communications de part et d'autre de la ligne et la restructuration des exploitations agricoles.

Une ligne à grande vitesse ne se conçoit plus, aujourd'hui, avec des passages à niveau. Le rétablissement des communications de part et d'autre de la ligne est donc fondamental, puisqu'il doit satisfaire les usagers sans conduire à la construction d'un nombre excessif d'ouvrages d'art. L'étude du rétablissement des communications a donné lieu à une concertation systématique avec les collectivités locales, avec le concours des services de l'Équipement et de l'Agriculture, d'abord au niveau du canton, puis au niveau de chaque commune. On a ainsi étudié les problèmes avec tous les intéressés car l'expérience montre que certaines solutions concernent deux ou plusieurs communes voisines.

Au moment où les discussions allaient entrer dans une phase active, la S.N.C.F. mettait en place, successivement à Maçon, Sens et Avallon, ses responsables locaux qui ensuite ont assuré la direction des travaux de construction. Ces responsables ont joué un rôle déterminant car ils ont toujours pu fournir aux municipalités les renseignements précis dont elles avaient besoin et indiquer aux services d'études parisiens l'importance de certains aspects locaux dans le choix entre variantes localisées.

En définitive, trois cent dix ouvrages ont été créés sur les 410 km d'infrastructure nouvelle, ligne proprement dite et raccordements au réseau existant. Parmi ces ouvrages, cent quatre vingt cinq sont des ponts-routes franchissant la ligne par-dessus et cent vingt cinq des ponts-rails franchissant la ligne par-dessous.

La ligne est essentiellement tracée en site rural et affecte donc de nombreuses exploitations. Le décret qui la déclare d'utilité publique fait obligation à la S.N.C.F., maître d'ouvrage, de participer au remembrement agricole à la traversée des communes qui le désirent, en application de l'article 10 de la loi du 8 août 1962, complémentaire à la loi d'orientation agricole.



Pont sur la Drée

Photos SNCF - CAV

Les Chambres d'Agriculture et les Fédérations des Syndicats d'exploitants agricoles des six départements concernés ont constitué, dès 1973, un Comité interdépartemental qui a établi un inventaire des problèmes posés aux professions agricoles et en a discuté avec la S.N.C.F., de façon que toutes dispositions soient prises en vue de limiter les dommages apportés aux exploitations.

De leur côté, les Commissions de remembrement se sont constituées, ce qui a permis de résoudre collectivement les problèmes qui sont restés des problèmes individuels dans les communes qui n'ont pas opté pour le remembrement, c'est-à-dire pour 63 communes sur un total de 172 communes.

Le passage à travers les massifs forestiers a fait aussi l'objet de débats avec les services compétents du Ministère de l'Agriculture et de l'Office National des Forêts.

En ce qui concerne la faune, la Direction de la Protection de la Nature (Ministère de la Qualité de la Vie), a défini les principes à respecter pour que les migrations du gibier restent possibles dans les massifs boisés et a chargé le CTGREF de Nogent-sur-Vernisson de préciser les modalités d'application. Compte tenu des ouvrages déjà implantés pour le passage des voiries ou le franchissement des cours d'eau et thalwegs, il a été reconnu qu'une trentaine

d'ouvrages supplémentaires était nécessaire.

Les études hydrogéologiques approfondies qui ont été faites pour l'étude même du projet en vue d'obtenir une plateforme stable, ont permis d'éviter les rabattements de nappes importants qui auraient pu avoir des répercussions sur la flore le long de la ligne.

Enfin, les nuisances sonores ont été un sujet important.

Comme beaucoup d'autres activités industrielles, les moyens de transport sont générateurs d'ondes sonores. Il convient donc de réduire, autant que possible, le bruit à la source, essentiellement au contact roue-rail. C'est ce que l'on obtient en adoptant des rames carénées et aérodynamiques et une voie aux longs rails soudés. Les rames TGV à 260 km/h engendrent un niveau de bruit inférieur à celui des trains classiques roulant à 160 km/h.

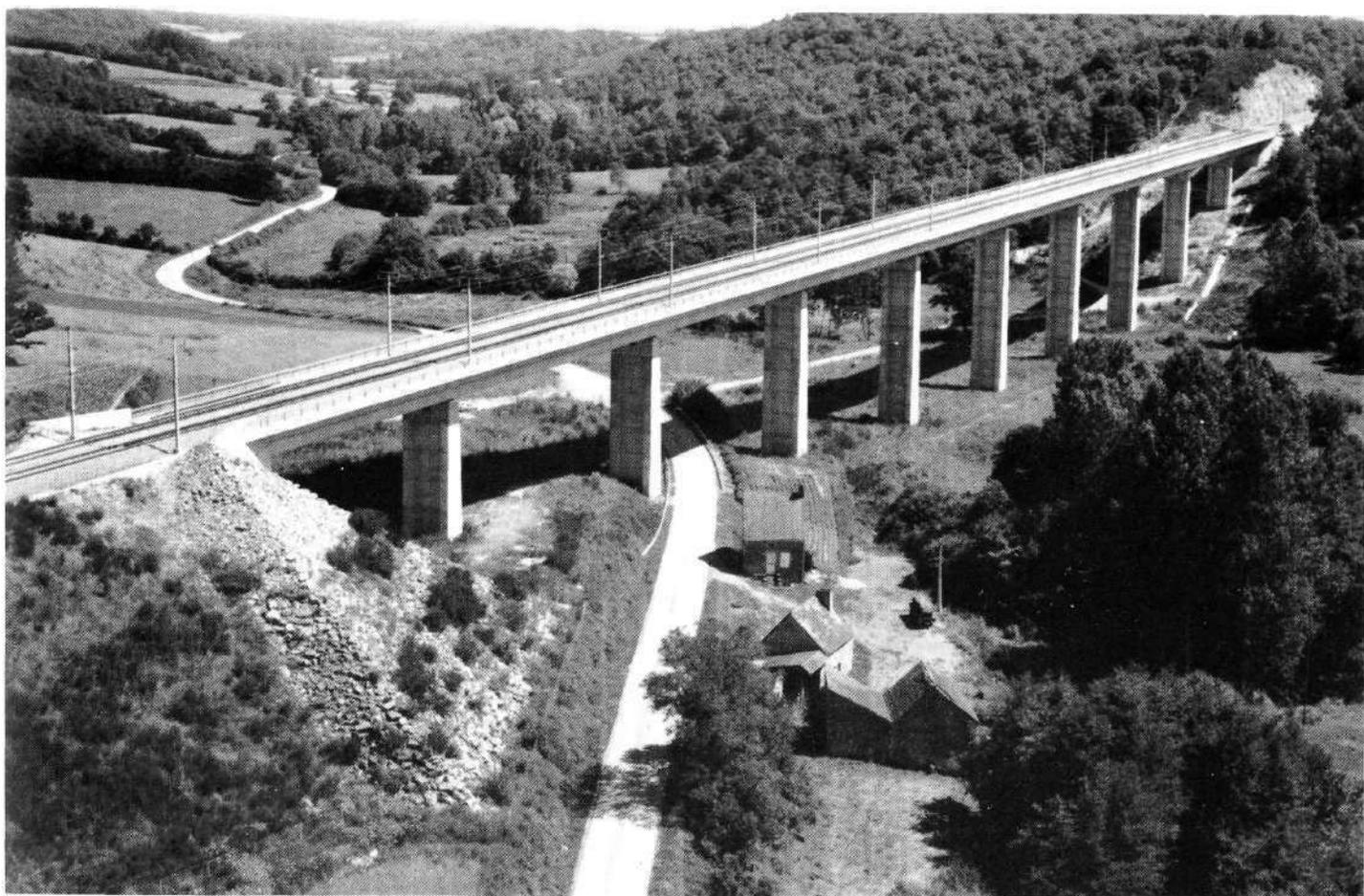
Les études de tracé se sont, dès l'abord, fixé une norme d'éloignement par rapport aux habitations. Bien que le bruit des trains le long des lignes actuelles soit relativement bien toléré, la S.N.C.F. a adopté une distance minimale de 250 m par rapport aux bourgs et hameaux et une distance de 100 m par rapport aux maisons

isolées. Les contraintes géométriques du tracé, rayon minimal de 4000 m, ont cependant imposé un certain nombre de déroga-tions dans les zones à habitat diffus.

Avec ces précautions, seule une zone difficile à l'entrée de Lyon a nécessité la réalisation de merlons de terre et d'un mur anti-bruit de 185 m de long.

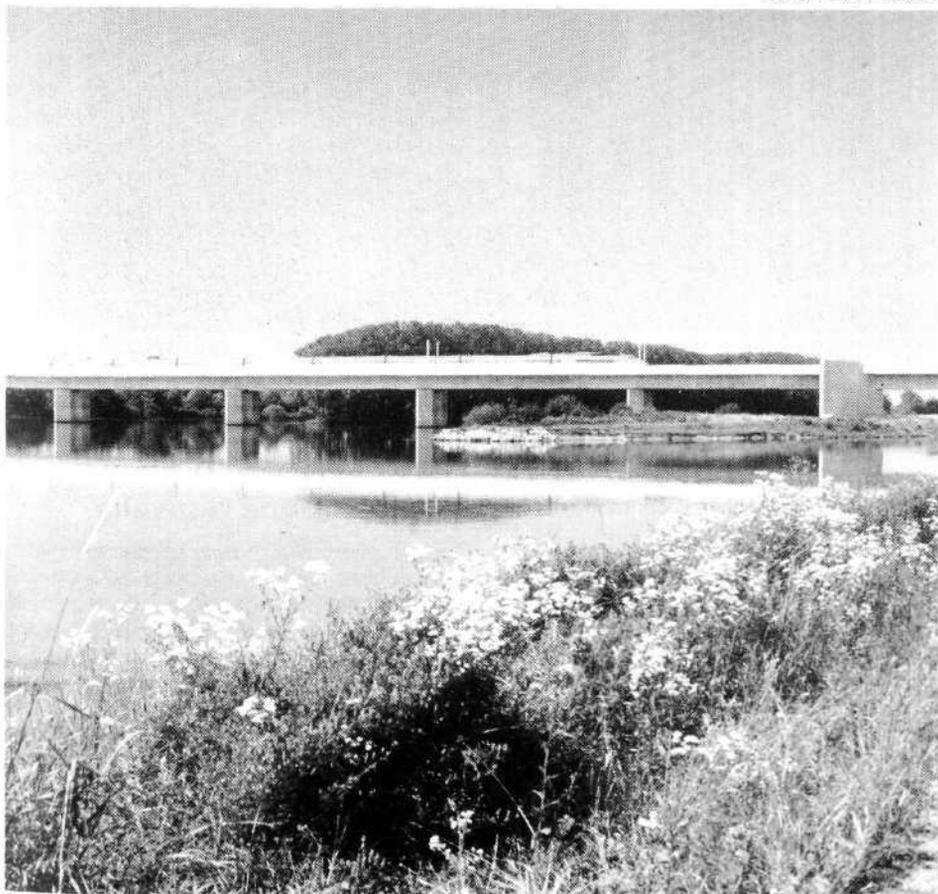
En définitive la voie nouvelle concrétise un équilibre entre de multiples contraintes les unes technico-économiques, les autres relatives à son insertion dans les sites naturels ou construits.

Il serait prétentieux de décrire une méthodologie universelle, cependant, qu'il s'agisse de vastes desseins ou d'aménagements locaux, l'explicitation aussi claire que possible de la finalité de l'œuvre, de ses contraintes techniques impératives, fortes, importantes, intéressantes ou souhaitables et l'analyse des refus, des possibilités d'accueil et aussi des incitations du site envers la réalisation envisagée sont les prémisses fondamentales d'un projet sain dont il est normal d'espérer une opportune expression technique et architecturale dans le sillage de la meilleure tradition active, celle qui souhaite continuer, poursuivre parfois dépasser aujourd'hui, avec les hommes et les moyens d'aujourd'hui, l'œuvre bien entreprise autrefois et naguère, la même œuvre dans son esprit, autre dans son art.



Viaduc de la Digoine.

Viaduc de la Saône.



Les manières de faire anciennes ne sont pas bonnes ou mauvaises parce qu'elles sont anciennes, les manières de faire nouvelles ne sont pas bonnes ou mauvaises parce qu'elles sont nouvelles.

Penser qu'il est possible en cette fin du vingtième siècle d'apporter encore une valeur ajoutée au patrimoine de l'humanité n'est pas un rêve, il y a encore des choses à faire et à bien faire.

Et pour conclure, notre but sera atteint si pour le promeneur découvrant la ligne, les multiples critères qui ont guidé sa réalisation s'effacent devant le sentiment qu'elle répond à son intuition personnelle et spontanée.

**Une présentation de films sur le TGV (construction de la ligne, record du monde 380 Km/h...) sera faite avec des ingénieurs de la SNCF le mardi 8 décembre à 17 heures (amphi A. Caquot) à l'E.N.P.C., 28, rue des Saints-Pères 7<sup>e</sup>.**

# La signalisation de la ligne à grande vitesse Paris Sud-Est

par Ph. ROUMEGUERE, IPC, Directeur Adjoint de l'Équipement  
et

Gérard SARDIN, Président du Syndicat des Industries de la Signalisation Électrique  
pour le Chemin de Fer

L'originalité la plus apparente de la signalisation mise en place sur la Ligne Nouvelle sera, pour le voyageur comme pour un simple spectateur de la voie, l'absence de signaux latéraux donnant classiquement les feux rouge, jaune, vert, permettant d'espacer suffisamment les trains au regard de leurs possibilités de freinage.

En effet, lorsque la vitesse s'accroît la perception des signaux latéraux devient de plus en plus malaisée et l'on admet que la vitesse maximale pour leur observation normale dans des conditions difficiles (par temps de brouillard par exemple) est de l'ordre de 200 km/h.

Aussi, compte tenu du taux de vitesse prévu à l'ouverture de la ligne — 260 km/h — a-t-il été prévu de transporter en quelque sorte la classique signalisation latérale dans la cabine même de conduite permettant ainsi au mécanicien de disposer directement sur son pupitre de conduite, à portée visuelle immédiate, l'indication de la vitesse qui lui est autorisée (fig. 1).

L'indication de la vitesse à respecter étant ainsi disponible à bord et transmise sur le pupitre dans les mêmes conditions de sécurité qu'une signalisation classique, on aurait pu envisager une conduite totalement automatique des trains (1). Mais un tel choix n'aurait, bien entendu, pas dispensé de la présence en cabine de conduite d'un mécanicien, ne serait-ce que pour reprendre une conduite manuelle en cas de défaillance totale ou partielle des automatismes ou bien parce que la conduite sur les entrées de la Ligne Nouvelle et ses prolongements sur ligne classique en impose la présence. Aussi a-t-il été mis à profit la présence de l'indication de la vitesse à bord des rames pour y réaliser leur contrôle de vitesse, véritables aide et sécurité de la conduite, le mécanicien se voyant classiquement confier toutes les tâches traditionnelles de son métier (accélération, freinage, etc...).



Figure 1.

Diriger vers le système de contrôle de vitesse à bord de la rame et présenter au mécanicien sur son pupitre de conduite l'information de la vitesse maximale autorisée, et ce en permanence, conduit à choisir une liaison sol-mobile par transmission continue d'informations, ce dispositif étant complété par une transmission ponctuelle en certains points singuliers (entrées, sorties, etc...).

Le support électrique de l'information continue est un courant codé circulant dans les rails en aval du mobile. La transmission de l'information du sol vers le mobile est réalisée par couplage inductif. Le courant circulant dans les rails permet également, comme courant de circuit de voie, de détecter la présence des mobiles et participer ainsi à la fonction cantonnement (fig. 2).

## A) Rappel des conditions Générales d'Exploitation de la Ligne Nouvelle

En exploitation normale (vitesse maximale 260 km/h), un débit d'un train toutes les 5 mn devra y être possible, avec une marge d'une minute environ : le système de signalisation doit donc permettre un espacement des trains de 4 minutes.

Afin d'assurer une très grande souplesse à l'exploitation de la ligne, les deux voies ont

(1) cf. l'article de MM. Metzler et Guibal.

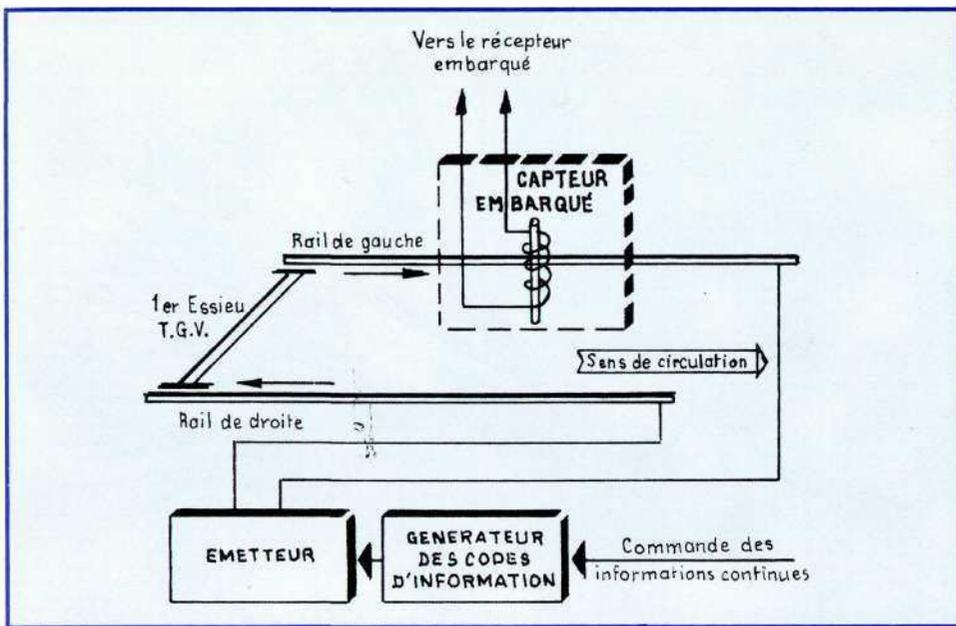


Figure 2.

été banalisées c'est-à-dire qu'elles peuvent être chacune parcourues indifféremment dans un sens ou dans l'autre dans les mêmes conditions de vitesse et de sécurité ; des jonctions sont prévues entre elles tous les 25 à 30 km, et chacun des tronçons ainsi délimités doit pouvoir être exploité en voie unique avec le minimum de contraintes par rapport aux conditions normales d'exploitation.

Enfin des voies d'évitement de quelques centaines de mètres seront aménagées tous les 80 km environ pour permettre notamment le garage d'une rame à la suite d'un incident.

## B) Le Système de Signalisation

### 1 - Technologie

#### a) Transmissions d'informations continues

Le support électrique de l'information continue est un courant alternatif modulé en fréquence (et réalisant par là même un codage) circulant dans les rails en aval du mobile. La transmission d'informations du sol vers le mobile est réalisée par couplage inductif (fig. n° 2). La fréquence de base (F) est de 1 700, 2 000, 2 300, ou 2 600 Hz, la fréquence modulatrice (f) varie de 10,3 à 29 Hz en fonction de l'information à transmettre et l'excursion de fréquence est de  $\pm 10$  Hz : c'est-à-dire que la fréquence de base F prend alternativement les valeurs  $F + 10$  et  $F - 10$  à la cadence f.

Ce type d'appareillage permet en outre de remplacer les joints isolants nécessaires dans la plupart des circuits de voie, par des joints électriques compatibles avec l'emploi de longs rails soudés, sans solution de continuité, d'une part favorables tant à la tenue de la voie qu'à celle du matériel roulant et permettant d'autre part le circuit de retour du courant de traction.

Pour éviter toute diaphonie (transfert d'énergie non souhaité d'un circuit de voie à l'autre) tant longitudinale (sur une même voie) que transversale (entre deux voies), deux fréquences se succédant alternativement sont affectées à chaque voie (1 700 Hz et 2 300 Hz voie 1, 2 000 Hz et 2 600 Hz voie 2).

De plus la nature des courants utilisés et la conception des appareillages permettent de grouper le matériel en des points distants de 10 à 12 km environ, d'où une facilité supplémentaire pour la réalisation des liaisons supplémentaires entre les appareillages (inversion du sens de circulation des trains notamment) et pour l'exécution des opérations de maintenance : c'est ainsi que la ligne comporte des postes de type PRS (1) normalement télécommandés depuis un poste central situé à Paris, postes situés près des groupes d'appareils de voie constituant les jonctions dont il a été question ci-dessus ; les appareillages nécessaires au fonctionnement du cantonnement des trains sont donc regroupés soit dans ces PRS, soit dans des centres d'appareillages intermédiaires de telle façon que chacun d'eux desserve une portion de voie jusqu'à 12 km de longueur. Ces PRS et ces centres sont eux-mêmes chaînés entre eux par des relations de sécurité (cf. infra) pour que les différentes logiques de sécurité "accompa-

gnent" les rames au cours de leur progression sur la ligne.

#### b) Transmissions d'informations ponctuelles

Le dispositif d'informations ponctuelles est une boucle de câble de 10 m de longueur, placé en voie, et délivrant une fréquence pure captée à bord de la rame TGV de manière semblable aux informations continues.

#### c) Relations de Sécurité Intercentres

Afin de réduire le nombre de conducteurs de ligne à utiliser, il est fait usage d'un système de transmission multiplex de sécurité : les circuits utilisés empruntent un câble unique commun télécommunications-signalisation.

Ce câble est posé le long de la Ligne Nouvelle ; compte tenu des forts courants sur la caténaire, particulièrement en cas de court-circuit, une mise au sol soignée de son feuillard a été recherchée et ce à travers la couche externe de protection anticorrosion (photo n° 2).

Ce câble assure des transmissions diverses et en particulier :

- télécommande depuis Paris des postes de signalisation PRS,
- commande de sécurité à haut niveau (+ 10 dBmo) entre les PRS et les centres d'appareillages intermédiaires qui leur sont rattachés,
- tous les circuits habituels de téléphonie, etc...

Les systèmes multiplex utilisés sont du type MIC (Modulations par Impulsions Codées) qui permet sur seulement deux paires d'acheminer 120 voies téléphoniques.

Notons à ce sujet que c'est la première fois en France et peut-être en Europe qu'un système de MIC à 8 Mbit/s sur paires symétriques est installé sur plus de 400 km : le développement a pu en être réalisé grâce à la collaboration étroite apportée aux suivis spécialisés de la SNCF par la Société CIT ALCATEL en liaison avec la Société Les Câbles de Lyon.

Des précautions particulières ont été prises pour qu'un dérangement d'un appareillage commun à un groupe de transmissions simultanées n'affecte les circulations que sur une seule voie et pour que les fréquences utilisées dans la bande 800 - 5 500 Hz soient en dehors de celles déjà utilisées sur

(1) Technologie couramment utilisée sur le réseau classique (+ de 300 postes de ce type) le poste de type PRS (Poste tout Relais à Transit Souple) est un poste "tout électrique" où les trains empruntent des itinéraires dont les aiguillages et les signaux sont manœuvrés à partir d'un simple geste sur le bouton approprié d'un pupitre de commande situé au poste.

la Ligne Nouvelle (circuit de voie, boucles d'informations ponctuelles, etc...) et des harmoniques du courant de traction.

## 2 — Logique du Système

### a) Espacement des trains

Pour assurer l'espacement des trains, la voie est divisée en "cantons".

La longueur d'un canton est de 2 100 m en palier. Elle correspond à la distance maximale nécessaire pour permettre l'exécution de l'ordre donné par l'information transmise dans le canton.

Cette information se traduit par l'affichage en cabine d'une indication de vitesse qui doit :

- soit être atteinte à l'entrée du canton suivant,
- soit être maintenue dans le canton parcouru.

Les informations affichées en cabine sont au nombre de 12 avec des paliers de vitesse intermédiaires suivants : 80 - 160 - 220 - 260 km/h.

A chacune des indications est associé un contrôle de vitesse qui provoque le freinage automatique du train si sa vitesse est supérieure au seuil fixé.

A noter que ce freinage cesse dès que la vitesse est redevenue inférieure à ce seuil.

La figure 4, ci-après, montre la courbe de vitesse que suivra le train A qui s'approche d'un point d'arrêt et les seuils de vitesse à respecter dans chaque canton afin de ne pas déclencher le freinage automatique.

Il faut enfin noter que des commutateurs placés le long de la ligne, dans les PRS, au poste central permettront d'afficher en voie l'émission d'informations correspondant soit à l'occupation d'un ou plusieurs cantons déterminés, soit à des limitations temporaires de vitesse à 80 ou 160 km/h, ceci permettant de réaliser en sécurité des protections diverses ou des limitations de vitesse pour travaux.

### b) Points d'arrêts absolus (protection d'aiguilles)

Le ralentissement du mobile s'effectue comme indiqué au paragraphe précédent. Toutefois, l'arrêt devant être obtenu avant le point dangereux même en cas de défaillance du mécanicien, un système complémentaire de transmission d'informations ponctuelles est installé au droit du repère : en cas de franchissement de celui-ci, un freinage automatique est déclenché.

### c) Fonctions des informations ponctuelles

Outre les fonctions déjà citées (contrôle de franchissement des points d'arrêts absolus, armement et désarmement automatique de

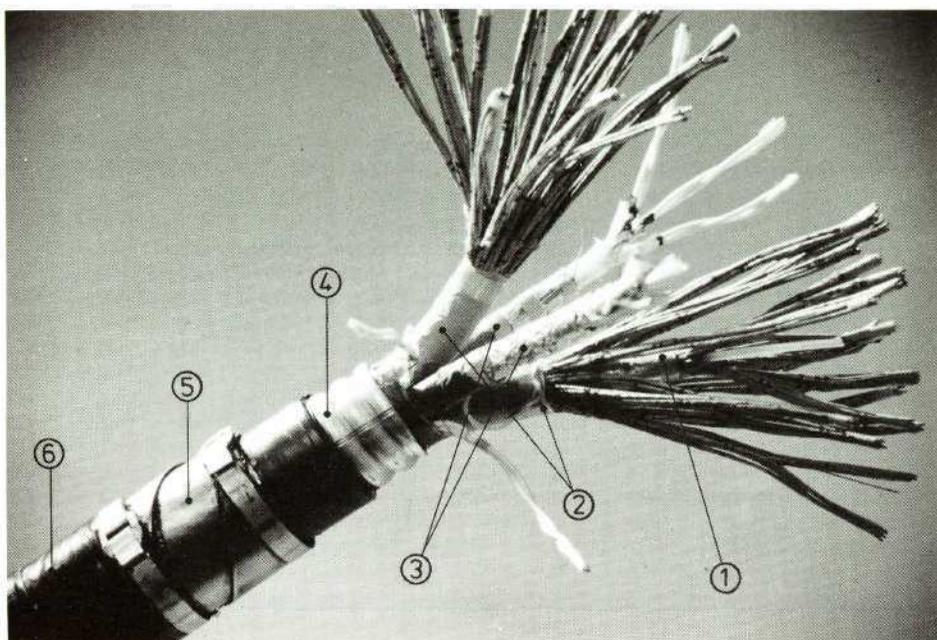


Fig. 3 : Câble principal télécommunications-signalisation

- 1 - Sous-toron écranté pour transmission multiplex de sécurité
- 2 - Torons de quartes AF (audiofréquences)
- 3 - Torons écrantés de paires multiplex numériques 120 voies
- 4 - Enveloppe aluminium
- 5 - Feuillards acier
- 6 - Filins bitumés de protection anticorrosion des feuillards.

la signalisation de cabine aux entrées et sorties de la Ligne Nouvelle), les dispositifs d'informations ponctuelles assurent différentes fonctions :

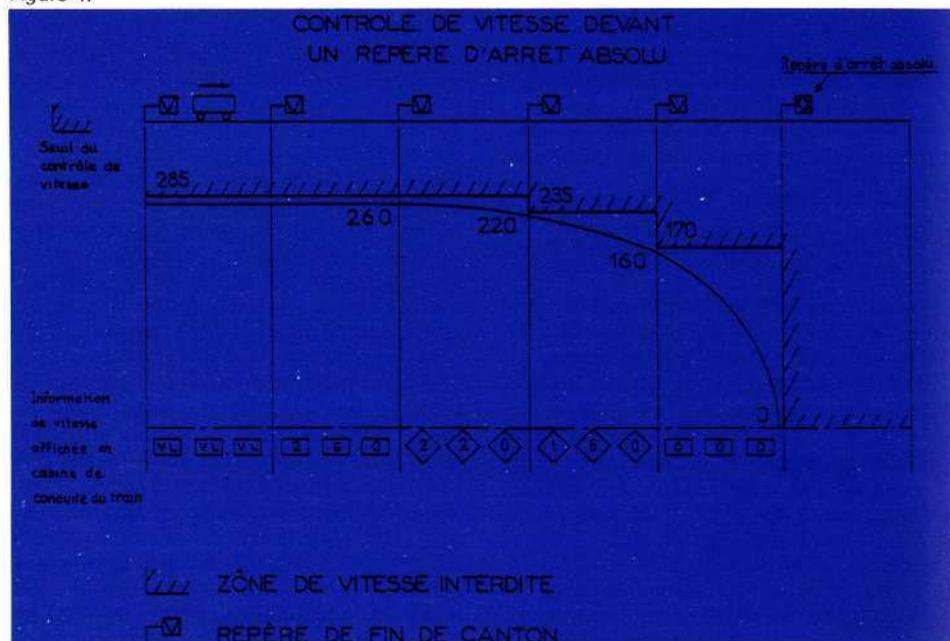
- sélection du captage des circuits de voie (voie 1 ou voie 2 ; cf. 1 a ci-dessus),
- ouverture automatique du disjoncteur de la motrice en cas de sectionnement caténaire (fig. 5).

## C) Quelques aspects particuliers de l'Exploitation

### 1 — Le poste central d'aiguillage et de régulation

La surveillance de la totalité de la ligne et la

Figure 4.



commande des itinéraires seront assurées depuis un poste central situé à Paris.

A tout moment, un opérateur pourra connaître par des informations visuelles apparaissant sur un tableau de contrôle optique comparable à ceux qui existent dans les grands postes de signalisation actuels, la position, le numéro et le sens de circulation des trains ainsi que les itinéraires tracés (photo n° 6).

Le régulateur disposera de deux modes de commande des itinéraires ; soit un mode en commande automatique à partir d'informations stockées dans la mémoire d'un ordinateur et ce pour les postes d'aiguillages les plus importants (bifurcations), soit un mode plus traditionnel à partir d'une table classique à boutons poussoirs comme sont équipés les actuels PRS.

Des consoles et leurs claviers compléteront l'équipement du poste central pour permettre la gestion des fichiers et des circulations ainsi qu'un affichage des écarts horaires.

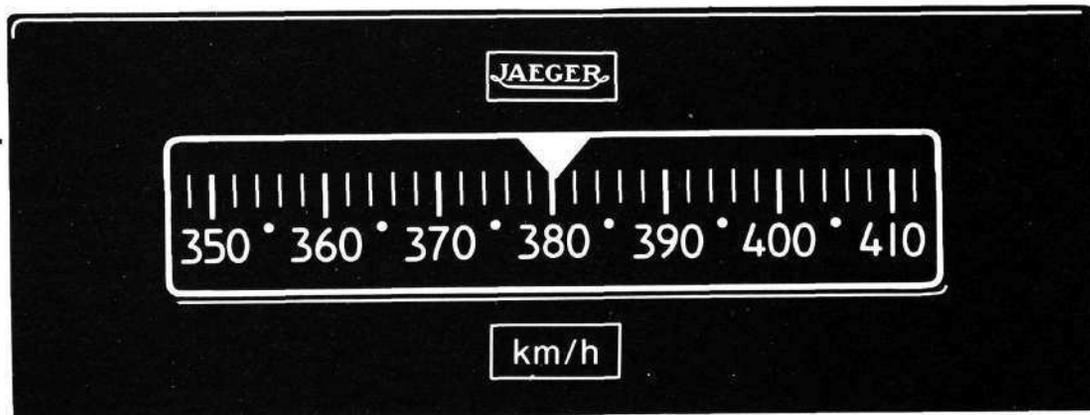
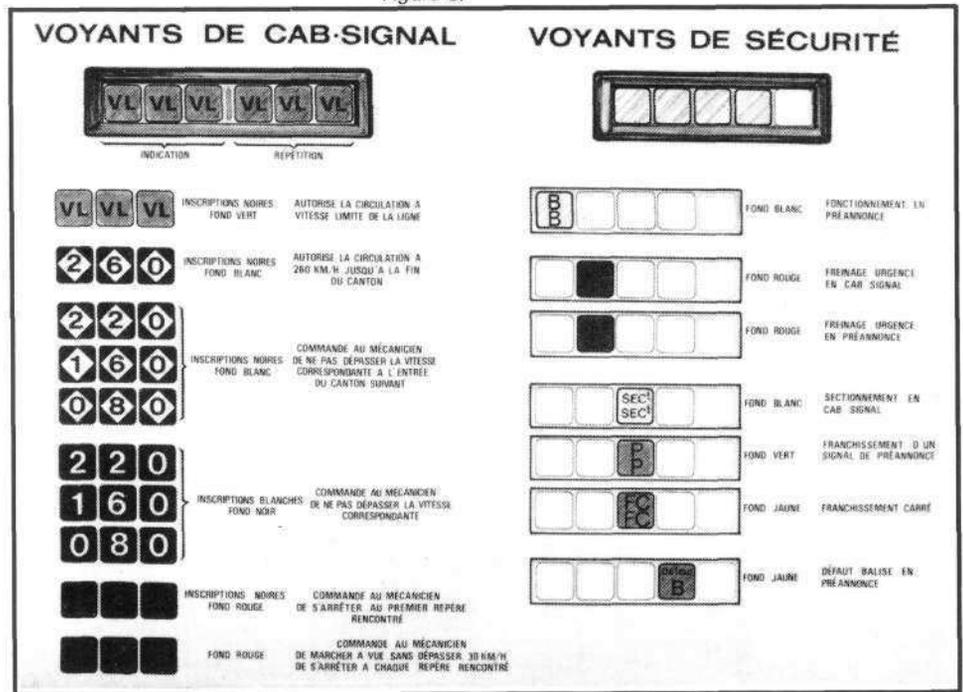
Le poste central est relié aux postes PRS pour la signalisation, et aux postes de traction (sous-stations, etc...) pour la distribution du courant de traction, par un système de transmission électronique à multiplexage temporel commun aux deux fonctions ; cet appareillage qui fonctionne sur la base d'un code trivalent utilise en ligne

des signaux électriques conformes aux recommandations du CCITT (1).

(1) Comité Consultatif International de Télégraphie et Téléphonie

Figure 5.

Le système de transmission permet en particulier de ramener au poste central un nombre important de contrôles dont l'alerte déclenchera à temps des opérations de maintenance corrective et de relève d'inci-



**JAEGER** la centrale tachymétrique du record du monde

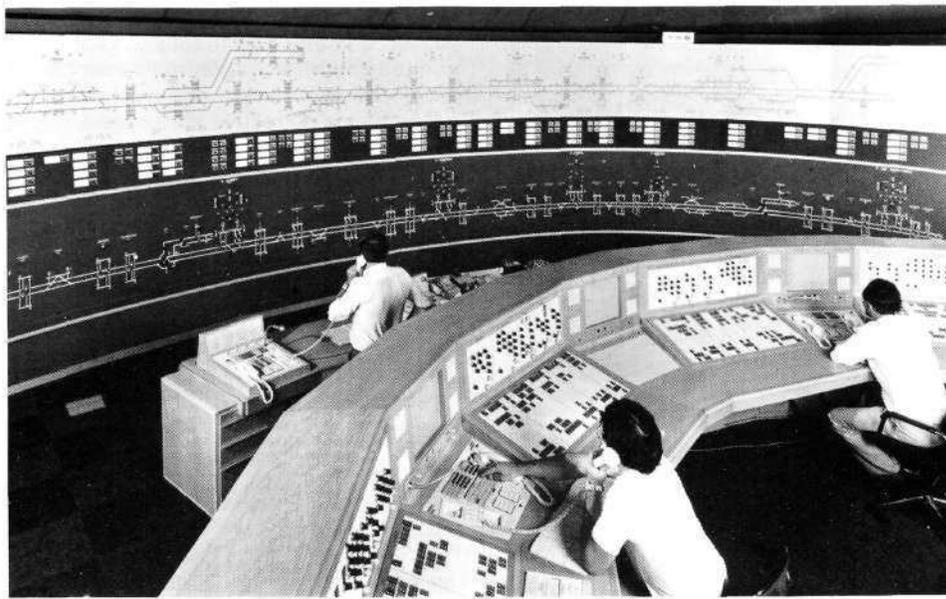


Figure 6.

SNCF - CAV Photo Michel Henri



Figure 7.

Photo SNCF

dents le plus possible avant que ne puissent être perturbées les circulations.

## 2 — Détecteurs de Boîtes Chaudes

Des détecteurs de boîtes chaudes sont installés, en principe tous les 50 km, sur chacune des deux voies et s'adressent à tous les trains quel que soit leur sens de circulation.

L'installation à la voie est limitée aux capteurs, l'appareillage de traitement en local étant installé au PRS voisin.

Deux informations peuvent être émises :

- soit une alarme "Danger" qui agit immédiatement en local sur la signalisation pour provoquer en particulier un arrêt normal au plus tôt du train intéressé,
- soit une alarme dite "simple", qui transmise au poste central pourra être transformée en alarme danger dans certaines conditions.

## 3 — Couverture Radio de la Ligne

Chaque mobile sera doté d'un poste radio-téléphonique qui lui permettra d'entrer en

communication avec le poste central et, si nécessaire, avec les autres mobiles : un mécanicien qui aura aperçu un obstacle dangereux sur la voie contiguë à la sienne pourra ainsi alerter les mécaniciens qui se dirigent vers cet obstacle (fig. 7).

Les mêmes moyens radio seront évidemment étendus aux équipes de maintenance.

## Conclusion

La signalisation de la Ligne Nouvelle a été conçue et réalisée par des ingénieurs signalisation : ce qui peut ainsi paraître un truisme cache en fait une volonté nettement exprimée de ne confier la définition et la construction du système de la signalisation qu'à des ingénieurs expérimentés depuis longtemps non seulement dans les connaissances techniques mais également dans ce que l'on peut appeler la philosophie de la signalisation ferroviaire qui doit toujours avoir pour guide la sécurité et la fiabilité.

On peut donner deux exemples pour illustrer ces choix :

- L'informatique pénètre, avec profit, de plus en plus les installations de signalisation. Depuis plusieurs années, suivi des trains, tableaux de contrôle optique, commandes automatiques d'itinéraires, recourent à son utilisation : de telles applications se feront de la même manière sur la Ligne Nouvelle mais sur cette dernière, comme sur le réseau classique, la SNCF s'est attachée pour la mise en œuvre de ces applications à faire appel à des ingénieurs signalisation formés à l'informatique et non à des ingénieurs informaticiens à qui il aurait fallu hâtivement et à coup sûr incomplètement inculquer les principes souvent complexes de la signalisation ferroviaire.

- L'équipement en signalisation de cabine des rames de la Ligne Nouvelle verra en quelque sorte les signaux traditionnels latéraux à la voie entrer dans la cabine du conducteur : or ces signaux traditionnels étaient traités en sécurité ferroviaire quand ils s'adressaient du bord de la voie à l'œil du conducteur. Il est important de noter que pour la réalisation des équipements correspondants du TGV, une parfaite collaboration s'est instaurée tant au sein de la SNCF que chez les constructeurs entre les ingénieurs signalisation et les ingénieurs matériel roulant : les premiers ont ainsi apporté aux seconds l'expérience qu'ils avaient acquise du traitement en sécurité des signaux électriques, signaux devant maintenant aller des capteurs des engins jusqu'aux voyants du pupitre de conduite où sont affichées les vitesses imposées.

Par ailleurs la plupart des principaux fournisseurs français de matériel de signalisation ont contribué à réaliser le système qui vient d'être décrit. On peut notamment citer :

- les postes d'aiguillage par ALSTHOM-ATLANTIQUE et JEUMONT-SCHNEIDER ;
- les transmissions de sécurité et les mécanismes d'aiguille, par JEUMONT-SCHNEIDER ;
- la commande centralisée par SAXBY ;
- la signalisation embarquée, les circuits de voie qui en sont le support, le système de détection des boîtes d'essieux surchauffées par C.S.E.E.

L'industrie française de la signalisation se trouve ainsi pourvue d'un savoir-faire complet, à la fois moderne et sûr, ce qui la place au meilleur niveau mondial non seulement dans le domaine de la signalisation à très grande vitesse, mais dans tous les autres domaines, les solutions développées présentent le grand intérêt d'être susceptible de largement déborder le seul cadre des grandes vitesses.

Construire ainsi la signalisation d'une ligne nouvelle avec des composants éprouvés et des ingénieurs expérimentés assure ainsi le réalisme de l'entreprise et contribuera à la réussite de cette importante poursuite du renouveau du fer que représente la mise en service de 400 km de Ligne Nouvelle ferroviaire à Grande Vitesse. ■

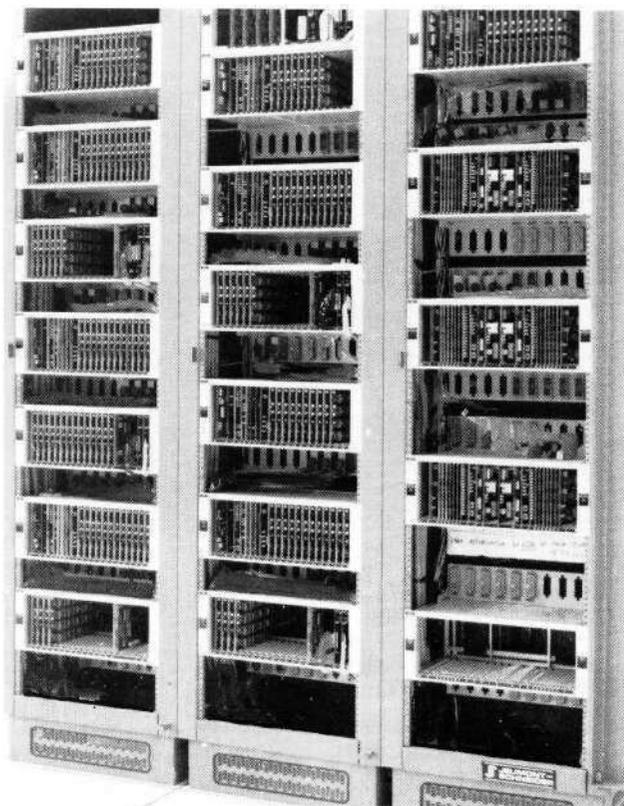
# les télétransmissions du T.G.V. : une réalisation Jeumont-Schneider

● **Système de télétransmission électronique type TE 13** : commande et contrôle à partir d'un poste central à PARIS l'ensemble des installations de signalisation et d'alimentations en énergie de la nouvelle ligne PARIS Sud-Est.

Ce système est conçu pour véhiculer 8 000 télécommandes et 16 000 télécontrôles.

● **Système de télétransmission multiplexée de sécurité** : à base de diapasons émettant des fréquences pures, il permet la transmission d'informations intéressant directement la sécurité de la circulation des trains.

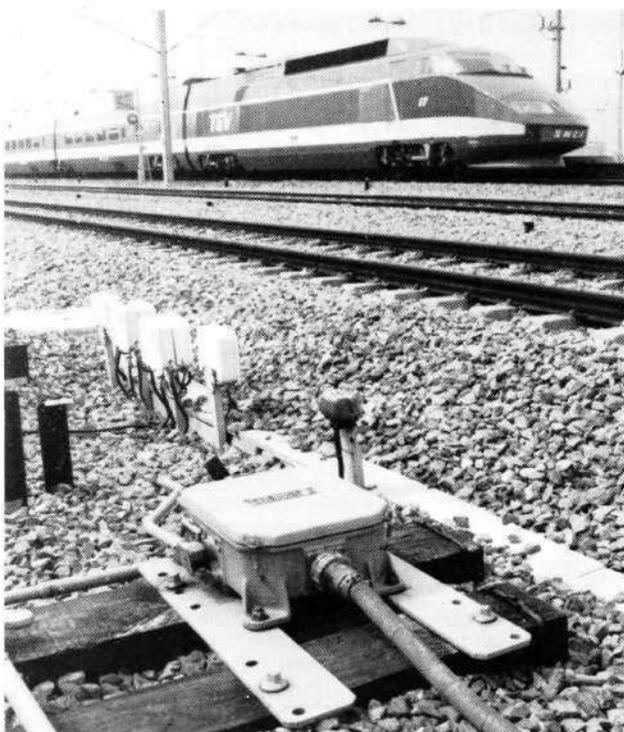
● **Système d'annonce automatique des trains (SAAT)** : à base de micro-informatique, ce système permet un suivi de train décentralisé de gare en gare.



## EN SIGNALISATION :

JEUMONT-SCHNEIDER fournit également :

- les mécanismes de commandes d'aiguilles;
- les châssis d'appareillage des installations de sécurité équipés de matériel NST;
- des relais de sécurité et blocs électroniques type NST;
- des études et installation sur le site des équipements de sécurité dans les postes d'enclenchement et les centres d'appareillage.



**JEUMONT-SCHNEIDER**

Division Appareillage Traction Signalisation

194, avenue du Président-Wilson - B.P. 51 - 93212 La Plaine-Saint-Denis Cedex - Tél. : (1) 820.63.73 - Télex : 620 387

# La voie de la ligne nouvelle technologie et mise en place

par M. JANIN, Chef du Département "Études et recherches Voie"  
G. MOHR, Ing. des Mines, FRAMAFER

Lorsque les entreprises de Génie Civil ont eu terminé l'infrastructure de la voie, ils ont livré aux "Poseurs de Voie" une plateforme très comparable à celle de la fondation d'une route mais à un niveau inférieur d'environ 70 cm au niveau définitif du rail.

Il restait à mettre en place la superstructure de la voie. Celle-ci en apparence semblable à celle d'une voie classique comportait des rails, des traverses et leurs attaches, du ballast.

Cette mise en place comportait en fait 3 opérations distinctes dans leur technique bien qu'enchevêtrées dans le temps :

- la pose de la voie,
- la mise en place du ballast,
- la réalisation de la géométrie de la voie.

Là aussi, ces opérations se sont déroulées en apparence d'une façon classique.

En fait, le matériel de voie, les méthodes et les moyens de mise en place mettaient en œuvre des techniques évoluées qui ont permis de circuler à des vitesses jamais atteintes quelques jours seulement après l'achèvement des travaux et il a paru intéressant d'en donner quelques détails.

## LE MATERIEL DE VOIE

### Les rails

Les rails sont du type UIC 60 de nuance ordinaire : 80 daN/mm<sup>2</sup> (et non pas de nuance dure, car on a préféré réduire la vitesse d'usure du bandage des roues dont la nuance est plus élevée afin de conserver après de longs parcours, une bonne stabilité des bogies).

Mais ce ne sont qu'en apparence des rails ordinaires.

Ils ont été élaborés à l'aciérie à l'oxygène de Sacilor à Gandrange et laminés soit à Hayange, soit à Villerupt. La propreté inclusionnaire de l'acier contrôlé aux ultra-sons est de qualité Ralus 0 - 1, c'est-à-dire la meilleure.

La principale caractéristique de ces rails est

leur excellent dressage que les producteurs ont pu obtenir sans trop de difficulté : flèche inférieure à 0,3 mm sur corde de 1,60 m et tolérance analogue pour les extrémités de rails.

Ils sont soudés de façon continue et ne sont interrompus et reliés par des appareils de dilatation qu'au droit des appuis mobiles des grands viaducs.

Les soudures ont été réalisées en deux étapes :

- tout d'abord, les barres élémentaires venues des aciéries en longueurs de 30 m sont soudées en usine pour former des barres d'environ 300 m, soit par étincelage suivant la méthode traditionnelle, soit d'une façon plus moderne par induction à l'atelier de Saulon.

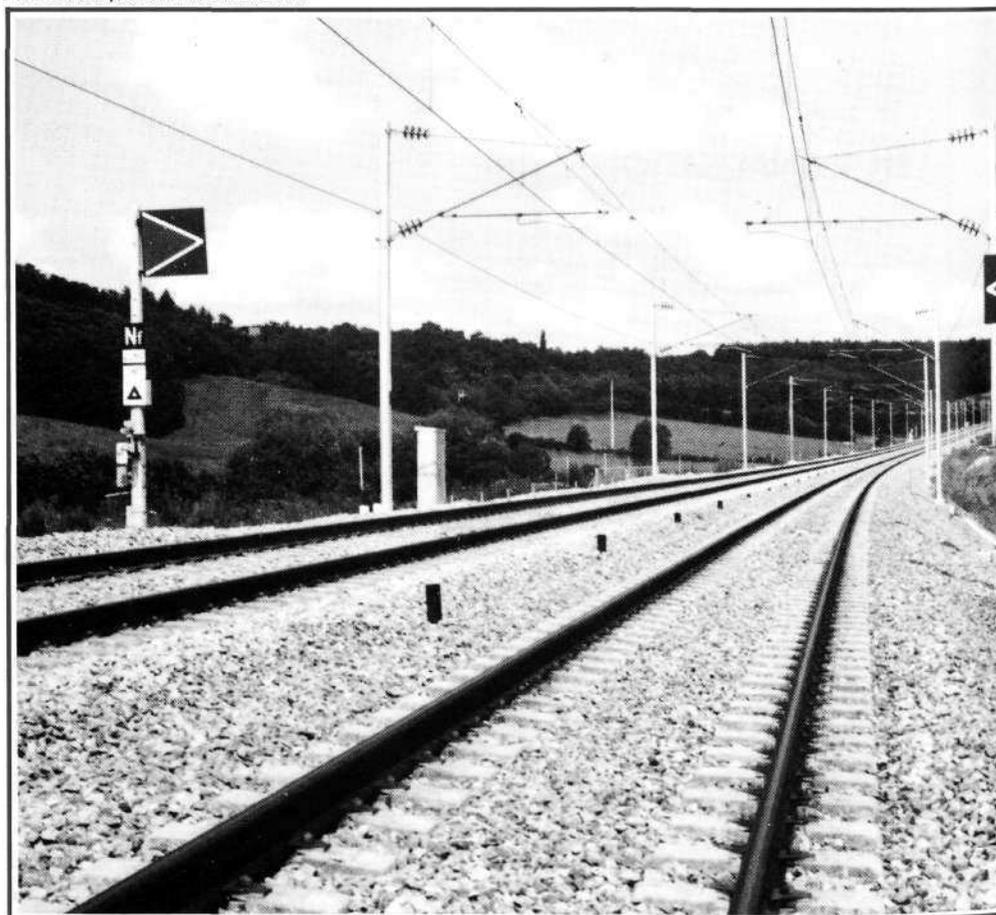
— chacune de ces barres fait ensuite l'objet d'un enregistrement de contrôle à la sortie de la chaîne de fabrication. Ensuite, ces barres une fois posées sont soudées entre elles par soudure aluminothermique.

Toutes ces soudures ont fait l'objet de soins particuliers.

Il en résulte un spectre des défauts de voie très pur, réduit à sa composante continue et à peu près dépourvu des raies que l'on constate sur les voies classiques, conséquence de la périodicité des barres élémentaires et des défauts de dressage de celles-ci.

Quelques zones en forte pente où s'étaient produits des patinages de trains de travaux ont été meulées par le train Speno, après

La voie au pont de Montchanin.



rechargement des empreintes les plus profondes. Cette géométrie du rail, bien contrôlée à tous les stades de l'élaboration des LRS, limite les surcharges de roues, dues aux oscillations des masses non suspendues, à des valeurs acceptables.

Les rails sont posés avec une inclinaison de 1/20 et un écartement nominal de 1,435 m, couple de valeurs jugé optimal selon des études relatives à la variation de la conicité équivalente d'un profil de roue usé en fonction de ces deux paramètres.

## Les traverses et les attaches

Les traverses sont du type U 41 à 2 blocs en béton armé de 84 cm de longueur reliés par une entretoise métallique en acier à rail. Elles sont équipées de nouvelles attaches que la S.N.C.F. a adoptées depuis 4 ans, les attaches Nabla. Sur l'ensemble de la ligne ces traverses proviennent des usines de la Sateba à Chalon-sur-Saône et de la Société Chagnaud à Laroche-Migennes, les attaches élastiques étant toutes fabriquées à l'usine de Douai de la Société Ressorts-Industrie.

Entre rail et traverse, une semelle cannelée de 9 mm d'épaisseur confère à la voie une élasticité verticale plus grande que la semelle classique de 4,5 mm ce qui contribue aussi à réduire les surcharges dynamiques imputables aux masses non suspendues des véhicules.

Ces traverses lourdes (245 kg) dont la surface d'appui utile est importante et qui offrent 2 butées sur le ballast, confèrent à la voie une très grande résistance à la déformation transversale sous l'action des efforts exercés par les essieux.

Des mesures effectuées au wagon dérailleur ont montré qu'après compactage dynamique de la voie cette résistance était pour un essieu chargé à 160 kN de 138 kN.

## Le ballast

L'adaptation du ballast aux nouvelles conditions de circulation et en particulier la nécessité de pouvoir résister à un niveau de sollicitation plus riche en fréquences élevées a conduit à revoir nos spécifications techniques.

La qualité du ballast est maintenant définie à partir de deux essais. L'essai Deval humide qui caractérise mieux que l'essai Deval sec la résistance à l'abrasion et l'essai Los Angelès qui caractérise la résistance aux chocs. On définit ainsi, à partir d'un abaque, un coefficient de dureté globale.

Les valeurs minimales choisies (20 pour la couche supérieure et 17 pour la couche inférieure) ont pratiquement conduit à ne plus utiliser que des roches de fusion non altérées : granit, porphyre ou quartzite.



Le stabilisateur dynamique.

L'épaisseur de la couche de ballast a été augmentée et portée à 32 cm minimum.

## Les sous-couches

Entre le ballast et le sol naturel, même compacté fortement comme c'est le cas de tous les remblais, on place une couche de matériaux spécialement choisis qui a une triple fonction :

- atténuation des contraintes verticales,
- anticontamination,
- mise hors gel de la plateforme.

De plus, cette couche doit pouvoir suivre les déformations de la plateforme sans se rompre ou du moins en s'autoréparant. Ceci a exclu les sous-couches rigides du type sol-ciment, et a conduit à prévoir partout une épaisseur minimale de 15 cm, et le plus souvent 20 cm de grave bien graduée et compactée à 100 % de l'optimum Proctor.

Cette couche doit être d'autre part adaptée à la qualité de la plateforme, ceci en s'efforçant de donner au niveau d'interface, ballast/sous-couche, des caractéristiques rhéologiques constantes tout au long de la ligne et indépendantes de la qualité du sol naturel. Cela n'a pu être obtenu qu'après des études approfondies et a abouti à un catalogue de structures couches de formes et sous-couches adaptées à chaque cas particulier et dont l'épaisseur peut atteindre dans certains cas 90 cm.

Ces sous-couches ont dans tous les cas été exécutées en même temps que les terrassements.

Il en est résulté qu'en plus des caractéristiques ci-dessus les sous-couches ont dû être étudiées de façon à pouvoir porter

sans orniérage les engins utilisés à la pose de la voie.

## La pose de la voie :

Celle-ci a été réalisée de 2 façons différentes :

— les lots n° 1 (Montchanin) et n° 3 (Sathonay), confiés à l'Entreprise Drouard, ont été posés par une méthode relativement classique à partir d'une voie provisoire mise en place à l'avancement à l'aide d'un wagon-poutre. La voie auxiliaire a permis la circulation de trains de travaux, pour effectuer le déchargement des L.R.S. (longs rails soudés : rails soudés préalablement en usine en barres de 300 m de long environ) et des traverses en béton armé à l'emplacement de la voie adjacente.

— le lot n° 2 (St-Florentin) a été mis en place à l'aide d'un train de pose spécialisé, le T.R.V. 2001, construit par l'Entreprise Desquennes & Giral, à partir d'éléments d'un train de renouvellement et sur lequel il est intéressant de donner quelques détails. Dans sa version adaptée à la pose de voie neuve, le TRV 2001, se compose de l'avant vers l'arrière, par rapport au sens d'avancement :

- d'un wagon distributeur de traverses, constitué par une poutre qui repose à l'avant sur un portique d'appui, circulant sur un chemin de roulement de 4 m d'entraxe et à l'arrière, sur un boggye circulant sur les rails neufs déjà mis en place. Il est muni d'un dispositif de préhension et d'introduction des rails,
- d'un wagon de réception des traverses, équipé d'un convoyeur horizontal,
- d'une locomotive diesel, le "Teckel", commandée à distance et assurant la traction de l'ensemble,



Le train de pose Desquennes et Giral.

• de wagons plats spéciaux, sur lesquels les traverses sont stockées transversalement, à raison de 180 traverses par wagon.

Les traverses sont amenées, à partir des wagons-plats, jusqu'au wagon récepteur par un portique roulant sur un chemin solidaire du train. Introduites ensuite dans le wagon distributeur, elles sont convoyées automatiquement jusqu'à sa partie avant où elles sont "pondues" régulièrement tous les 60 m.

Des pinces soulèvent alors les L.R.S., préalablement déchargés, les rapprochent et les mettent en place sur les semelles en élastomère.

### La mise en place du ballast

Deux méthodes ont là encore été employées.

Dans le premier cas, la couche inférieure de ballast, 20 cm au plus a été mise en place en camion et compactée à l'aide d'un rouleau lisse vibrant. On a ensuite posé la voie, puis approvisionné le reste du ballast par trains ; la voie étant alors relevée par passe de 10 cm à l'aide d'une bourreuse et le compactage réalisé à l'aide d'un engin sur rail.

Dans le second cas, la voie a été posée directement sur la sous-couche et la totalité du ballast approvisionnée par trains. La mise au niveau s'est faite en 4 ou 5 passes de bourrage mécanique. Une stabilisation artificielle était faite en général toutes les 2 passes.

Si le principe du levage par bourrages successifs est une méthode classique, si les bourreuses utilisées, bien que modernes, étaient pour les passes de levage des bourreuses classiques (07 ; 08-S Framafér), la réalisation d'une stabilisation artificielle du ballast était une nouveauté. Elle a pu être obtenue grâce à l'utilisation d'un stabilisa-

teur dynamique DGS 42 N Framafér, qui, en exerçant des vibrations contrôlées, a un effet de stabilisation de la voie équivalent au passage d'un trafic de 80.000 T. environ.

## La réalisation de la géométrie de la voie

Celle-ci a été effectuée en trois étapes.

### — La mise en place géodésique

Les bases de référence utilisées pour la pose de voie sont matérialisées par des "piquets rejet" situés de part et d'autre des voies avec un espacement de 40 m en alignement et de 20 m en pleine courbe et raccordement parabolique. Ces piquets, profilés T de 40, enfoncés dans la plateforme et arasés au niveau supérieur des sous-couches pour assurer leur fixité, sont implantés avec une précision topographique de 5 mm environ tant en plan qu'en niveau.

Les tolérances de pose à la 1<sup>ère</sup> phase de mise en place de la voie sont, par rapport aux piquets rejets, de  $\pm 20$  mm en tracé.

### — Le piquetage et la mise aux piquets

Arrivé à ce stade, il importe de mettre la voie en place avec une précision supérieure à la précision topographique, notamment dans les courbes. En effet, il ne faut pas oublier que dans une telle opération la règle de discrétisation (connue sous le nom de règle de Shannon) qui demande que la distance entre deux points soit inférieure à la moitié de la plus petite longueur d'onde que l'on veut maîtriser s'applique aussi et que des piquets espacés de 40 m ne permettent pas de contrôler des défauts de moins de 80 m de longueur d'onde. Comme par ailleurs les bourreuses classi-

ques ne sont plus efficaces au-delà de 40 m de longueur d'onde de défauts, il est donc nécessaire de mettre en place une nouvelle série de repères. A cet effet, la voie est équipée de piquets Bill, piquets espacés de 10 m en courbe et de 100 m en alignement. Ces piquets comportent chacun une goupille matérialisant l'axe de la ligne ; il est ainsi possible de mesurer la flèche d'une goupille par rapport à un cordeau tendu entre les 2 goupilles encadrantes, flèche qui doit être constante en pleine courbe, et progressivement variable dans les raccords paraboliques. Si tel n'est pas le cas, la méthode des flèches, mise en ordinateur, permet de déterminer rapidement les déplacements de goupille à effectuer sur chaque piquet pour obtenir une courbe idéale. C'est enfin en mettant la voie à une distance constante des goupilles ainsi disposées que l'on peut obtenir un tracé de voie géométriquement correct.

Cette opération que l'on appelle "mise aux piquets" de la voie est effectuée une première fois lors du dernier relevage important qui porte la voie à sa position définitive dans les fourchettes suivantes :

- $\pm 5$  mm en tracé (par rapport aux goupilles)
- 10 mm en niveau (par rapport aux 10 mm piquets rejets)
- 30 mm

Après une nouvelle stabilisation, la voie est soumise au trafic des divers trains de travaux.

Enfin, la voie subit un "nivellement complémentaire" qui l'amène à sa position théorique avec les tolérances suivantes :

- $\pm 2$  mm en tracé
- 0 mm en niveau avec flèche inférieure à 5 mm sur 18 m.
- 20 mm

Une dernière stabilisation est ensuite effectuée.

### — le lissage final

En fait, la mise aux piquets reste une opéra-

tion discontinue au pas de 10 m. Elle est plus précise que la mise au tracé géodésique, mais elle reste tributaire d'une prise de mesure manuelle.

L'ultime opération nécessaire pour obtenir une très bonne géométrie ne peut être qu'une opération de lissage effectuée avec un pas très court, la voie servant elle-même de référence. C'est ce qui est actuellement réalisé par les bourreuses-dresseuses modernes fonctionnant en automatique. Mais pour que cette opération soit véritablement efficace il y faut plusieurs conditions :

- ce ne doit qu'être un lissage, c'est-à-dire que la géométrie de la voie doit avoir auparavant été suffisamment approchée par mise aux piquets ;
  - la prise de mesure doit être précise ;
  - la fonction de lissage donnée par la bourreuse doit être satisfaisante vis-à-vis des longueurs d'ondes des défauts à corriger de façon à ne pas recréer de défauts longs en lissant les courts ;
  - le pas, c'est-à-dire la distance entre 2 points de levage, doit être assez court, la valeur de 1,20 m de la plupart des bourreuses modernes étant satisfaisante ;
  - le contrôle de la voie doit être effectué par un engin de mesure dont la fonction de transfert corresponde aux longueurs d'ondes souhaitées.
- Or, en ce qui concerne la ligne Paris/Sud-Est, la vitesse prévue de circulation entraînait la surveillance de longueurs d'ondes de défauts que la voiture Mauzin classique contrôlait mal et que les fonctions de lissage des bourreuses corrigeaient mal. D'où la nécessité d'une double innovation.

*La bourreuse modifiée et équipée du dispositif de connection des défauts longs.*

Tout d'abord au niveau du contrôle. Lors des essais menés en Plaine d'Alsace entre Strasbourg et Colmar des rames TGV opérationnelles, à des vitesses atteignant couramment 280 km/h, la comparaison des enregistrements d'accélérations transversale et verticale de caisse et de la géométrie de la voie, nous conduisit à envisager la mesure, et la correction, de défauts géométriques de plus grande longueur d'onde que ceux ordinairement fournis par les voitures "Mauzin" d'enregistrement de la voie.

Un système de traitement des signaux directement délivrés par la voiture "Mauzin", et enregistrés sur bande magnétique, permet de faire apparaître de tels défauts. Ce traitement, mis au point au Département des Etudes et Recherches Voies (VR), fut installé à bord de la voiture Mauzin 216.

Il vint compléter les informations du graphique "Mauzin classique" en donnant une mesure pratiquement équivalente à la flèche moyenne des deux files de rails sur corde de 30 m en tracé et les défauts de nivellement également sur base de 30 m environ.

Les premiers essais de montée en vitesse effectués sur les premières zones de voie terminées de la ligne nouvelle, de part et d'autre de Montchanin, entre septembre et novembre 1980, confirmèrent l'efficacité des corrections ainsi effectuées. On disposait alors, non pas sans doute d'un moyen de prévision exacte des réactions du véhicule, mais d'une mesure sur une base adaptée aux nouvelles vitesses pratiquées et d'utilisation aisée par le personnel d'exécution, permettant de déterminer les zones de voie où des réactions importantes, dues à la géométrie, pouvaient apparaître.

Il s'agissait, ensuite, au niveau des bourreuses de développer une méthode permettant de corriger, de manière automatique, des défauts de tracé de plus grande longueur d'onde que ceux habituellement traités par ce type de machines (limités à la trentaine de mètres).

A cet effet, la Société Framafar a mis au point, en dressage, un système complémentaire électronique qui, sur une bourreuse 08-C, appartenant à la Société Drouard, permet d'allonger artificiellement la base de dressage de l'engin, en asservissant le système de dressage à la mesure délivrée par le système de contrôle de réalisation du tracé qui équipe normalement ce type de machine.

Dès les premiers essais, ce système a révélé ses qualités en permettant effectivement la correction de défauts de l'ordre de 50 m de longueur d'onde.

## Conclusions

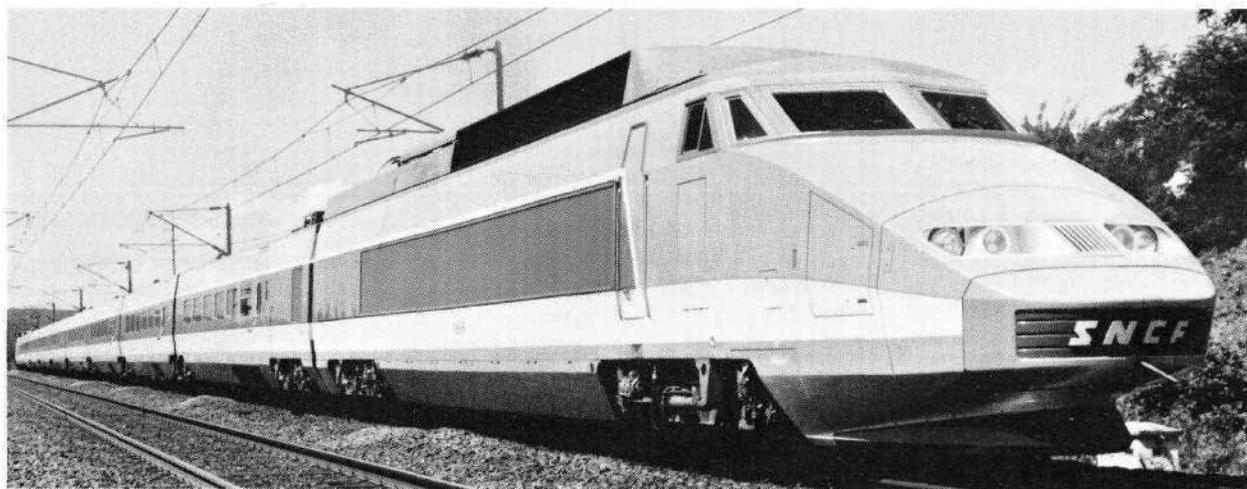
Finalement, la mise en place de la voie a été faite en conservant toutes les techniques classiques, mais en les complétant, et c'est certainement la première fois que l'on a utilisé de façon simultanée :

- une voiture de contrôle donnant les défauts sur base de 30 m,
- une bourreuse dont la fonction de lissage était allongée,
- un stabilisateur dynamique.

C'est la conjonction de ces trois éléments qui a permis d'ouvrir le premier jour chaque tronçon de ligne nouvellement terminé à la vitesse maximale prévue.



# IL FAUT ARRÊTER LE TGV..



Pour arrêter le train le plus rapide du monde, les sabots de fonte ne suffisent plus.

A très grande vitesse, la décélération est obtenue par freinage rhéostatique : une énergie électrique considérable doit être dissipée dans des résistances de freinage à hautes performances.

Seules les résistances du "Métal Déployé", fabriquées suivant un procédé exclusif, permettent d'absorber 7.800 Kw de puissance pour ralentir une rame lancée jusqu'à 380 Km/h.

Et les résistances du "Métal Déployé" n'équipent pas seulement le matériel ferroviaire, elles concernent aussi de nombreux secteurs de l'industrie.

- Contrôle des moteurs, notamment dans le domaine du levage.

#### Quelques références parmi 1.000 clients :

*Alsthom  
ACEC  
Brown-Boveri  
Électricité de France  
Traction CEM-Oerlikon  
Jeumont-Schneider  
Télemécanique  
Usinor*

- Mise à la terre des points neutres dans des réseaux de distribution d'énergie électrique.
- Bancs de charge pour groupes électrogènes et laboratoires industriels.
- Fours.

- Chauffage des gaz et airs pulsés.

Vous l'aurez compris : si nous savons arrêter le TGV, c'est parce que, en matière de technologie, rien ne nous arrête.



*Département  
Résistances Electriques  
383, Av. du Général de Gaulle  
92142 CLAMART  
Tél: 630.21.60*

# Travaux de bâtiment sur le réseau Sud-Est

par J.-P. MERLATEAU  
Architecte Principal, Département des Bâtiments  
Direction de l'Équipement SNCF

La nécessité d'adapter les bâtiments à une forme nouvelle d'exploitation a amené la S.N.C.F. à entreprendre des travaux de modification, de rénovation et de construction neuve. Ces travaux sont entrepris depuis plusieurs années. Naturellement la mise en service du TGV nécessite quelques aménagements plus spécifiques répondant à la notion de contrôle et d'embarquement en un temps réduit.

Mais, mis à part les deux gares implantées le long de la ligne nouvelle, les installations reprises ne sont pas réservées exclusivement à une catégorie de passagers privilégiés. Tous les voyageurs en bénéficient.

Nous évoquerons ici les motivations et les idées directives des principales réalisations.

## PARIS GARE DE LYON

La rénovation de la gare de Paris-Lyon est liée à la restructuration du quartier environnant. Du côté de la rue de Bercy, la création de la gare souterraine du RER a modifié les courants d'échange avec les autres modes de transport. Par ailleurs, la zone Chalon fait l'objet d'un projet de rénovation urbaine qui crée de nouveaux accès à la gare.

Les échanges avec les moyens de transport ont été facilités, les parcours réduits ou mécanisés. Ces transformations profitent à tous les voyageurs et il n'y a pas d'installation exclusivement liée au TGV.

Le principe fondamental de l'amélioration des circulations des voyageurs est celui d'un bouclage de la gare constitué par les quais transversaux, le hall de la gare souterraine, le passage transversal vers le milieu des quais et enfin le vestibule des départs et le couloir mécanisé en dessous parallèle à la rue de Chalon. Cette "rocade" donne accès à tous les modes de transport en assurant des liaisons directes (gare RER - quais grandes lignes) indépendamment des couloirs de circulation des chariots.

De plus, des quais de service pour les TGV évitent les encombrements et favorisent l'embarquement des voyageurs juste avant le départ. Le passage transversal et la grande salle d'accueil qui lui est liée constitueront la desserte principale de la gare à partir de 1983. La création d'une place urbaine importante le long de la rue de Chalon par démolition de plusieurs immeubles favorise la desserte de la gare par les voitures et les autocars.

Les rues de Chalon et de Bercy sont reliées par le passage transversal qui constitue une voie publique de liaison entre deux quartiers.

La grande salle d'accueil ouverte sur ce passage transversal est le point fort de la rénovation de la gare. Située au niveau de la rue, elle permet l'accès à tous les quais grandes lignes, et notamment ceux réservés au TGV pour lesquels elle sert de zone d'attente et d'embarquement. On y trouve les services commerciaux classiques : information, réservation de départ immédiat, billets, commerces concédés.

De hauteur sous plafond réduite, malgré ses dimensions, cette salle a été étudiée

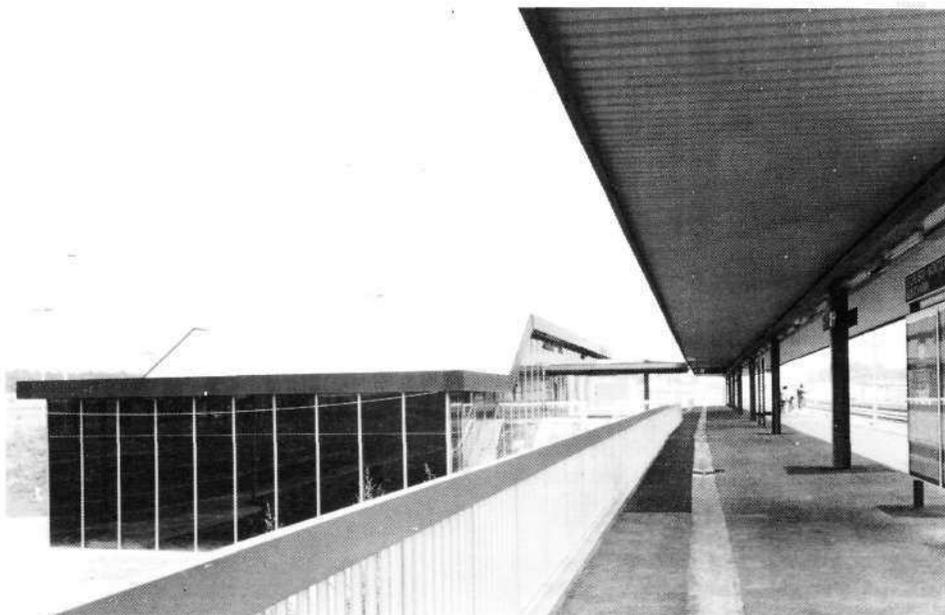
*Montchanin - Le Creusot - Monceau-les-Mines.*

dans le souci d'éviter aux voyageurs toute impression d'écrasement, de leur faciliter les déplacements vers les quais en ménageant leur confort et dissiper tout sentiment d'inquiétude par une perception optimale de la signalisation et des annonces.

## B.V. DE MONTCHANIN — LE CREUSOT — MONTCEAU-LES-MINES... ET DE MACON-LOCHE

Implantés à l'écart des agglomérations desservies par le TGV, ces bâtiments, identiques dans leur conception architecturale, sont accompagnés de vastes aires de stationnement.

Le choix de l'implantation a été dicté, en partie, par les positions relatives de la voie ferrée nouvelle et de la voirie locale, et en partie pour des raisons ferroviaires de raccordement et de signalisation.





*Macon-Loche.*

Le monumentalisme cher aux premiers bâtisseurs du chemin de fer n'a pas été retenu au profit d'une simplicité d'expression favorisant l'intégration à l'environnement. Un effort tout particulier sur l'aménagement des aires de stationnement paysagées a guidé le choix d'essences végétales pour obtenir, à terme, un effet de parc luxuriant tranchant sur la campagne environnante ou sur la zone urbanisée qui ne manquera pas de se développer à proximité.

Les locaux techniques principaux (P.R.S.) ont été dissociés des bâtiments des voyageurs, offrant ainsi une plus grande simplicité de fonctionnement des services et, pour les voyageurs, des aires de circulation et d'accueil généreuses. Le bois a été retenu comme matériau essentiel, structure et décoration, pour sa vie, sa chaleur et son aspect rassurant. Mais, à Macon-Loche, la pierre, base de toute construction locale, rappelle que le TGV traverse la Bourgogne alors que la brique a été retenue pour Montchanin-Le Creusot.

L'aménagement des quais doit être également mentionné pour l'homogénéité du mobilier urbain créé par France Rail Publicité et pour la qualité de l'aspect ordonné et fini du tout.

## LYON-PERRACHE

Le bâtiment des voyageurs de Lyon-Perrache isolé du centre de Lyon par le complexe autoroutier du cours de Verdun constituait lui-même une barrière pour le quartier de la "presqu'île" entre Rhône et Saône.

Le prolongement du mail piétonnier au-dessus des voies et dans l'axe du bâtiment permet de relier le cours Charlemagne à la

place Bellecour et au-delà. Un élargissement de ce mail au-dessus des voies et dans l'ancien vestibule permet la création d'un nouveau vestibule et de structures d'accueil pour les voyageurs embarquant dans le TGV.

Faisant largement appel au béton armé pour les structures, les architectes ont choisi des matériaux de qualité qui donnent aux volumes créés une ambiance rassurante et confortable. Le voyageur trouvera à l'étage tous les services liés au départ immédiat et, au niveau des voies, les services de préparation du voyage, d'arrivée, de bagages et de consigne.

Ainsi tout voyageur muni de son billet aura une vue plongeante sur l'ensemble de la gare avant de descendre sur le quai de départ de son train. Il pourra se munir de denrées et de lecture à ce niveau haut à moins qu'il ne soit allé faire des "emplettes" au centre commercial situé au

*Lyon-Perrache. Structure pour le départ.*



même niveau. Sur les quais il trouvera encore quelques indications complémentaires au système de signalisation qui l'aura pris en charge dès son entrée dans le bâtiment : téléaffichage et signalétique fixe.

Par contre et afin de ne point mélanger les flux, les voyageurs débarquant à Lyon seront dirigés vers les souterrains nord et sud situés vers les extrémités des quais. Ces souterrains permettent d'atteindre les sorties : la plus importante est située du côté du buffet et comporte les principaux services d'accueil, avec notamment un tableau des hôtels libres, la seconde donne accès aux locaux des bagages.

De vastes zones d'attente sont aménagées aux deux niveaux dans les vestibules. De nombreux sièges coquilles de couleurs gaies et d'un entretien facile permettent aux voyageurs d'attendre le départ ou l'arrivée d'un train en profitant de l'animation de la gare.

## GARE DE LYON-PART-DIEU

La prochaine grande gare lyonnaise, les élus l'ont voulue *trait d'union* entre Lyon et Villeurbanne. La partie principale de la

gare, vestibule, locaux commerciaux, déambulatoires, est donc aménagée sous les voies et les quais au niveau de la voirie urbaine. Une façade à chaque débouché matérialise le passage entre les villes et le domaine du chemin de fer.

Du côté de Lyon, la gare S.N.C.F. s'intègre dans un ensemble urbain édifié sur des terrains rétrocédés par la S.N.C.F. à la communauté urbaine de Courly. Cet ensemble est le pendant du centre administratif "La Part-Dieu" par rapport au Boulevard Vivier Merle et il lui est relié par des passages piétonniers dont une passerelle côté Villeurbanne, un immeuble à vocation tertiaire encadre l'entrée de la gare. Sur les terrains réservés à l'extension future des voies à quai, de nombreux parkings permettront aux voyageurs de la région d'approcher avec leurs voitures les aires de départ.

Par ailleurs, la place devant la gare étant réservée aux piétons, la dépose des taxis et la desserte rapide des voitures particulières se fera dans le sous-sol de l'immeuble en façade côté Lyon, les taxis pouvant être recyclés et attendre les voyageurs à l'arrivée à l'extrémité de la place.

Les bus ont des points d'arrêt le long du Boulevard Vivier Merle en face de la gare ou rue de la Villette du côté Villeurbanne.

Une gare routière pour les liaisons suburbaines est aménagée Boulevard Vivier Merle entre la gare et le centre commercial. Une liaison mécanisée par transport hectométrique relie également la cour piétonnière devant la gare à la station de métro implantée sous le centre commercial de La Part-Dieu.

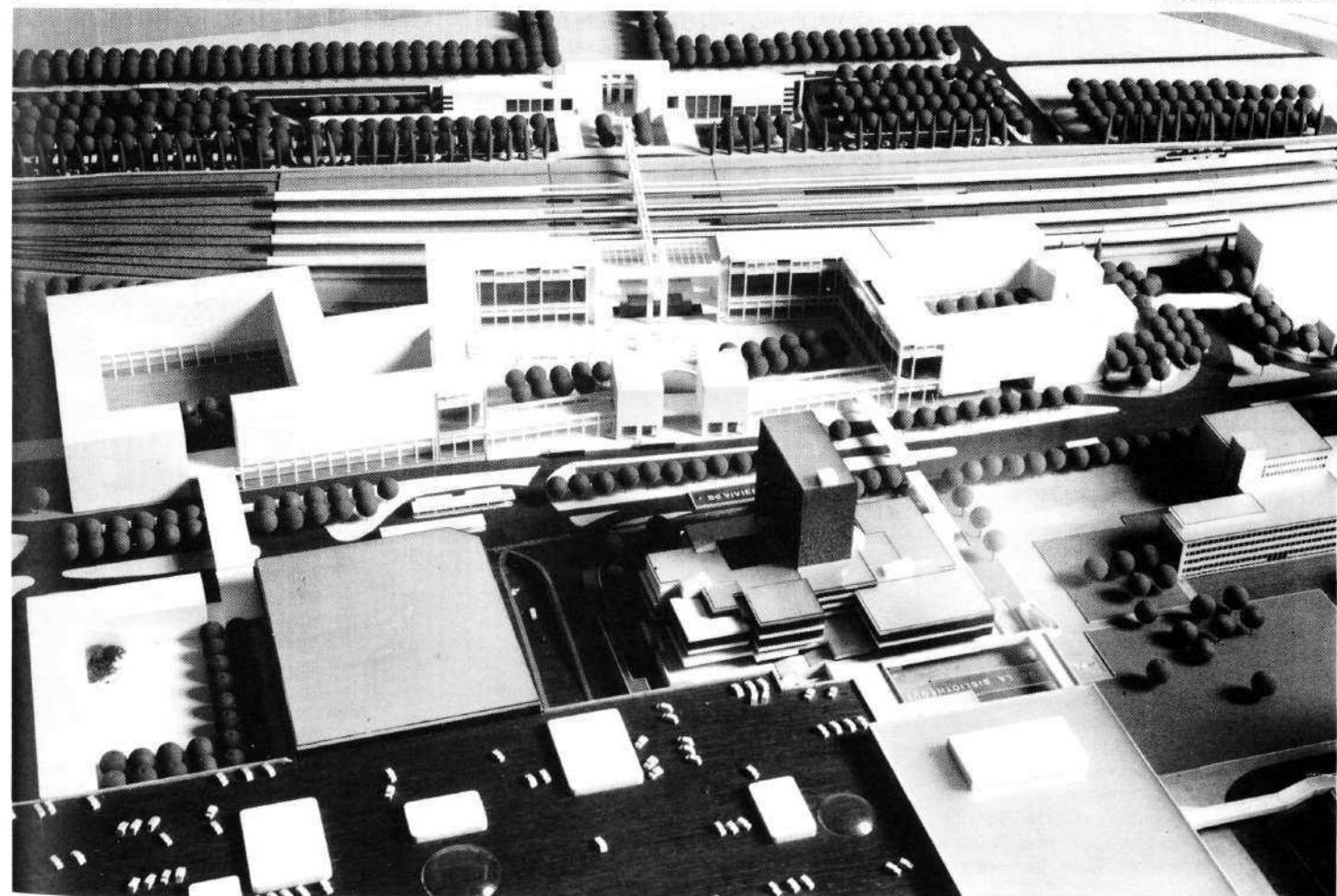
La création de la gare nouvelle de "Lyon-Part-Dieu" a nécessité la refonte de la voirie aux environs de la gare et a entraîné la création d'un passage inférieur sous le Boulevard Vivier et Merle et de deux passages routiers sous les voies venant doubler le cours Lafayette et la rue Paul Bert.

La partie principale et active de la gare voyageurs occupe le volume créé sous les voies et les quais. Les structures sont en béton armé apparent traité sous forme de béton architectonique préfabriqué par éléments. Les poteaux sont habillés de céramique pour des raisons de maintenance. Les activités commerciales sont ordonnées de la manière suivante :

- côté Nord, sont regroupés les services commerciaux liés au départ avec les guichets de vente des billets, les zones d'attente avant départ,
- côté Sud, les concessions commerciales, les consignes, le buffet,

Lyon-Part-Dieu. Vue d'ensemble

Photo Henri RUTTER



- quelques stands sont implantés au centre.

Les services commerciaux à l'avance (information, réservation) sont dans le bâtiment en façade au niveau des voies ainsi que le restaurant du buffet.

Les liaisons entre les quais et le vestibule sont assurées pour chaque quai par :

- un monte-personnes (accès des handicapés),
- deux escaliers fixes,
- un escalier mécanique,
- une rampe.

Les quais sont de deux sortes :

- des quais à bagages reliés par des rampes aux locaux "bagages",
- des quais à voyageurs abrités partiellement par des abris-parapluie :
  - ces quais au nombre de 4 desservent 7 voies à voyageurs, en attendant une extension éventuelle vers Villeurbanne.

Les quais sont encadrés par des voies de passage des convois de wagons de marchandises et notamment les voies de desserte de l'Est de l'agglomération lyonnaise.

En conclusion, la gare de Lyon — Part-Dieu se caractérise par :

- son implantation au cœur de l'agglomération lyonnaise,
- sa vocation de liaison active entre Lyon et Villeurbanne,
- une bonne intégration architecturale au quartier,
- une desserte satisfaisante et des échanges facilités entre les transports en commun,
- un aménagement de l'espace optimisant les mouvements des voyageurs sécurisés par une signalétique cohérente.

## GARE D'ANNECY

La reconstruction de la gare d'Annecy a été conditionnée par la volonté de la Ville d'assurer une correspondance entre les deux modes de transport ferré et routier d'où une conception libérant une aire d'évolution et de stationnement des cars.

Sous cette aire d'évolution est prévu un vaste parking destiné aux usagers du chemin de fer. Etant donné la situation actuelle des circulations "piétons" par passage souterrain, la caractéristique de cette gare est de garder ce niveau piétons en contrebas du niveau des chaussées et ce niveau est équipé pour la préparation au voyage (billets, information, réservation, etc.).

Le niveau supérieur accessible par escaliers fixes et mécaniques, rampes, comporte les services mis à la disposition de la clientèle : buffet, consignes, bagages, etc. Il est en communication directe avec la gare routière.



Annecy. Corps Central en cours de travaux.

Les TGV seront reçus sur le quai central et celui-ci recevra des équipements propres à ce mode de transport rapide.

L'architecture est caractérisée au niveau piétons par une structure en béton en forme d'arc rappelant les traditionnelles arcades de la Ville, en opposition avec les superstructures réalisées en acier et verre sur un volume de forme cylindrique à base elliptique, qui se reflètera dans un miroir d'eau au niveau du passage inférieur.

## GARE DE MONTPELLIER

Les nécessités urbaines qui ont amené la Municipalité à concevoir un parking et une plateforme gare routière à proximité immédiate du B.V. de Montpellier ont conduit la S.N.C.F. à réaliser dans le prolongement de la plateforme "autobus", une dalle supplémentaire sur laquelle sont aménagées des zones de distribution d'accès aux différents quais existants équipés en vue de la réception future des TGV, escaliers fixes et mécaniques - bureau information et réservation, tout en maintenant et rénovant le vestibule actuel qui s'avère trop exigu. En même temps le buffet a été pratiquement reconstruit pour s'intégrer à cet ensemble.

Des liaisons mécaniques assurent la jonction entre la plateforme existante à rez-de-chaussée et celle reconstruite au-dessus des voies.

L'ensemble a fait l'objet de très longues tractations Ville/D.D.E./Bâtiments de France et les travaux sont en voie d'achèvement.

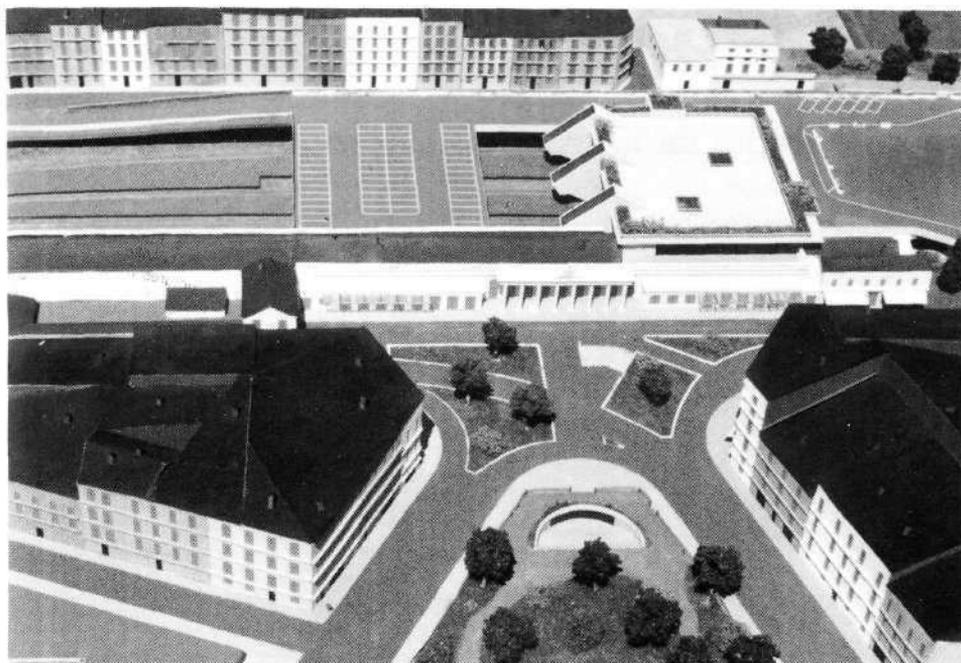
Ultérieurement la couverture quasi-totale des voies est envisagée permettant une meilleure circulation urbaine et une plus grande surface de stationnement.

## GARE D'AVIGNON

L'état des installations S.N.C.F. justifie leur amélioration. Mais une nouvelle distribution des services et des installations pour les voyageurs améliorera les échanges et les transactions indispensables à tout voyage.

La situation de la gare à proximité immédiate des remparts et dans l'axe de l'artère principale de la ville, avec le flot des circulations urbaines et les zones de stationnement des voitures au pied de ces remparts, ont amené la Ville et la S.N.C.F. à envisager un parc de stationnement au-dessus des voies en lieu et place de la halle S.N.C.F. vétuste.

Cependant, à ce jour, les coûts de réalisation ont empêché la décision d'entreprendre les travaux rendus très onéreux du fait des risques sismiques, de l'étroitesse de la plateforme S.N.C.F., des conditions de sécurité à assurer, etc.



Montpellier. Maquette.

La modernisation du B.V. consiste :

- 1°) à élargir considérablement la zone d'attente et de réception des voyageurs,
- 2°) à créer un passage souterrain facilitant l'accès au quai central qui recevra le TGV.

## GARE DE MARSEILLE-SAINT-CHARLES

Au cours des dix dernières années, la gare de Marseille-St-Charles a fait l'objet

de profonds remaniements dus à la volonté de créer un réseau urbain. Les contraintes géographiques et urbaines au droit de la gare ont conditionné son passage à très grande profondeur. De ce fait une conception de gare a été envisagée avec le maintien du niveau arrivée actuel à 48 NGF et la création d'un niveau départ à 42 NGF imbriqué dans les réalisations nécessaires à la construction du métro.

Au niveau départ est prévue une vaste zone d'accostage de voitures particulières, située sous le square Narvick, qui à la demande de la Municipalité devait être

reconstituée. Elle est suivie d'une zone de préparation au voyage avec information, réservation, distribution de billets, etc., sous la zone d'accostage sont prévus des parkings en liaison avec ceux déjà existants.

Le niveau supérieur, plateforme des trains et arrivée TGV est réservé à la sortie des voyageurs avec des services mis à la disposition de la clientèle : restauration, train+auto, relais toilettes, etc., et la sortie ville comprenant la répartition vers les autobus, métro, taxis.

La réalisation des travaux est établie pour être coordonnée à la réception du TGV.

La fonction particulière de cette gare sera d'être un terminus de TGV, car le prolongement au-delà de Marseille vers la Côte d'Azur, ne pourrait répondre aux caractéristiques de vitesse d'un TGV.

Malgré le handicap de la rupture de charge à Marseille, les voyageurs à destination de la Côte d'Azur gagneront un temps appréciable, une bonne et rapide correspondance étant assurée par la création d'un passage souterrain de correspondance au milieu des quais.

Une gare de banlieue est à l'étude. Elle sera en correspondance avec le métro.

La reconstruction d'un hôtel deux étoiles, en cours d'étude, est prévue pour remplacer un équipement hôtelier inadapté.

Marseille - St-Charles. Perspective du quai transversal.



# Ligne TGV Paris Sud-Est

## Alimentation en énergie de la traction électrique

par H. MOLINS, Chef du Département Énergie à la Dion du Matériel SNCF

### I — Options principales

La ligne nouvelle Paris-Lyon se raccorde aux deux extrémités (Combs-la-Ville côté Paris, Sathonay côté Lyon) à des voies ferrées électrifiées en courant continu à 1 500 volts. On aurait donc pu penser à électrifier de la même façon la nouvelle ligne.

Cette disposition a été écartée d'emblée, car, compte tenu des puissances nécessaires, le coût des lignes à haute tension et des sous-stations aurait été prohibitif. On se heurterait d'ailleurs à une quasi-impossibilité sur le plan technique, en raison de la valeur élevée de l'intensité à fournir, pour les installations d'alimentation de la traction et surtout pour la captation à grande vitesse par les pantographes des engins moteurs.

Le choix s'est donc porté sur l'autre système d'électrification utilisé en France, c'est-à-dire l'électrification en courant alternatif monophasé, 50 Hz, 25 kV.

### II — Solution retenue

Les performances exigées pour l'électrification de la ligne nouvelle obligent en utilisant le dispositif classique des électrifications en courant monophasé 25 kV, à ne pas dépasser un espacement de 40 km.

Une telle disposition si elle avait été généralisée, aurait nécessité la construction de dix sous-stations absorbant une puissance d'une trentaine de MVA (pour une ponction monophasée de cette importance, il est nécessaire de se raccorder au réseau 225 kV).

Cette solution aurait conduit à des investissements importants pour le raccordement au réseau 225 kV, car, dans la partie centrale de son tracé, la ligne nouvelle est assez éloignée du réseau 225 kV existant.

Pour réduire les dépenses relatives à ces raccordements, nous avons été amenés à augmenter les espacements de sous-stations dans certaines zones en utilisant la technique d'alimentation dite  $2 \times 25$  kV.

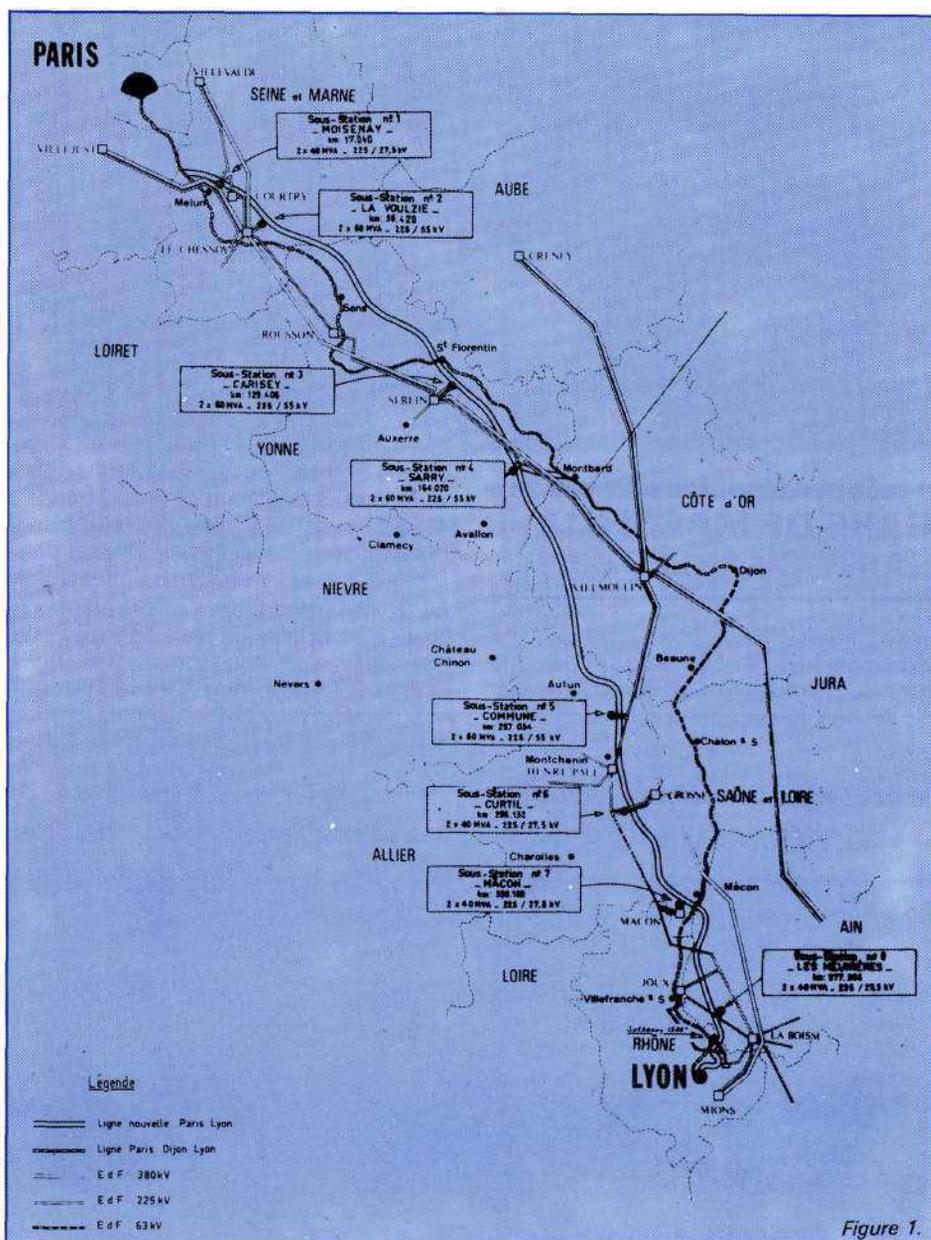


Figure 1.

### Principe de l'alimentation $2 \times 25$ kV

Dans l'alimentation en 25 kV simple, les caténaires sont alimentées par un transfor-

mateur HT/25 kV dont l'enroulement secondaire a une extrémité reliée à la caténaire, et l'autre au rail de roulement utilisé comme conducteur de retour.

L'alimentation  $2 \times 25$  kV comporte un transformateur HT/50 kV, dont les deux extrémités de l'enroulement secondaire

sont reliées d'une part à la caténaire, d'autre part à un feeder implanté sur les supports des caténaires, le point milieu étant raccordé au rail de roulement. Tous les 15 km environ, des autotransformateurs 50/25 kV comportant un enroulement connecté entre caténaire et feeder avec un point milieu relié au rail, assurent une injection de puissance dans la caténaire. Le transport d'énergie sur le réseau de traction se fait ainsi à la tension de 50 kV, ce qui permet d'augmenter l'espacement des sous-stations ; la caténaire et le feeder sont en opposition de phase et à un potentiel de 25 kV par rapport au rail, ce qui permet d'utiliser les mêmes engins moteurs que dans le dispositif classique. A performances et chutes de tension égales on peut ainsi multiplier par environ 2,5 l'intervalle entre les sous-stations.

En outre, l'adoption du système  $2 \times 25$  kV, grâce à sa symétrie, apporte une réduction des influences sur les installations de télécommunication établies sur les voies ferrées et rend plus facile leur protection.

## Répartition des sous-stations

Le choix entre les systèmes 25 kV simple et  $2 \times 25$  kV a été fait pour les diverses sections de la Ligne Nouvelle, avec le seul objectif de réduire au minimum les dépenses d'investissement globales.

Nous avons été ainsi conduit à une solution mixte, en alimentant en  $2 \times 25$  kV deux zones éloignées du réseau à 225 kV, le reste de la ligne étant alimenté en 25 kV simple.

On a ainsi abouti à une solution à huit sous-stations, dont la figure 1 donne schématiquement la répartition.

Les intervalles alimentés en  $2 \times 25$  kV, compris entre les sous-stations 2 et 3 d'une part, 4 et 5 d'autre part, ont une longueur d'environ 90 km. Dans les autres zones, alimentées en 25 kV simple, les intervalles entre sous-stations ont une longueur de 35 à 40 km.

Il a ainsi été possible d'alimenter la traction électrique sur la ligne nouvelle, longue de près de 400 km, en ne construisant que 27 km de lignes 225 kV.

## III — Contraintes relatives au réseau haute tension

L'alimentation d'une charge monophasée à partir du réseau général triphasé entraîne dans ce dernier un déséquilibre. En un point du réseau suffisamment éloigné des grosses machines tournantes des centrales, ce déséquilibre peut être approximati-

vement caractérisé par le rapport  $S_m$ , dans  $S_{cc}$

lequel  $S_m$  est la puissance de la charge monophasée et  $S_{cc}$  la puissance de court-circuit triphasée du réseau au point de raccordement de cette charge.

Si le déséquilibre dépasse une certaine limite, il peut se produire des échauffements anormaux des machines tournantes raccordées au réseau. Compte tenu des normes constructives relatives à ces machines, Électricité de France a été amené à fixer entre 1,5 et 2 %, suivant la durée, la valeur maximale du facteur de déséquilibre, ou plus exactement, de la racine carrée de sa moyenne quadratique.

A partir des résultats d'une simulation sur ordinateur du trafic de pointe TGV, effectuée par la SNCF, EDF a étudié les dispositions à prendre pour que ces limites ne soient pas dépassées. Cette étude a abouti aux conclusions suivantes :

— pour obtenir la puissance de court-circuit nécessaire, toutes les sous-stations doivent être raccordées au réseau 225 kV ;

— il est indispensable de permuter circulairement les sous-stations entre les trois paires de phases du réseau pour atténuer le déséquilibre ;

— la structure du réseau prévue à la mise en service de la ligne nouvelle compte tenu de la création déjà décidée des postes 400/225 kV de Serein (près d'Auxerre) et de Crosne (près de Chalon-sur-Saône) permet de respecter les conditions imposées, sous réserve de renforcer la puissance des deux autotransformateurs qui étaient prévus à Serein (600 MVA au lieu de 300) et de créer au poste 225 kV de Mâcon un deuxième jeu de barres ;

— en situation exceptionnelle, susceptible de se produire principalement pendant les arrêts d'ouvrages de plein été, la puissance de court-circuit peut devenir insuffisante.

La probabilité de telles situations est assez faible, mais il n'était pas possible d'envisager une limitation de trafic TGV pour des périodes pouvant atteindre une durée de quelques semaines. De plus il était désirable d'éviter de procéder à de coûteux renforcements du réseau 225 kV pour couvrir de telles situations.

Il a été établi que la ponction monophasée restait tolérable à condition que trois sous-stations soient capables, sur demande du dispatching d'EDF, d'être commutées pour adopter la marche dite en V. Cela consiste à alimenter, par exemple, le secteur Ouest de la sous-station par un transformateur branché entre les phases 1 et 3, l'autre transformateur alimentant le secteur Est entre les phases 2 et 3. En période chargée, donc au moment où la puissance appelée correspond à la plus grande perturbation, les charges sur les deux secteurs sont voisines, et les calculs ont montré que la marche en V atténuée suffisamment le facteur

de déséquilibre pour que celui-ci demeure inférieur aux limites fixées, même pendant les situations exceptionnelles du réseau haute tension.

## IV — Conception et réalisation des sous-stations

### a) Dispositions générales

L'alimentation de la ligne nouvelle constitue une électrification à sous-stations concentrées, aucune d'entre elles ne pouvant être effacée sans entraîner des restrictions inacceptables pour le trafic. On a ainsi été conduit à réaliser des sous-stations présentant le maximum de garantie ; à cet effet, elles sont constituées de deux ensembles comportant chacun une arrivée de ligne à haute tension et un transformateur capable d'assurer à lui seul l'alimentation de la traction. Les deux transformateurs ne fonctionnent pas en parallèle sur le même secteur, afin de ne pas atteindre des puissances de court-circuit excessives en 25 kV. Ce n'est qu'en cas de marche en V que les deux transformateurs sont utilisés simultanément. Il a été admis que l'indisponibilité d'une cellule de transformation survenant en même temps qu'une situation exceptionnelle du réseau primaire nécessitant la marche en V correspondait à une probabilité pouvant être négligée, d'autant plus qu'une coordination sera établie entre EDF et la SNCF pour planifier les travaux d'entretien en vue de réduire encore un tel risque.

La figure 2 représente le schéma d'une sous-station  $2 \times 25$  kV équipée pour la marche en V ; la figure 3 en donne une vue générale.

### b) Arrivées 225 kV

Les deux arrivées à 225 kV sont constituées soit par deux lignes biphasées issues d'un poste EDF, soit par l'entrée en coupure d'une ligne triphasée 225 kV. Dans ce cas, par mesure d'économie, il n'est installé sur le passage en coupure qu'un seul disjoncteur, appelé "disjoncteur de couplage" sur lequel agissent indépendamment les protections de ligne de chacun des deux tronçons.

### c) Transformateur 225/25 kV

Chaque cellule de transformation 225/25 kV ou 225/50 kV comporte un transformateur à réglage en charge, à refroidissement naturel dans l'huile. Les transformateurs 225/25 kV, alimentant de part et d'autre un secteur monophasé simple, ont une puissance de 40 MVA. Les transformateurs 225/50 kV, alimentant d'un côté un secteur 25 kV simple, de l'autre un secteur  $2 \times 25$  kV ont une

puissance de 60 MVA. Dans les deux cas, la réactance est telle que le courant de court-circuit est limité à 12 000 A.

La protection est assurée, côté haute tension, par un disjoncteur 225 kV bipolaire et côté 25 kV par les disjoncteurs de départ.

Le raccordement aux barres 225 kV est effectué :

- par des sectionneurs à deux pôles dans le cas général,
- dans les sous-stations susceptibles de fonctionner en V, par trois sectionneurs unipolaires avec verrouillage électrique interdisant la fermeture en court-circuit de deux appareils.

Le raccordement sur les barres 25 kV est effectué par l'intermédiaire d'une sectionneur muni d'un dispositif à rupture brusque capable de couper le courant à vide du transformateur, soit 25 A à  $\cos \gamma = 0,2$  sous 27,5 kV.

## V – Alimentation des caténaires en 2 × 25 kV

### Principes

La figure 4 donne le schéma simplifié de l'alimentation des caténaires dans une zone à 2 × 25 kV.

Au milieu de l'intervalle entre deux sous-stations, nous trouvons le poste de sectionnement et de mise en parallèle (SP). Au droit de ce poste la caténaire est coupée par une section de séparation, car les secteurs de part et d'autre ne sont pas en phase.

Entre les sous-stations et le poste SP, les caténaires des voies 1 et 2 sont mises en parallèle au moyen de deux postes de sous-sectionnement et de mise en parallèle *Vue générale d'une sous-station.*

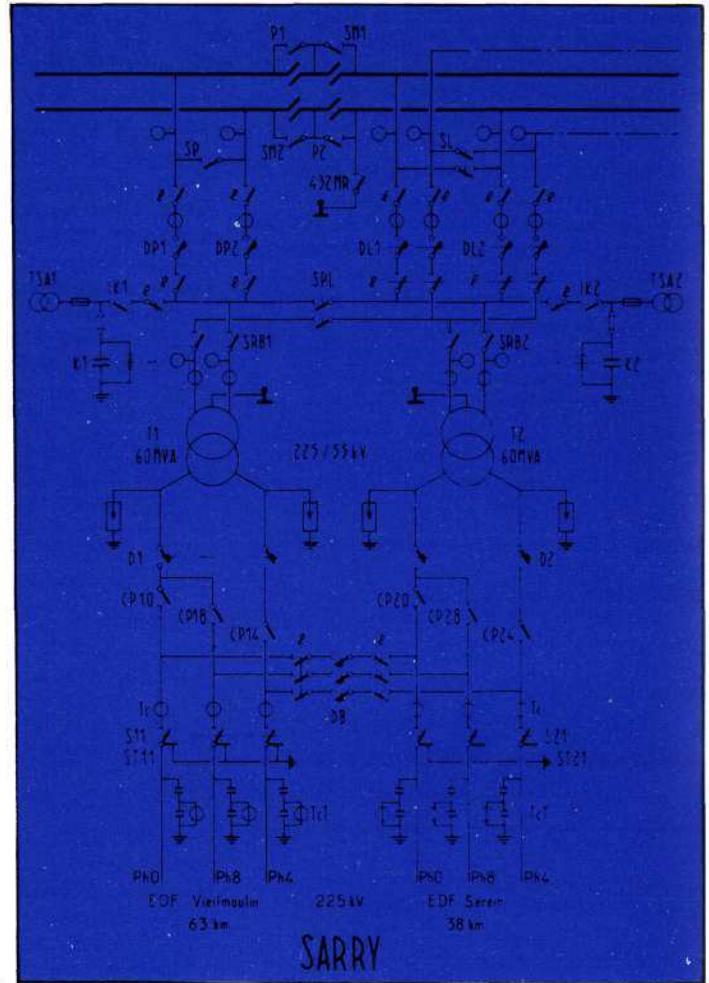


Figure 2.

(SSP). (Un seul étant présenté sur la figure).

Chaque poste SP ou SSP est équipé de deux autotransformateurs 50/25 kV de 10 MVA connectés entre feeder et caténaire. Un seul d'entre eux peut alimenter l'ensemble des deux voies. Ces appareils se caractérisent par une faible tension de court-circuit, limitée à 1,2 % afin de réduire les chutes de tension en ligne. La figure 6 représente un poste SP 2 × 25 kV.

— **Protections des départs 25 kV**  
Dans les électrifications en courant mono-



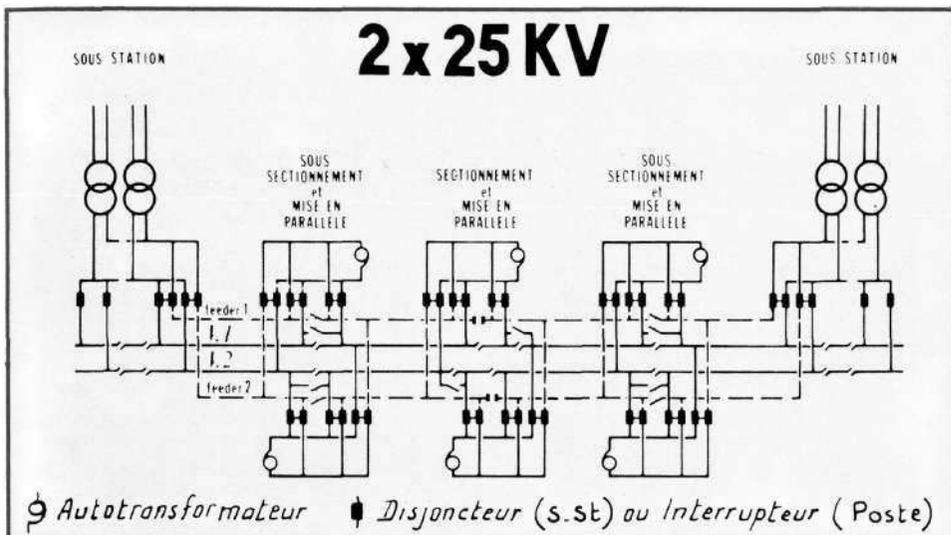


Figure 4.

phasé 25 kV, la protection des caténaires est assurée au départ des sous-stations par un seul disjoncteur commun aux deux voies. Pour la ligne nouvelle, en vue d'améliorer les conditions d'exploitation, il a été décidé d'installer un disjoncteur pour chaque voie. Cette disposition qui permet une réalimentation plus rapide des équipements en cas de défaut, a posé quelques problèmes sur le plan de la protection des départs 25 kV.

Celle-ci est assurée par des relais d'impédance, réalisés à partir d'équipements statiques. Les critères permettant de distinguer un courant de défaut d'un courant de service sont :

- le déphasage du courant par rapport à la tension, qui en cas de court-circuit, est d'environ 70°,
- un seuil minimum d'intensité, car aux démarrages à faible puissance, un déphasage de cet ordre de grandeur peut se produire.

En raison de la présence de deux disjoncteurs, le courant de défaut se répartit entre les relais des deux voies, ce qui a pour effet de réduire l'étendue de la zone dans laquelle la protection est assurée. Cela nous a conduit à installer un troisième relais sollicité par la somme des courants à deux voies et qui agit sur les deux disjoncteurs.

Dans les zones alimentées en 2 x 25 kV, un seul relais est installé sur l'ensemble de la caténaire et du feeder d'une voie, avec un relais commun pour l'ensemble des deux voies. On se trouve ainsi ramené au cas de 25 kV simple, sous la seule réserve d'adapter le réglage des relais.

#### — Choix du matériel 25 kV

Les disjoncteurs 25 kV utilisés précédemment étaient des pôles de disjoncteurs 63 kV à faible volume d'huile dont les caractéristiques, déjà à peine suffisantes pour les départs 25 kV de la banlieue parisienne, ne pouvaient convenir pour la ligne nouvelle.

Les interrupteurs aériens 25 kV utilisés

jusqu'à présent avaient également une intensité nominale trop faible.

En vue de limiter les opérations d'entretien, nous avons été amené à opter, pour les disjoncteurs et les interrupteurs, pour du matériel à coupure dans l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

Les disjoncteurs sont en nombre trop faible pour justifier une fabrication entièrement nouvelle. L'appareil retenu (figure 7) utilise une chambre de coupure prévue pour une tension bien plus élevée, mais montée dans des porcelaines adaptées à la tension d'utilisation. L'appareil a une intensité nominale de 1250 A et un pouvoir de coupure de 15 000 A.

Les interrupteurs aériens sont de deux

Poste SP 2 x 25 kV.



types différents (figure 8 et 9). Leurs caractéristiques sont les suivantes :

- intensité nominale : 800 A
- pouvoir de coupure : 1 600 A sous  $\cos \phi = 0,1$
- pouvoir de fermeture : 30 kA crête.

Les bonnes performances de la coupure dans l'hexafluorure de soufre ont permis d'adopter une très faible surpression dans les pôles des interrupteurs, (pression intérieure égale à 1,5 bar à la température normale de l'ordre de 1 bar à - 25° C), ce qui supprime pratiquement tout risque de fuite de SF<sub>6</sub> et a conduit à éliminer tout accessoire de contrôle de pression.

La mise au point de ces interrupteurs, dont les parties constitutives dérivent de techniques éprouvées sur du matériel de distribution, a fait l'objet de longs essais tant en ce qui concerne les performances que l'endurance et la fiabilité.

## VI — Conclusion

Ainsi qu'il a été dit plus haut les installations d'alimentation en énergie de la ligne nouvelle ont été conçues en vue de limiter le plus possible les dépenses d'investissement. Mais ce souci d'économies n'a pas fait oublier pour autant la nécessité de garantir au mieux la sécurité de l'alimentation.

Les solutions simples qui ont été retenues font appel à des techniques éprouvées ; par là-même, elles doivent satisfaire au double objectif exprimé ci-dessus, tout en permettant d'espérer ultérieurement des opérations de maintenance très réduites.

# Les Laboratoires des Ponts et Chaussées et les études géotechniques du T.G.V.

par J. BAYON, I.C.P.C., Adjoint au Directeur de la Ligne Nouvelle Paris Sud-Est  
et  
Ch. PAREY, I.C.P.C., Directeur des Études et Programmes au Laboratoire Central des P.C.

Les Laboratoires des Ponts et Chaussées ont été associés, par la S.N.C.F., aux études géotechniques du tracé du T.G.V. depuis 1968 et ont participé aux diverses phases d'étude :

- durant l'année 1969, pour l'étude préliminaire ;
- entre 1973 et 1975, pour l'étude d'avant-projet ;
- entre 1974 et 1977, pour les études spécifiques du projet.

Ce tracé de 400 km se déroule dans des terrains très variés et représente environ 40 millions de m<sup>3</sup> de déblais et décapages et 10 millions de m<sup>3</sup> d'emprunts.

Les Laboratoires bénéficiaient de l'expérience acquise lors de l'exécution des importants travaux routiers de la région, notamment au moment de la construction de l'autoroute du Soleil (A 6) entre 1960 et 1967.

Les problèmes géotechniques posés par l'étude d'un tracé ferroviaire sont de même nature que ceux d'un tracé routier ou autoroutier. En particulier, l'organisation des études, leur articulation avec les phases d'instruction du projet, la nature des moyens à mettre en œuvre sont très voisins.

Néanmoins, des adaptations sont nécessaires, compte tenu des différences de contraintes géométriques et d'attention portée à certains paramètres jouant davantage sur le confort du trafic ferroviaire à grande vitesse et les problèmes d'entretien de voie, que dans le cas d'une route ou d'une autoroute.

En ce qui concerne la géométrie du projet, les rayons de courbure en plan sont en général de 4000 m (avec minimum de 3200 m) et, sur un profil en long de pente maximum de 35 ‰, ces rayons sont de 16000 m. Ces valeurs sont nettement plus élevées que dans le cas de tracés routiers. Il en résulte

que des contraintes géométriques l'emportent très généralement sur les contraintes géologiques ou géotechniques et que tout déplacement de tracé se répercute sur de très grandes distances. Les différences de largeur de plate-forme (13 m pour le TGV - 30 à 40 m pour une autoroute) modifient également l'intérêt de certaines solutions (voies décalées, réemploi en remblai de matériaux de qualité moyenne etc...).

Par ailleurs, une plate-forme ferroviaire est beaucoup moins tolérante vis-à-vis de tassements résiduels qu'une plate-forme routière, si l'on veut éviter des entretiens fréquents et coûteux au niveau de la voie. Le choix des matériaux de remblai et le mode de traitement du terrain naturel sont donc généralement plus sévères. On peut par exemple être amené, dans le cas de sols compressibles, à réaliser des purges totales alors qu'une solution de chargement progressif, moins coûteuse aurait été prise en compte dans une réalisation routière.

Comme il a été déjà indiqué, les interventions des L.P.C. se sont déroulées en plusieurs phases :

## — Étude préliminaire (1/25 000)

Cette étude s'est déroulée en 1969. Il s'agit à ce stade de déterminer le tracé. A partir d'une première définition d'un axe, on a procédé à un examen des formations géologiques par une lecture de la carte géologique, complétée par des levés de terrains.

La connaissance régionale du comportement géotechnique des diverses formations, permet de porter une première appréciation des difficultés, de discuter des possibilités de passage en certains points et d'évaluer les variantes de tracé.

C'est à ce stade que l'apport des géologues peut se révéler le plus profitable, et la con-

certation entre la SNCF et les spécialistes des LPC a été particulièrement poussée : des variantes de quelques centaines de mètres jusqu'à 60 km ont été examinées et discutées. Dès ce stade, il a été nécessaire d'examiner de façon plus approfondie, certains points difficiles : par exemple au niveau du Col du Bois Clair, une reconnaissance particulière a été réalisée pour permettre de prendre une option entre une variante par Salornay et le passage par Cluny.

Ce stade d'étude a donc permis pratiquement de fixer le tracé.

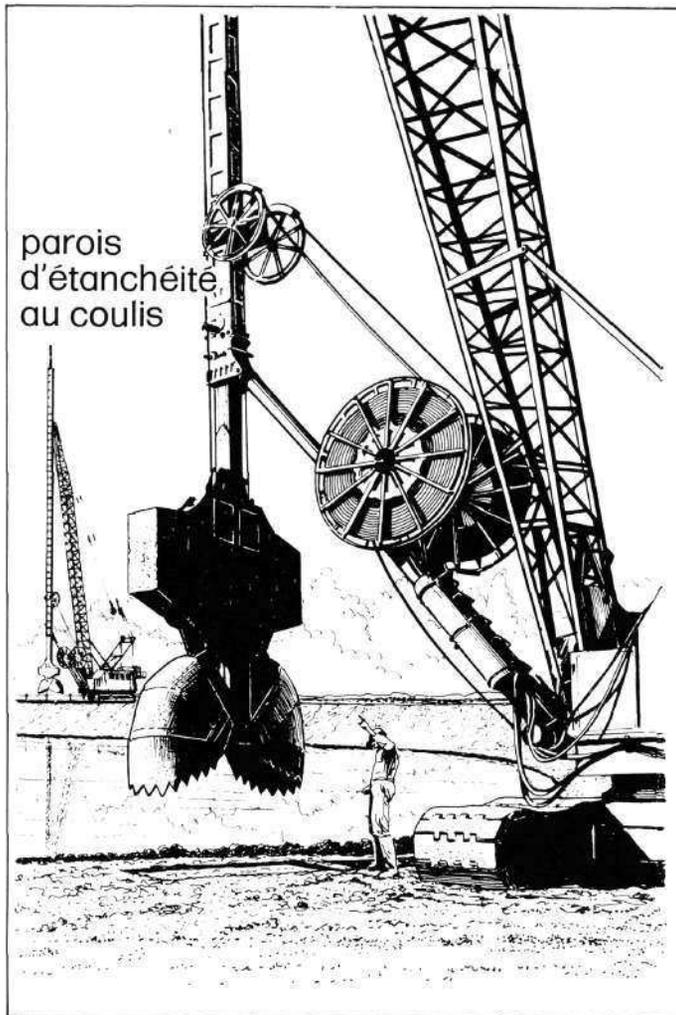
## — Avant-projet (étude au 1/5000)

Une fois la décision prise par la SNCF de réaliser les études d'avant-projet, et d'en confier la partie géotechnique aux LPC, il a fallu mettre en place une organisation particulière, compte tenu de la longueur du tracé, des délais relativement réduits pour l'exécution de l'étude, et de la nécessité d'aboutir à une symbiose entre les équipes de la SNCF et celles des LPC.

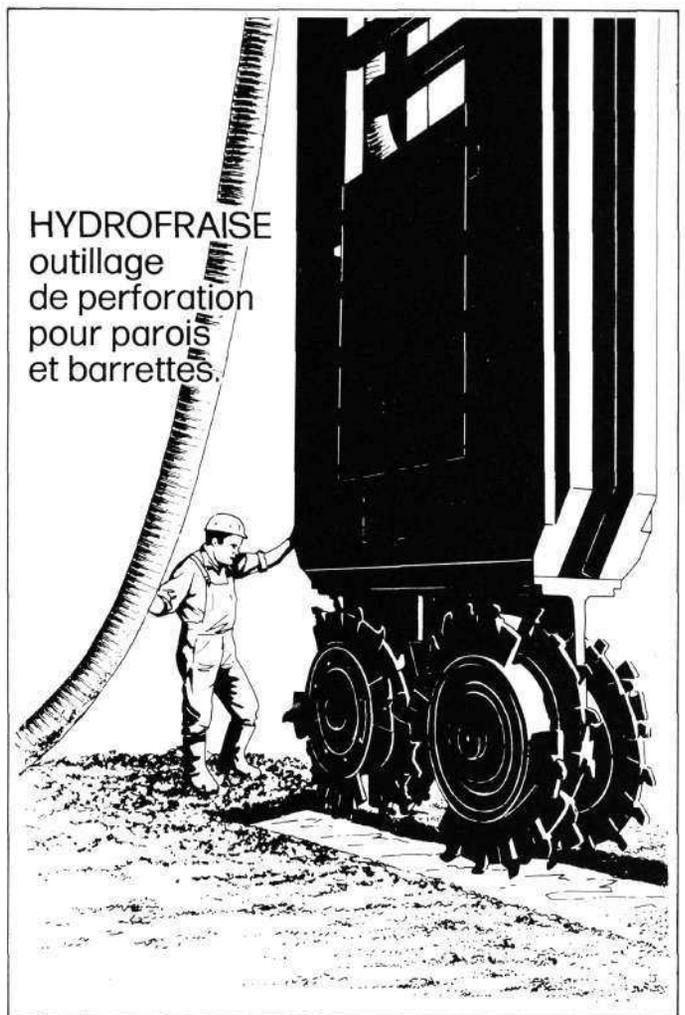
Du côté de la SNCF, la Direction de la Ligne Nouvelle Paris Sud-Est, et le département Lignes Nouvelles (V.N.) avaient mis en place très tôt des moyens d'études importants. En particulier, les G.E.T. (1) de Mâcon, Sens et Avallon étaient en place dès le début du lancement des études. De même, des géologues chargés d'assurer la liaison entre le Département des Lignes Nouvelles et les LPC chargés de l'étude géotechnique avaient été recrutés par la SNCF.

Pour les Laboratoires des Ponts et Chaussées, l'organisation mise en place a été la suivante :

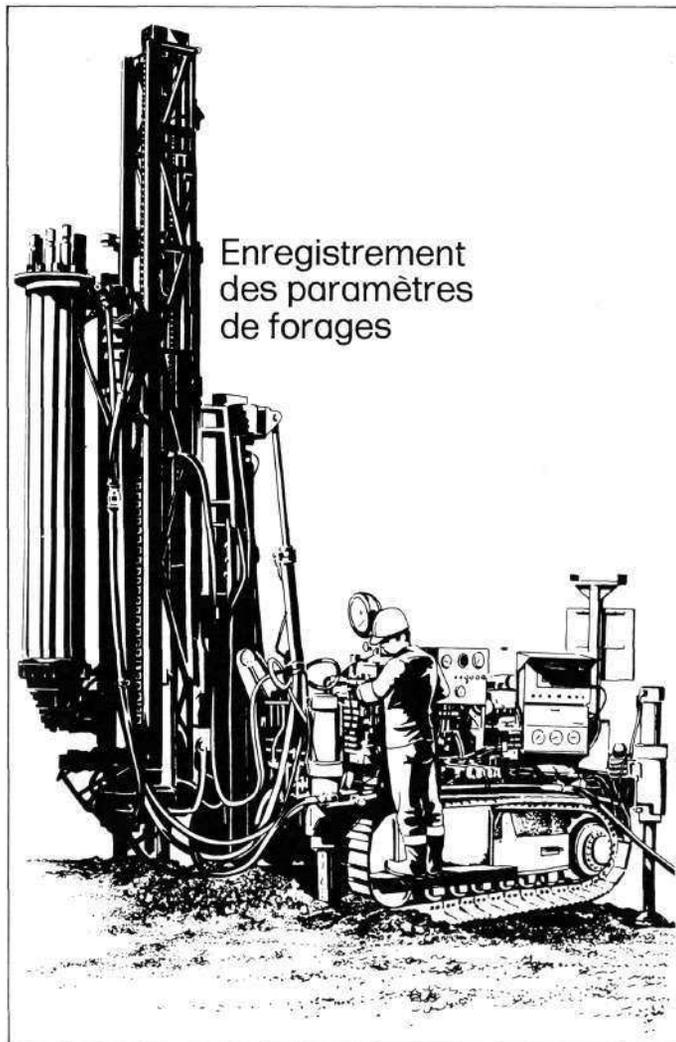
• Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées a pris en charge l'organisation



parois  
d'étanchéité  
au coulis



HYDROFRAISE  
outillage  
de perforation  
pour parois  
et barrettes.



Enregistrement  
des paramètres  
de forages

- Etudes des sols
- Sondages et Forages
- Injections des terrains
- Pieux - Barrettes - Appuis
- Parois moulées
- Parois préfabriquées "PANOSOL"
- Ancrages et tirants
- Rabattements de nappes



Ce sont des techniques \*  
SOLETANCHE

\* procédés brevetés.

**SOLETANCHE**

6, rue de Watford - B.P. 511-92005 NANTERRE Cedex (France)

Tél. Paris (1) 776.42.62. Télex 611722 SOLET F

CANAL Publicité

et la gestion des études : il était signataire des conventions passées avec la SNCF. La gestion administrative était assurée par la Direction des Programmes et Applications du LCPC. Un coordinateur de l'ensemble de l'opération (M. Laviron, chargé de mission auprès du Directeur du L.R. d'Autun) a été désigné. Un support technique était assuré par le Département de Géotechnique (notamment par M. Rat, ICPC, professeur de géologie à l'ENPC) et par le Département des Sols et Fondations.

- Le tracé était découpé en une quarantaine de sections. L'étude de chacune des sections était placée sous la responsabilité d'un L.R., mais le cas échéant, des équipes de plusieurs L.R. intervenaient sur une section. On a ainsi été amené à faire travailler simultanément sur le tracé, les équipes de dix Laboratoires Régionaux. Les trois Laboratoires proches du tracé (Autun, Lyon et Est Parisien) ont bien entendu été mis particulièrement à contribution, mais par exemple, certains essais de mécanique des sols ont été réalisés à Bordeaux ou Toulouse.

Une telle mobilisation du réseau des LPC et le respect de délais courts mais toujours impératifs, a nécessité une organisation poussée. Les plannings d'intervention (devant d'ailleurs être synchronisés avec des interventions SNCF : autorisations d'accès, piquetages, layonnages) étaient suivis au jour le jour.

De même, on a été amené à mettre en place des présentations standard de résultats pour que l'ensemble de l'étude soit homogène, bien que le nombre d'intervenants soit très important. Cela permettait en outre, de procéder à des lectures successives des documents et à une vérification de la qualité et de l'homogénéité des études.

Malgré des conditions climatiques parfois difficiles, les délais fixés ont été tenus d'une façon remarquable et il y a lieu de souligner ici, à la fois l'enthousiasme des équipes participant à ce projet spectaculaire, l'efficacité de la structure mise en place par la SNCF (notamment sur le terrain), ainsi que celle de la coordination des équipes des LPC assurée par M. Laviron.

Par ailleurs, le chemin de la rue des Poissonniers (Siège du Département Lignes Nouvelles de la SNCF) devenait vite familier aux intervenants des LPC. Des réunions mensuelles toujours denses et souvent animées, permettaient de faire le point section par section, de l'état d'avancement des études, des difficultés rencontrées et des conclusions tirées. Il était ainsi possible d'avoir des contacts directs et fréquents avec les projecteurs et les maîtres d'œuvre, et de réaliser dans les meilleurs délais les ajustements et compléments nécessaires.

Au plan technique, l'étude au 1/5000 a été réalisée sur un tracé pratiquement fixé, et avait pour but de préciser la coupe géotechnique des terrains, d'apprécier les conditions d'exécution des travaux, de fixer les emprises, d'apporter les éléments permettant de calculer les coûts et d'identifier les points nécessitant des études complémentaires. Les moyens mis en œuvre sont classiques :

- levés géologiques détaillés,

- mise en œuvre de méthodes géophysiques,
  - électriques, soit par trames de résistivité, soit par sondages électriques,
  - sismique, surtout dans les terrains rocheux pour en apprécier la structure et les modalités d'extraction.
- sondages à la tarière Highway, à raison de 3 à 5 par km de tracé,
- sondages destructifs (wagon-drill ou VPRH) accompagnés souvent de diagraphie,
- sondages carottés (environ 8 à 10 m par km de tracé en moyenne).

A noter qu'environ les deux tiers des sondages carottés furent sous-traités à des Entreprises privées ; les marchés de sondages étant gérés directement par la SNCF, le contrôle technique étant assuré par les Laboratoires :

- essais d'identification de sols (3 à 5 par km),
- essais de mécanique des sols.

Il y a lieu de préciser que les quantités évoquées ci-dessus ne pourraient être extrapolées à d'autres tracés ; elles ont été fixées en fonction des difficultés et de la connaissance préalable que l'on pouvait avoir des terrains.

### Études spécifiques

Après l'étude de l'avant-projet, certains points nécessitaient des études spécifiques pour définir les moyens exacts à mettre en œuvre lors de la réalisation.

La consistance et l'importance de ces études spécifiques ont été déterminées par la SNCF, après une concertation très approfondie avec les Laboratoires. L'exécution des programmes était également suivie de très près par la même structure que celle mise en plan pour l'avant-projet ; les conclusions partielles étant rapidement tirées et les études étant éventuellement réorientées en temps utile.

Ces études spécifiques portaient sur divers problèmes :

- fondations d'ouvrages d'art,
- complément sur les terrassements et les possibilités de réutilisation des déblais (notamment dans le cas des déblais rocheux),
- problèmes de sols compressibles et de stabilité de remblais,
- stabilité des talus,
- recherches de matériaux et d'emprunts pour remblais et sous-couches.

A titre indicatif, certains points ont conduit à des études assez complexes. On peut citer en particulier, le passage du col du Bois-Clair, qui constitue l'un des points spectaculaires de la ligne nouvelle avec un déblai de 37 m, permettant le passage du TGV et de la Route Express qui lui est jumelée à cet endroit.

La géologie très complexe de ce passage (argiles et grès du trias surmontant un socle cristallin, l'ensemble comprenant de nombreuses failles, constituant de nombreux "compartiments" décalés les uns par rapport aux autres) et les problèmes hydrogéologiques en découlant, ont conduit :

- à une étude géologique et géophysique très détaillée, mettant en œuvre de nombreux sondages et toute la gamme existante

des moyens géophysiques permettant de donner un schéma structural détaillé des "compartiments" ;

- à une étude hydrogéologique permettant de définir avec précision le niveau des diverses nappes et leur mode d'alimentation. De nombreux piézomètres et même des puits de reconnaissance profonds ont été nécessaires ;

- à exécuter des calculs de stabilité "compartiment par compartiment".

L'examen des solutions possibles a été poussé jusqu'à un niveau de détail peu habituel. Le projet initial (parois bétonnées) avec reprise d'efforts extrêmement importants a ainsi été abandonné au profit d'un déblai important, muni de dispositifs adéquats de drainage et de protection de talus, rendu possible par les prévisions de comportement des terrains dues au niveau détaillé de l'étude.

Des économies importantes ont ainsi pu être réalisées.

### Surveillance des travaux de terrassements

La SNCF a fait un grand usage des principes contenus dans la Recommandation pour les Terrassements Routiers (RTR) et notamment de la méthode dite du Q/S, pour le compactage des remblais.

Les Laboratoires des Ponts et Chaussées ont apporté leur concours à la surveillance des terrassements, en mettant à disposition de la SNCF des Techniciens Supérieurs spécialisés (1 par lot de terrassement ou 1 pour 2 lots) chargés de vérifier la bonne application de la méthode par les Entreprises, et de conseiller la SNCF sur les décisions à prendre en cours de travaux.

Les chantiers du TGV ont probablement été parmi ceux où, jusqu'à présent cette méthode du "Q/S" a été appliquée avec le plus de persistance et de sécurité. Les résultats de compactage des remblais ont été excellents.

Par ailleurs, un certain nombre de grands remblais ont été surveillés (tassomètres LPC notamment) pour suivre le comportement des ouvrages, non seulement pendant les phases de construction, mais aussi pendant quelques années de service.

La coopération entre les services de la SNCF et les Laboratoires des Ponts et Chaussées a certainement été bénéfique pour les deux organismes :

- un certain transfert de la technologie acquise lors des grands chantiers routiers a pu être réalisé au fur et à mesure de l'élaboration du projet, et au cours des travaux ; en particulier la connaissance régionale du comportement de terrains a pu être mise à la disposition de la SNCF ;

- l'organisation des études d'un grand tracé non routier par un service différent des services routiers classiques a permis aux Laboratoires d'élargir leurs bases de réflexions et d'en tirer des éléments de portée générale. Ainsi, la révision des "Recommandations pour la reconnaissance des tracés", en cours d'impression a-t-elle tiré un grand bénéfice dans l'organisation mise en place pour le TGV, quant à la planification et à la mise en forme des études géotechniques.

# BATIMENT GRANDS EQUIPEMENTS GRANDS TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES

Chacune de nos réalisations est le résultat d'un challenge qui vise à satisfaire en premier lieu nos maîtres d'ouvrages et nos maîtres-d'œuvres, tendus, comme nous, vers l'innovation, la qualité et le modernisme des équipements de la France.



*A Commelles, dans un site classé de la forêt de Senlis, construction du premier viaduc ferroviaire (ligne Paris-Lille) à 4 voies, en béton précontraint.*

*Largeur des tabliers : 20 mètres, longueur : 400 mètres.  
Maître d'ouvrage et maître d'œuvre : S.N.C.F.  
Architecte de conception : M. Doucier.*

**BOUYGUES**

S.A. au capital de 200 000 000 de francs  
381, avenue du Général-de-Gaulle - 92142 Clamart - Tél. : 630.23.11 - Telex 250 637 F

# réalisations dans les D.D.E.

*Direction Départementale de l'Équipement du Loiret*

## DÉVIATION DU CD 940 A GIEN

*par G. TESSIER, Directeur Départemental de l'Équipement*

*et*

*F. BOUCHARD, Ingénieur des Ponts et Chaussées,  
Chef de l'Arrondissement Opérationnel*

### Présentation générale

Le CD 940 dans le département du Loiret, ex RN 140, constitue un des itinéraires allant de Paris vers le Sud de la France ; il est raccordé à la RN 7 au Sud de Montargis, se dirige vers Vierzon et traverse donc la Loire à Gien. Jusqu'en 1980, l'ensemble de la circulation traversait l'agglomération et empruntait l'unique Pont sur la Loire ; Pont de conception très ancienne. Certes ce Pont constitue un ouvrage de grande valeur historique et offre à l'usager un panorama de 1<sup>er</sup> ordre sur la superbe cité de Gien mais était devenu, avec ses 2 voies de circulation, largement sous-dimensionné pour le trafic de près de 14.000 véhicules qui l'empruntaient chaque jour. Le point noir de Gien était donc devenu célèbre.

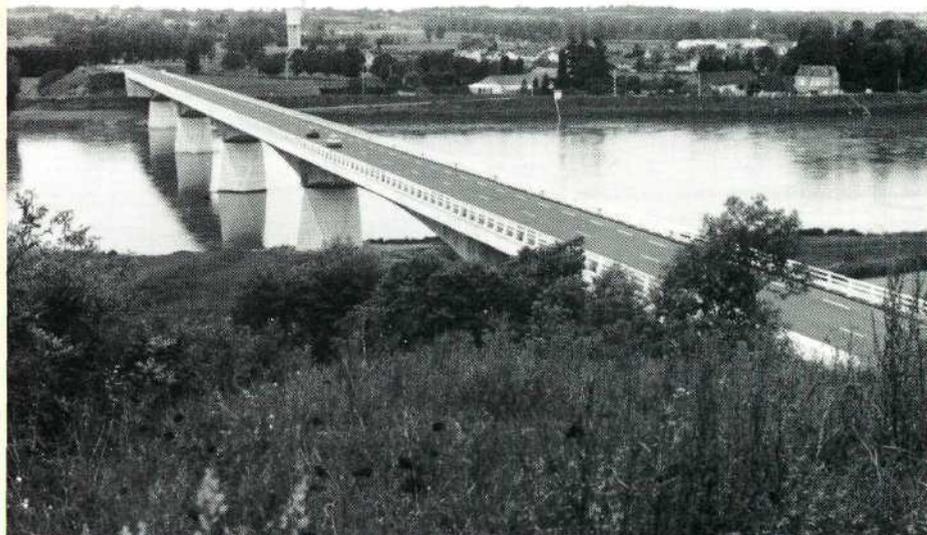
C'est pourquoi le Conseil Général du Loiret a décidé en 1975 de la création d'une voie nouvelle contournant l'agglomération Giennoise, avec construction d'un nouveau Pont sur la Loire ; les voies locales étant pratiquement toutes rétablies par des ouvrages dénivelés.

La mise en service eut lieu en deux fois. La section Sud, comprenant le Pont sur la Loire fut ouverte à la circulation en juillet 1980 et la section Nord en juin 1981.

La déviation est d'une longueur totale de 6.300 m ; dans un premier temps, elle comporte une chaussée bidirectionnelle de 7 m, mais elle est prévue, en phase finale pour une 2 x 2 voies avec T.P.C. de 3 m. La largeur de la plate-forme sera alors de 23,50 m et les caractéristiques géométriques correspondent aux normes ICTARN pour une vitesse de référence de 100 km/h.

### Les ouvrages d'art

Le principal ouvrage est évidemment le Pont sur la Loire. Long de 490 m, il franchit en outre deux voies importantes : le CD 951 qui longe la Loire en rive gauche (Sud) et le CD 952, ex RN 152, qui longe la Loire en rive droite, vers Briare.



*Pont sur la Loire.*

*Section courante dans une zone en déblai.*



Il est constitué de 6 travées, reposant sur 5 piles et 2 culées. Trois de ces appuis (rive gauche) sont sur fondations profondes (8 pieux de 0,80 m et 8 pieux de 1,20 m forés à des profondeurs variant de 12 à 28 m). Les autres appuis sont fondés sur le calcaire, directement par des semelles en béton armé.

Le tablier est constitué d'un caisson à inertie variable construit par encorbellements successifs par voussoirs coulés sur équipages mobiles et précontraints. Le voussoir sur pile mesure 3,00 m et les voussoirs en encorbellements 3,50 m. Ces travaux, confiés aux entreprises Salviam Brun et Baudin Châteauneuf ont duré de fin 1977 à mi 80 soit 2 ans et demi.

Au milieu de la déviation, un viaduc permet le rétablissement de 2 voies locales et d'une voie ferrée. Un échangeur complet permet les échanges de circulation avec le centre de Gien.

Trois PIPO permettent, l'un le rétablissement d'une voie ferrée desservant une usine capitale pour le maintien de l'emploi local, et les 2 autres le rétablissement de voies communales.

Enfin, un PS permet le rétablissement d'un chemin départemental, il est conçu bien sûr pour le futur doublement de la déviation. Il s'agit d'un ouvrage à 3 travées ; le tablier construit en courbe est une dalle précontrainte.

## Les terrassements et les chaussées

Le mouvement global des terres est légèrement déficitaire puisque 330.000 m<sup>3</sup> de déblais ont été réutilisés en remblais et qu'il a fallu mettre en œuvre 150.000 m<sup>3</sup> de remblais d'apport.

Pour la section Sud, un apport important a été nécessaire pour la rampe d'accès Sud du Pont sur la Loire et le déblai important au débouché Nord de l'ouvrage a été mis en œuvre vers le Nord de la section.

La section Nord, au contraire, comportait un mouvement beaucoup plus équilibré. Néanmoins, une partie des déblais de 2<sup>e</sup> phase ont été d'ores et déjà réalisés.

Les conditions météorologiques défavorables pendant toute la fin des terrassements (début 1981) de cette section, ont conduit à conserver des teneurs en eau importantes dans les matériaux mis en remblais. L'écoulement postérieur des eaux a provoqué des désordres dans les pentes latérales de ces remblais. Ces pentes ont toutefois été tota-



PS du CD 622.

lement préservées par la mise en place de masques drainants.

Les couches de forme de la section Sud, ont été constituées de sable stabilisé au ciment, en place, sur une épaisseur de 25 cm. Néanmoins, les mauvaises conditions météorologiques rencontrées pour la section Nord, ont conduit à remplacer ce traitement par une couche de 20 cm de grave-laitier afin de ne pas retarder la mise en service de la voie.

Nous nous trouvons en présence d'un trafic T1 (8.000 v/j avec 15 % de poids lourds et une assise de bonne qualité (PF 2 - PF 3).

Les chaussées ont été alors constituées par une couche de fondation en grave-laitier sur 20 cm, une couche de base de 15 cm également en grave-laitier sur la section Nord, en grave-bitume sur la section Sud, et une couche de roulement en béton bitumineux de 8 cm.

## Financement

Cette opération aura coûté 66 millions de francs financés essentiellement par le Département du Loiret, maître d'ouvrage (68 %) avec des aides de l'État (8 %) et de l'E.R.P. Centre (18 %) et une participation du District de Gien (6 %).

## Conclusion

Les décisions techniques au cours de l'hiver 1980-1981 ont permis la mise en service de la déviation en juin 1981, soit pour les périodes de départ en vacances qui étaient toujours difficiles pour la ville de Gien. La répercussion financière de ces changements par rapport au projet initial est compensée par l'avance sur le planning prévu puisque la mise en service de la partie Nord avait été prévue pour 1982.

Cette opération a constitué la première grande réalisation du département du Loiret sur une route nationale déclassée. Il est vraisemblable qu'elle n'aurait pas vu le jour dans le cadre des investissements sur RN du Ministère des Transports.

# La Vie du Corps des Ponts et Chaussées

## Exercice 1980

### Rapport moral et compte de l'exercice - secours pour 1981 :

- 1 — La Société Amicale a reçu en 1980, 803 cotisations dont 761 d'ingénieurs des Ponts et 42 d'ingénieurs des Mines. Elle a distribué 8 secours d'un montant total de 79 000 F et consenti à un prêt d'honneur de 10 000 F.
- 2 — Les comptes de l'exercice 1980, ont été adoptés par le Conseil d'Administration lors de sa réunion du 23 avril 1981.
- 3 — Pour 1981, le Conseil d'Administration a, le 23 avril 80, décidé de l'attribution de 7 secours d'un montant total de 73 000 F.

#### COMPTE D'EXPLOITATION 1980

Recettes		Dépenses	
Cotisations et dons au titre de 1979 :	89 470	Secours :	79 000
au titre de 80 :	2 200	Remboursements trop perçus :	90
Coupons :	5 395,82	Droits de garde :	352,82
		Divers :	191,11
		Excédent de l'exercice :	17 431,89
	<u>97 065,82</u>		<u>97 065,82</u>

#### BILAN 1980

Actif		Passif	
Titres (relevé au 31.12.80)	84 077,96	Dotation :	38 300
Caisse d'Epargne relevé 4.3.81 :	59 368	Report à nouveau :	145 472,34
Crédit Lyonnais :	5 677,52		
C.C.P. :	13 292,86		
Créance à court terme :	10 000		
34 parts SOPROGEPA 3 :	11 356		
TOTAL	<u>183 772,34</u>	TOTAL	<u>183 772,34</u>

## LA VILLE ET L'ÉNERGIE

### Colloque des 28 et 29 janvier 1982

A l'heure de la décentralisation, quel rôle les Collectivités locales ont-elles à jouer en matière d'énergie ?

Que penser du budget "énergie" des communes, comment l'établir, comment le contrôler ?

Comment économiser l'énergie dans les bâtiments et services communaux ?

Comment utiliser les ressources locales, faut-il créer des réseaux de chaleur ?

Rôle des villes en matière d'énergie dans l'habitat ancien et nouveau et dans l'urbanisme ?

Qu'en est-il plus particulièrement en milieu rural ?

C'est pour répondre entre autres, à ces questions que l'ASSOCIATION GÉNÉRALE DES HYGIÉNISTES ET TECHNICIENS MUNICIPAUX (A.G.H.T.M.) et la SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET SCIENTIFIQUES DE FRANCE (ISF), au cours d'une journée d'études tenue le 23 janvier 1980, ont décidé de lancer une réflexion approfondie et de constituer 4 Groupes de travail qui ont fonctionné pendant plus d'un an. Les conclusions de ces travaux seront présentées et discutées à un colloque de 2 jours les :

**28 et 29 janvier 1982 à l'Hôtel Nikko à Paris**

selon le programme suivant :

- 28 janvier 1982**    Matin :    Ouverture du colloque.  
Présentation et discussion du thème 1 : "L'énergie dans les équipements et les services municipaux des villes".
- DÉJEUNER
- Après-midi : Présentation et discussion du thème 2 : "Les constructions neuves et anciennes et l'énergie dans l'urbanisme".
- 29 janvier 1982**    Matin :    Présentation et discussion du thème 3 : "L'énergie et les communes rurales".
- DÉJEUNER
- Après-midi : Présentation et discussion du thème 4 : "L'énergie et les problèmes d'organisation et de financement des collectivités locales". Conclusion et clôture.

Ce colloque est placé sous le patronage de l'Association des Maires de FRANCE et des Ministères intéressés.

Il s'adresse :

- aux élus,
- aux fonctionnaires des communes, départements et administrations centrales,
- aux ingénieurs, architectes, thermiciens, experts,
- aux administrateurs et financiers.

Le coût de participation est de 800 F TTC pour les 2 journées comprenant :

- la participation aux débats,
- les 2 déjeuners et les pauses boissons,
- la remise du rapport détaillé des groupes de travail (200 pages),
- l'envoi ultérieur des actes du colloque.

**Renseignements : 9, rue de Phalsbourg  
75854 PARIS - CÉDEX 17  
Tél. : (1) 227.38.31**

# ORGANISATION DU COLLOQUE ET DES GROUPES DE TRAVAIL

Responsable AGHTM :  
M. François PARFAIT, Vice-Président de l'AGHTM  
Responsable ISF :  
M. Pierre GAUSSENS, Président de la Commission ÉNERGIE

## GROUPES DE TRAVAIL

### THÈME 1

#### L'Énergie dans les équipements et les services municipaux des villes

**Président** : M. TENAILLON, Maire-Adjoint de VERSAILLES et Président du Conseil Général des Yvelines

**Animateurs** : M. VALIRON, Président de la SAFEGE  
M. LECLERC, Directeur des services techniques de la ville de VERSAILLES

### THÈME 2

#### Les constructions neuves et anciennes et l'énergie dans l'urbanisme

**Président** : M. PERICARD, Député-Maire de SAINT-GERMAIN-EN-LAYE

**Animateurs** : Habitat existant, M. GUELFY, chargé de Mission Énergie à l'ANAH,  
Habitat nouveau et urbanisme : M. BOURGUIGNAT, Chef du service Études Urbaines à la SCET.

### THÈME 3

#### L'Énergie et les communes rurales

**Président** : M. MORLEVAT, Maire de

SEMUR-EN-AUXOIS, Président de la Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies

**Animateur** : M. JOLY, Ingénieur du Génie Rural des Eaux et Forêts

### THÈME 4

#### L'Énergie et les problèmes de financement et d'organisation des Collectivités locales

**Président** : M. Albert DENVERS, Président de NORCALENERGIE, Président du Conseil Général du Nord,

**Animateur** : M. BLAIN, Directeur de SCETECAL.

Coordinateur des groupes de travail : M. Robert LAFONT, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

## EXPLOITATION DES MATÉRIELS : VIE, SUIVI, SURVIE

SOUS LE HAUT PATRONAGE DE M. Charles FITERMAN MINISTRE D'ÉTAT, MINISTRE DES TRANSPORTS,  
8 - 9 DÉCEMBRE 1981 HOTEL SHERATON PARIS

# PROGRAMME

## MARDI 8 DÉCEMBRE

### SESSION PLÉNIÈRE D'OUVERTURE : LES ENJEUX ET LES CONTRAINTES

9 h 00 Introduction M. Jean-Paul **LECOCQ**  
Orientations  
10 h 00 Les enjeux et les besoins M. Jean-Louis **BEAUSSART**  
Chef du Service Transports Urbains de la Communauté Urbaine de Lille  
10 h 30 Pause  
11 h 00 Problèmes financiers et administratifs M. **SERTOUR**  
Direction des Collectivités Locales  
11 h 30 Problèmes rencontrés dans les villes M. Jacques **MOUNIS**  
Directeur Général Adjoint des Services Techniques - Mairie de Caen  
12 h 00 Déjeuner

### II<sup>e</sup> SESSION : RÉGULATION

Président :  
M. Fernand **PAUWELS**  
Président des IVF - Directeur Général des Services Techniques de la Communauté Urbaine de Lyon  
14 h 00 Gestion d'un P.C. M. Georges **MEYKUCHEL**  
Chef du Service Signalisation à la Communauté Urbaine de Strasbourg  
14 h 30 Évolution des Stratégies M. Bernard **LAURENS**  
Compagnie Générale d'Automatisme (C.G.A.)  
15 h 00 Pause  
15 h 30 Suivi d'efficacité M. Pierre-Yves **TEXIER**  
Centre d'Études des Transports Urbains (C.E.T.U.R.)  
16 h 00 Équipements locaux M. **MATHIEU**  
Service Circulation Transport - Mairie de Toulouse  
M. Jean-Pierre **BOCH**  
Chef Unité Maintenance à la Direction Régionale de l'Équipement de l'Île-de-France (D.R.E.I.F.)

## MERCREDI 9 DÉCEMBRE

### III<sup>e</sup> SESSION : AUTRES ÉQUIPEMENTS

Président :  
M. Michel **FEVE**  
Directeur des Routes - Ministère des Transports  
M. Lucien **ANDRIEU**  
Directeur Général des Services Techniques de Saint-Brieuc  
M. René **FAVRE**  
J.C. DECAUX S.A.  
9 h 00 Parcmètres  
10 h 00 Mobilier Urbain  
10 h 30 Pause  
11 h 00 Signalisation M. Christian **PELISSIER**  
Direction Départementale de l'Équipement des Hauts-de-Seine Département Signalisation Routière et Éclairage Public  
11 h 30 Corridors M. Bernard **de RONNE**  
Direction Départementale de l'Équipement du Nord  
12 h 00 Sécurité M. Philippe **LEGER**  
Directeur du S.E.R.E.S. - Ministère des Transports  
12 h 30 Déjeuner

### SESSION PLÉNIÈRE DE CLÔTURE :

Président :  
M. Francis **AMPE**  
Maire de Chambéry  
M. Pierre **MATHIS**  
Directeur à la S.E.R.E.L.  
M. Bernard **CHEDEAU**  
S.O.T.E.S.T.  
M. Jacques **LE HIRE**  
Société SPAC  
14 h 00  
14 h 30  
15 h 00  
15 h 30 Pause  
16 h 00 M. Jean-Pierre **PICQUOT**  
CFEE  
M. Christian **VARNERIE**  
Parking Service  
16 h 30 Table Ronde  
18 h 00 Fin du colloque

Exposition de matériel - Diffusion de documentation - Informations : ATEC 532.37.26 - 530.08.47

## Colloque international sur la Persuasion sociale

### ou les pouvoirs d'une véritable communication sociale

sous la Présidence effective de M. le Ministre  
de la Communication

à l'École Nationale des Ponts et Chaussées

La communication sociale, discipline récemment développée en France au profit des causes d'intérêt général (prévention des accidents, éducation pour la santé, lutte contre les gaspillages, défense de l'environnement, etc.) met en œuvre toutes les techniques de la persuasion afin de modifier des comportements jugés préjudiciables à nos concitoyens.

Le développement de la persuasion sociale par les moyens de communication de masse les plus répandus conduit maintenant à s'interroger sur les spécificités de cette action.

Peut-il y avoir danger à appliquer dans les secteurs économiques et sociaux les méthodes les plus efficaces de la conviction, et doit-on s'interroger sur certaines formes d'endoctrinement, de conditionnement et autres manipulations du public, même s'il s'agit de rechercher un mieux-être collectif ?

Ces questions sont maintenant d'actualité, et appellent des réponses modernes.

C'est pourquoi ce colloque, le premier sur ce thème, réunit des personnalités françaises et étrangères de grande notoriété des milieux universitaires, administratifs et publicitaires.

Quatre demi-journées porteront successivement sur les sujets suivants :

— Les campagnes d'information gouvernementales en France et

dans le monde (États-Unis, Canada, Japon, Grande-Bretagne, Allemagne), avec exposés de leurs caractéristiques et de leurs résultats)

— Les méthodes et fondements de la communication gouvernementale où seront analysées les techniques et la doctrine à partir de laquelle peut s'élaborer une information collective

— Les légitimités et les limites de la communication sociale où seront abordés les aspects moraux de la communication sociale.

Enfin, lors d'une séance de Synthèse, des Propositions pour un Livre Blanc reprendront les points forts évoqués.

Ce colloque, placé sous le haut patronage de Monsieur le Ministre de la Communication, est organisé conjointement par le Centre de Recherches sur l'Information et la Communication, l'École des Hautes Études en Sciences Sociales, l'École Nationale d'Administration, l'École Nationale des Ponts et Chaussées et l'Université de Paris I (Panthéon-Sorbonne).

Il aura lieu les 10 et 11 décembre 1981 à l'E.N.P.C., 28, rue des Saints-Pères 75007 Paris.

Président du Colloque : Michel Le Net 567 5544 p. 4648 ; Secrétaire général : Gilles Darmois 260 3413 ; Relations presse 260 3413 p. 357 ; E.N.P.C., 28, rue des Saints-Pères 75007 Paris.

L'Assemblée générale  
de l'A.N.I.P.C.

se tiendra le mardi

15 décembre 1981

à 14 h

dans les salons

d'AIR FRANCE

1, square Max Hymans 15<sup>e</sup>

Elle sera clôturée  
par M. Roger QUILLIOT,  
Ministre de l'Urbanisme  
et du Logement.

## Exposition

L'École Nationale des Ponts et Chaussées vous invite à l'exposition de photos qu'elle organise à l'occasion de la sortie du livre de Pierre Pitrou et de Bernard Tardien.

**"Le chemin de fer de petite ceinture de Paris"**

— photos anciennes des Frères Bisson, Broise et Collard, photographes des Ponts et Chaussées (1867-1890) et photos récentes (1980) des auteurs.

École Nationale des Ponts et Chaussées  
28, rue des Saints-Pères 75007 Paris  
Hall de l'Amphithéâtre Caquot

du 25 novembre au 17 décembre 1981  
(sauf samedi et dimanche)  
de 10 h à 18 h

• Signature : le 1<sup>er</sup> décembre 1981  
de 17 h à 20 h

• Renseignements : Nicole Delavaud  
Tél. : 260.34.13  
(poste 314).

# mouvements

1981, désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement.

Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Georges **DUPIRE**, I.G.P.C., Directeur Régional de l'Équipement "Picardie" est à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement et chargé conjointement avec M. **GIRAULT** des 13<sup>e</sup> (Région Champagne) et 14<sup>e</sup> (Région Lorraine) circonscriptions territoriales d'Inspection Générale.

Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Marcel **PRADE**, I.C.P.C., Directeur Départemental de l'Équipement du Tarn, est à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, réintégré dans son corps d'origine et affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.

Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Christian **DELAUNAY**, I.G.P.C., Chef du Service Régional de l'Équipement "Bretagne", est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre, désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement pour y être chargé conjointement avec M. **DEBAYLES**, des 7<sup>e</sup> (Région de "Bretagne") et 8<sup>e</sup> (Région "Pays de la Loire") circonscriptions territoriales d'Inspection Générale.

Arrêté du 1<sup>er</sup> octobre 1981.

M. Claude **MATHURIN**, I.C.P.C., Chef du Service Régional de l'Équipement "Lorraine", est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.

Arrêté du 28 septembre 1981.

## MUTATIONS

M. Jean-Claude **BAILLIF**, I.C.P.C., Chef de la division de l'Informatique au S.E.T.R.A., est à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, pris en charge par la ville d'Antibes en qualité de Directeur Général des Services Techniques de la Ville.

Arrêté du 29 juillet 1981.

M. Bertrand **DESBAZEILLE**, I.C.P.C., Adjoint au Directeur, chargé des Infrastructures à la Direction Départementale de l'Équipement des Hauts-de-Seine, est, à compter du 1<sup>er</sup> août 1981, muté à la Direction Régionale de l'Équipement "Ile-de-France" en qualité de Chef de la Division des Infrastructures et des Transports.

Arrêté du 11 août 1981.

M. Lucien **TOUZERY**, I.P.C., à l'Institut Auguste Comte, est, à compter du 16 juillet 1981, muté à la Direction de la Construction - Service de la Politique Technique - Mission aide au développement - Industrie et Bâtiment.

Arrêté du 11 août 1981.

M. Pierre-Henri **PAILLET**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Équipement de Meurthe-et-Moselle, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, muté à la Direction Départementale de l'Équipement du Morbihan, pour y être chargé du Service d'Aménagement Foncier et Équipement des Collectivités (S.A.F.E.C.).

Arrêté du 11 août 1981.

M. Bernard **HALPHEN**, I.P.C., chargé de mission auprès du Chef du Département des Structures et Ouvrages d'Art au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1981, muté dans le même service en qualité de Chef de la Cellule Mécanique et Structures.

Arrêté du 12 août 1981.

M. Hubert du **MESNIL**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Équipement d'Ille-et-Vilaine, est, à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1981, placé en service détaché auprès du Port Autonome de Marseille pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable, sur un poste de Directeur.

Arrêté du 12 août 1981.

M. Bruno **GRANGE**, I.C.P.C., est, à compter du 13 avril 1981, placé en service détaché pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable auprès du Port Autonome de Paris, en sa qualité de Directeur de cet Établissement.

Arrêté du 12 août 1981.

M. Bernard **JACOB**, I.P.C. au S.E.T.R.A. est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, affecté au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées à Paris en qualité de chargé de mission auprès du Chef du Département des Structures et Ouvrages d'Art.

Arrêté du 12 août 1981.

M. Pierre **SERTOIR**, I.P.C., chargé de mission auprès du Directeur Départemental de l'Équipement de Seine-et-Marne, est, à compter du 16 septembre 1981, mis à la disposition du Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation en qualité de Chef du Service Technique de la Sous-Direction des Services Publics et des Techniques Municipales à la Direction Générale des Collectivités Locales.

Arrêté du 12 août 1981.

M. Philippe **LASSAUCE**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Équipement de la Sarthe, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1981, muté à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Hérault pour y être chargé de l'Arrondissement d'Études et Travaux Neufs.

Arrêté du 12 août 1981.

M. Gérard **VELTER**, I.P.C. au Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, muté à la Direction des Ports et de la Navigation Maritimes en qualité d'Adjoint au Chef du Service Économique et Financier.

Arrêté du 13 août 1981.

M. Pierre **JOLIVET**, I.P.C. au Service Central Technique des Ports Maritimes et des Voies Navigables à Compiègne, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, affecté au Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon.

Arrêté du 24 août 1981.

M. Jacques **LARAVOIRE**, I.P.C. à la Direction des Affaires Économiques et Internationales, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, nommé Adjoint au Directeur, chargé des Infrastructures, à la Direction Départementale de l'Équipement du Val-d'Oise.

Arrêté du 31 août 1981.

M. Marc **SANDRIN**, I.P.C. à la Direction des Ports et de la Navigation Maritimes, est, à compter du 1<sup>er</sup> juin 1981, mis à la disposition du Ministère des Relations Extérieures pour y exercer des fonctions de son grade en Algérie au titre de la Coopération Technique.

Arrêté du 7 septembre 1981.

M. Pascal **DUBOIS**, I.P.C. à la Direction Départementale de l'Équipement du Rhône, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, mis à la disposition du Ministère de l'Industrie, Direction du Gaz, de l'Électricité et du Charbon (D.I.I. Rhône-Alpes).

Arrêté du 8 septembre 1981.

M. Bernard **CHAUROIS**, I.P.C., chargé du Service de l'Aménagement Foncier et de la Planification à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Oise, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1981, mis à la disposition du Ministère de la Santé, à la Direction Générale de la Santé et des Hôpitaux, service des constructions et de l'Équipement pour être chargé de la Sous-Direction des opérations d'Équipement.

Arrêté du 14 septembre 1981.

M. Jean-Paul **ALDUY**, I.P.C. à la Direction des Affaires Économiques et Internationales, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1981, muté à l'Administration Centrale - Direction de la Construction en qualité de Chef du Service de la Politique Technique.

Arrêté du 14 septembre 1981.

## DÉCISIONS

M. Louis **ESSIG**, I.C.P.C. en service détaché auprès de la R.A.T.P., est à compter du 1<sup>er</sup> mars 1981, maintenu dans la même position auprès de cet organisme pour une nouvelle période de cinq ans éventuellement renouvelable afin de lui permettre de continuer à y exercer des fonctions de son grade.  
Arrêté du 12 mai 1981.

M. Yves **MORIN**, I.P.C. à la Direction Générale de la Marine Marchande est, à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1981, mis à la disposition de la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale en qualité de Chargé de Mission - Équipe Industrielle.  
Arrêté du 29 juillet 1981.

M. Yves **MEAU**, I.C.P.C. est, à compter du 1<sup>er</sup> mars 1981, placé en service détaché pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable auprès de l'Établissement Public du Parc de la Villette en qualité de Directeur.  
Arrêté du 3 août 1981.

M. André **LEJEUNE**, I.P.C. est, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 1981, placé en service détaché pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable auprès de l'Établissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle du Vaudreuil, en qualité de Directeur Général Adjoint.  
Arrêté du 3 août 1981.

M. Claude **ROUSSEAU**, I.C.P.C., chargé de mission auprès du Directeur Régional de l'Équipement "Aquitaine", est à compter du 16 août 1981, nommé Adjoint au Directeur.  
Arrêté du 4 août 1981.

M. Pierre **GUÉRIN**, I.P.C. en service détaché auprès du Port Autonome de Marseille, est, à compter du 1<sup>er</sup> avril 1981, maintenu dans la même position auprès de cet organisme pour une nouvelle période de cinq ans éventuellement renouvelable pour y exercer les fonctions de Directeur des Équipements de Fos.  
Arrêté du 27 août 1981.

M. Jean **PAULIN**, I.C.P.C., Adjoint au Directeur chargé des Infrastructures à la Direction Départementale de l'Équipement du Val-d'Oise, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.  
Arrêté du 31 août 1981.

M. Jacques **POUPON**, I.P.C. en service détaché est, à compter du 1<sup>er</sup> juillet 1981, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement en qualité de Sous-Directeur à la Société Centrale pour l'Équipement du Territoire (S.C.E.T.).

M. Henri **THOME**, I.P.C. à la Direction de la Construction est, à compter du 1<sup>er</sup> juin 1981, pris en charge par la Société Centrale pour l'Équipement du Territoire/Coopération Internationale en qualité de Sous-Directeur.  
Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 1981.

M. Alain **VANDEN-ABEELE**, I.P.C., en service détaché auprès du Ministère des Affaires Étrangères, est, maintenu dans la même position auprès :

— du Ministère des Relations Extérieures du 22 mai 1981 au 27 novembre 1982 inclus,

pour lui permettre de continuer à exercer des fonctions de son grade en Algérie au titre de la Coopération Technique.  
Arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 1981.

M. Gilbert **DREYFUS**, I.G.P.C., en service détaché auprès d'Aéroport de Paris, en qualité de Directeur Général, est, à compter du 7 septembre 1981, réintégré dans son administration d'origine et affecté au Conseil Général des Ponts et Chaussées.  
Arrêté du 2 septembre 1981.

M. François **MARENDET**, I.P.C. à la Direction du Personnel, est, à compter du 1<sup>er</sup> juin 1981, mis à la disposition du Ministère des Relations Extérieures pour y exercer des fonctions de son grade en Algérie au titre de la Coopération Technique.  
Arrêté du 7 septembre 1981.

M. Pierre **DEBAYLES**, I.G.P.C., en service détaché auprès du Port Autonome de Bordeaux, en qualité de Directeur, est, à compter du 15 septembre 1981, réintégré dans son administration d'origine et désigné comme membre de l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour y être chargé des 7<sup>e</sup> (Région Bretagne) et par intérim 8<sup>e</sup> (Région Pays de la Loire), circonscriptions d'Inspection Générale des services ordinaires, conjointement avec M. **TREVILLY**, de la 25<sup>e</sup> bis (Bretagne-Loire) circonscription d'Inspection Générale des Services Maritimes.  
Arrêté du 8 septembre 1981.

M. Jean-François **BAUER**, I.P.C., est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, réintégré dans son corps d'origine et placé en position de disponibilité pour une période de trois ans, éventuellement renouvelable une

trois ans, auprès de la Société Générale de Techniques et d'Études pour exercer les fonctions de Directeur Général Adjoint.  
Arrêté du 8 septembre 1981.

M. Jean-Pierre **MICHON**, I.C.P.C. en service détaché auprès du Ministère de la Justice, est, à compter du 1<sup>er</sup> août 1981, réintégré dans son administration d'origine et affecté :

— Au Conseil Général des Ponts et Chaussées en qualité de Secrétaire de la Section "Urbanisme, Architecture et Habitat" en remplacement de M. **J. DREYFUS**.  
— A l'Inspection Générale de l'Équipement pour recevoir une mission d'inspection générale.

M. Michel **MAREC**, I.C.P.C. en service détaché auprès de l'Établissement Public pour l'Aménagement de la Région de la Défense, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1981, réintégré pour ordre dans son Administration d'origine en vue d'un détachement auprès de l'Office Français de Coopération pour les Chemins de Fer et les Matériels d'Équipement (O.F.E.R.M.A.T.) afin d'exercer les fonctions de Directeur Général de l'Office du Chemin de Fer Transcaennouais.  
Arrêté du 21 septembre 1981.

M. Jean-Pierre **CHAPON**, I.G.P.C., Vice-Président du Conseil Général des Ponts et Chaussées, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, chargé à la Société Nationale Elf Aquitaine, des fonctions de Directeur-Groupe, membre du Comité de Direction.  
Arrêté du 22 septembre 1981.

M. Claude **LEREBOUR**, I.G.P.C., chargé conjointement avec M. **ANDRAU** de la 26<sup>e</sup> circonscription d'Inspection Maritime "Atlantique Sud" est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, en sus de ses attributions actuelles, chargé de la 32<sup>e</sup> circonscription d'Inspection Générale de Navigation "Bassin Adour-Garonne".  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Marcel **REME**, I.C.P.C., Directeur Départemental de l'Équipement de Lozère, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, réintégré dans son corps d'origine et affecté à l'Inspection Générale de l'Équipement et de l'Environnement pour recevoir une mission d'Inspection Générale.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Jacques **THEDIE**, I.G.P.C., Directeur Départemental de l'Équipement de l'Essonne, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre

M. Thierry **LEHUEROU-KERISEL**, I.C.P.C., en service détaché auprès du Port Autonome de Rouen, est, à compter du 15 septembre 1981, réintégré dans son administration d'origine et affecté au Ministère de la Mer, à la Direction des Ports et de la Navigation Maritimes en qualité d'Adjoint au Directeur et de Chef du Service Économique et Financier.  
Arrêté du 18 septembre 1981.

M. Jean-François **MAQUET**, I.P.C. en service détaché auprès du Port Autonome du Havre, est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1981, réintégré dans son corps d'origine en vue d'un détachement en qualité de Directeur Général de la Société Française d'Études et de Réalisations Maritimes, Portuaires et Navales (S.O.F.R.E.M.E.R.).  
Arrêté du 21 septembre 1981.

M. Jean **GRAUJEMAN**, I.C.P.C. en service détaché auprès du Port Autonome de Marseille, est, à compter du 15 juillet 1981, détaché auprès de la Ville Nouvelle de l'Isle-d'Abeau.  
Arrêté du 22 septembre 1981.

M. André **BONNET**, I.C.P.C. au S.E.T.R.A., est, à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1981, muté à la Direction Régionale de l'Équipement du Languedoc-Roussillon, en qualité d'Adjoint au Directeur.

Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Jacques **NOURISSON**, I.C.P.C., Adjoint au Directeur pour les questions d'Infrastructures et Chef du Service Transports et de l'Hydrologie à la Direction Départementale de l'Équipement du Tarn-et-Garonne, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, muté à la Direction Départementale de l'Équipement de la Saône-et-Loire, en qualité d'Adjoint au Directeur.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Jacques **ROUDIER**, I.P.C., à la Direction des Ports et de la Navigation Maritimes, est, à compter du 1<sup>er</sup> août 1981, placé en service détaché auprès du Port Autonome du Havre pour une période de cinq ans éventuellement renouvelable, en qualité de Directeur des Travaux.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

## NOMINATIONS

M. Michel **VAQUIN**, I.P.C. est, à compter du 16 juillet 1981, mis à la disposition du Ministre de l'Industrie.  
Arrêté du 24 septembre 1981.

M. Xavier **FRANÇOIS**, I.P.C., chargé de l'Arrondissement Opérationnel de la Direction Départementale de l'Équipement de la Charente, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, nommé au sein de la même D.D.E. adjoint au Directeur.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Hubert **GUERET**, I.C.P.C., Directeur Départemental de l'Équipement de Maine-et-Loire, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, nommé Chef du Service Régional de l'Équipement "Bretagne".  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Daniel **SENE**, I.C.P.C., est à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, nommé Directeur Départemental de l'Équipement d'Eure-et-Loire.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. Bernard de **KORSAK**, I.C.P.C., est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, nommé Directeur Départemental de l'Équipement de Maine-et-Loire.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

M. François **PERRET**, I.C.P.C., Adjoint au Directeur Départemental de l'Équipement des Bouches-du-Rhône, est, à compter du 1<sup>er</sup> octobre 1981, nommé Directeur Départemental de l'Équipement du Tarn.  
Arrêté du 28 septembre 1981.

### Communiqué

#### La Société Albaret reçoit le diplôme "Prestige de la France"



Photo Polycolor

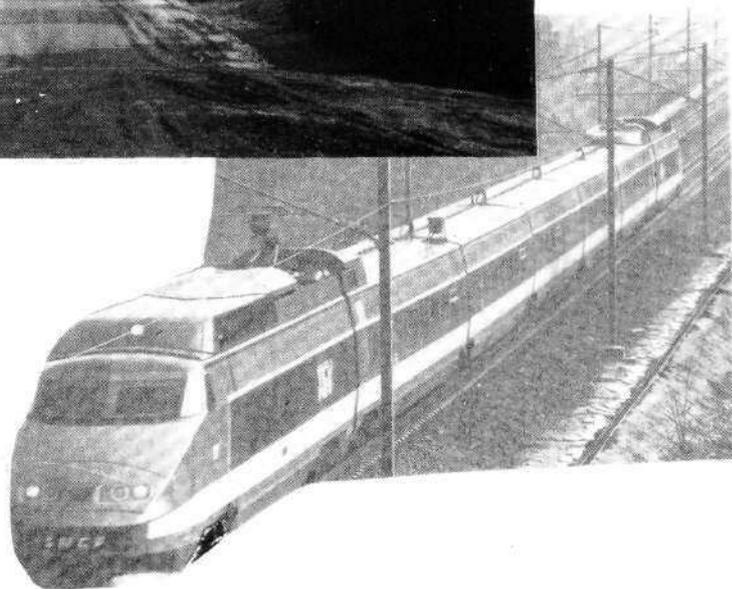
Le 22 mai dernier, dans les salons du Pavillon d'Armenonville, Monsieur Christian Marbach, Directeur Général de l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR), a remis à Monsieur Michel Paramythioti, Président de la Société Albaret, le diplôme "Prestige de la France" qui consacre un siècle d'activité dans le domaine du compactage.

Au cours de cette soirée, Monsieur Pierre Bataille, Président de la Société Poclain et du Syndicat MTPS, a remis à Monsieur Michel Paramythioti la croix de chevalier de l'Ordre National du Mérite.

M. Paramythioti reçoit le diplôme "Prestige de France" des mains de M. Marbach.

# L'ENTREPRISE DESCHIRON

A REALISE LA PLATEFORME DU TGV SUR 100 KM — LOTS 5 ET 6  
D'AVALLON A AUTUN — 10 MILLIONS DE M<sup>3</sup> DE TERRASSEMENTS



**ENTREPRISE  
DESCHIRON**

Société Anonyme au Capital de 10.032.000 Francs

GRANDS TERRASSEMENTS - ASSAINISSEMENTS

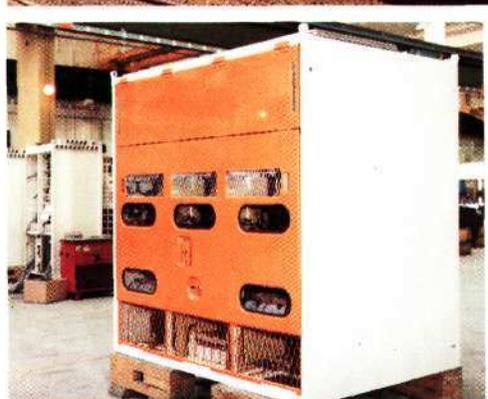
1, rue du Docteur Charcot

91421 MORANGIS CEDEX

Tél. (6) 909-49-50

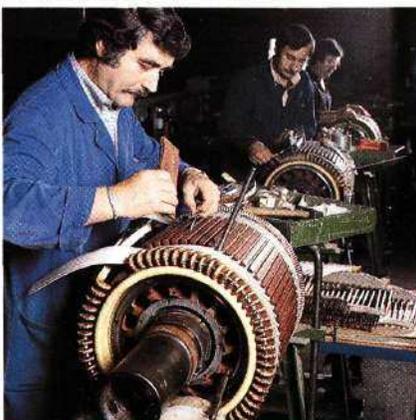
Télex 690 444

# 87 rames TGV sortent des usines ALSTHOM-ATLANTIQUE pour la SNCF



## ALSTHOM-TARBES

Équipements électriques  
et moteurs de traction



## ALSTHOM-LA ROCHELLE

Remorques intermédiaires



## Pour le développement des techniques de pointe...

La Division Ferroviaire  
d'ALSTHOM-ATLANTIQUE,  
une entité industrielle  
de renommée mondiale  
capable de réaliser  
une gamme complète  
de matériels ferroviaires

- locomotives
- métros
- automotrices
- voitures
- équipements électriques  
électroniques et mécaniques
- bogies
- appareillages
- signalisation
- automatismes ferroviaires



## ALSTHOM-BELFORT

Motrices et  
livraison des  
rames complètes

# ALSTHOM ATLANTIQUE

matériels ferroviaires