

# PCM

## LE PONT



FAISONS  
LA ROUTE  
ENSEMBLE

5° At 12:12 ISSN 0397-4634

# Dirigeants prêts à changer d'activité ou d'entreprise...

**V**OUS assurez des fonctions de haut niveau, vos revenus sont plutôt convenables, et cependant... Plus le temps passe, plus vous éprouvez une envie et même un besoin de changement.

Quelle solution ? En parler à votre entourage, vous lancer tête baissée dans la prospection ? Hasardeux...

Reconsidérez plutôt vos objectifs, vos potentialités, leur concordance avec le marché.

Les consultants de FORGEOT, WEEKS & GHN peuvent vous aider concrètement. Car ils n'ont d'autre vocation que de vous conseiller dans votre stratégie de carrière.

## La face cachée du marché international

Au cours de séances de travail en petit comité, ils vous accompagneront dans votre réflexion, puis dans votre exploration d'un territoire qu'ils connaissent bien : la face cachée du marché, où se situent 2/3 des opportunités.

Et cela avec des méthodes qui font gagner du temps, pour trouver l'activité qui vous convient exactement.

Depuis 11 ans, ils ont conseillé plus de 5 000 dirigeants et cadres supérieurs en Europe et aux Etats-Unis pour mener à bien leur évolution personnelle et professionnelle, financière aussi..., à travers un changement d'activité ou même une reconversion totale.

Pour un premier bilan confidentiel, vous pouvez prendre un rendez-vous particulier avec l'un des consultants du cabinet.

## FORGEOT, WEEKS & GHN

PERSONAL CAREER CONSULTANTS

Paris : 50, rue St-Ferdinand, 75017. Tél. (1) 45.74.24.24

Genève : 9, route des Jeunes, 1227. Tél. 022.42.52.49

Londres : 16, Hanover Square, W1R 9 AJ. Tel. 01 493.5239



Alain FORGEOT, français. Co-fondateur de Forgeot, Weeks ESCP 1966; MBA Harvard 1970, professeur à l'ESSEC, créateur et dirigeant de PMI. Champion du Monde 1984 de courses au large avec Passion 2.



Willet WEEKS, américain. Co-fondateur de Forgeot, Weeks : ancien président de l'International Herald Tribune et auteur de "L'art de se vendre" aux Ed. Chotard.



Alain CHAINTRON, français. Senior Consultant chez Forgeot Weeks; Major HEC, LV (R); MBA Harvard. Ancien dirigeant des groupes FN Herstal et Matra-Solex. Spécialiste des affaires internationales.

# TABLE RONDE "LA ROUTE"

Michel Ternier lance les débats sur les quatre sujets suivants :

- Aspect technique et recherche
- Exploitation sécurité
- Financement des péages
- Aménagement du territoire

Après la présentation du projet de sommaire du numéro de décembre, les participants souhaitent qu'une plus large part soit faite à la fonction maintenance/exploitation des routes, qui leur paraît prépondérante par rapport aux constructions d'infrastructures nouvelles.

Les notions du réseau routier, et système expert sont commentées.

De façon générale il apparaît que les techniques routières, bien que performantes, n'évoluent pas si vite qu'il faille tout axer sur elles, alors que les progrès à faire dans le domaine de la gestion du trafic sont considérables.

En ce qui concerne les investissements, le dernier programme autoroutier, qui prévoit de lancer les 2 700 km qui restent à réaliser au cours des dix prochaines années, est un défi redoutable, et en cas de succès, une belle performance. Il est complété par un programme de 2 840 km de voies express, et par 4 940 km de grandes liaisons dont certaines seront des routes express.

Première prise de position :

**La route est parmi "nous" :** C'est un sujet de tous les jours, de tous les instants, pour lequel il existe un large consensus. Il est nécessaire de poursuivre, voire d'accélérer, le programme d'équipement, et de faire des progrès sensibles dans la gestion de l'existant.

Le problème du financement par l'usager et/ou le contribuable est ensuite abordé. Il est noté que la prise en charge d'une partie du coût d'exploitation par l'usager doit s'accompagner d'une valorisation de l'équipement par une politique d'accueil (exemple des concessions autoroutières).

Le problème particulier des autoroutes urbaines est plus difficile, et une politique de développement conjoint devrait être développée : le financement par toutes les catégories (bureaux, industriels, riverains,...) qui seraient lésées par l'absence de bons moyens d'accès est logique. Ce principe peut d'ailleurs s'appliquer en dehors des zones urbaines (cf. Tarentaise).

Deuxième prise de position :

**La route permet une mise en valeur.** Les usagers et les organismes qui bénéficient de ces retombées positives doivent participer au financement.

Est ensuite abordée la "route de l'an 2000" :

De nombreux systèmes de gestion de la circulation, comme l'exploitation automatique de l'éclairage, la gestion centralisée des feux de signalisation commencent à exister, mais bénéficient d'une publicité insuffisante.

De même la conception des tracés routiers est en pleine évolution, avec l'apparition de la CAO.

Il est enfin fait mention du Comité de prospective des techniques routières.

Troisième prise de position :

**Il existe un défi routier,** qui devra être relevé dans tous les domaines par l'utilisation de toutes les possibilités ouvertes par l'informatique.

Les problèmes spécifiques à l'urbain sont ensuite abordés avec les difficultés rencontrées pour arrêter des tracés nouveaux (cas de l'A.86 dans l'ouest parisien). Les problèmes de coordination transports collectifs-route sont également abordés, en liaison avec la politique de stationnement.

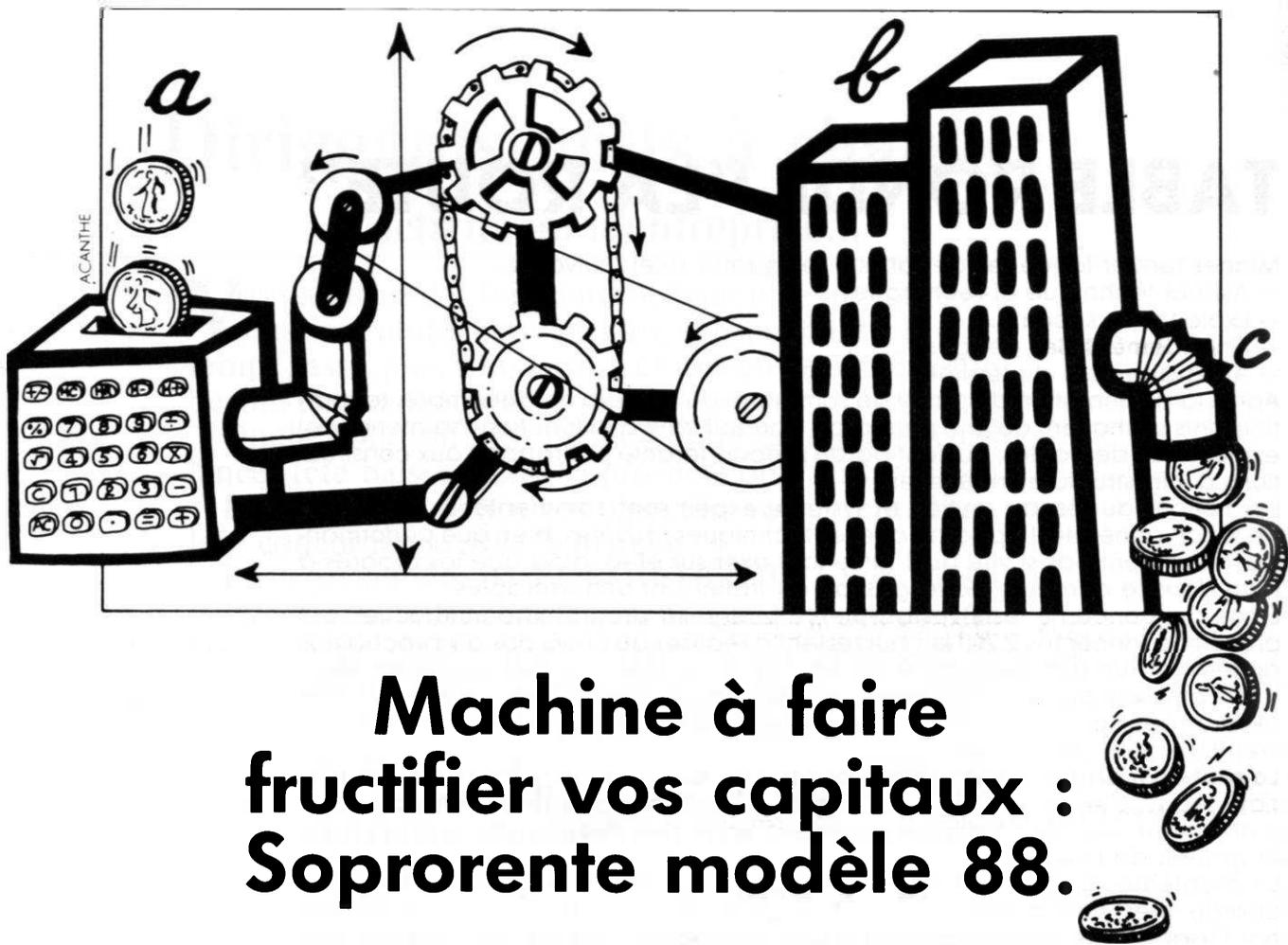
Quatrième prise de position :

Les grandes villes doivent prendre conscience qu'elles sont dans l'obligation de **réfléchir très en amont** sur la nécessité de traiter globalement leurs problèmes de circulation, par la création de grandes infrastructures appropriées.

Participaient à la table ronde : MM. Beaudouin, Berthier, Cambournac, Fleury, Giraudat, Gounon, Rousset, Roverato, Sauterey, Ternier.

**En ce qui concerne l'urbain, il apparaît à l'issue du débat que seule la négociation pourrait permettre de remettre en marche le processus décisionnaire, faute de quoi les villes seront condamnées à terme à une véritable trombose de leur circulation.**

**Constatant que souvent en site urbain la solution de tranchées couvertes donne satisfaction, il s'agit finalement de lier la technique à la notion de financement.**



# Machine à faire fructifier vos capitaux : Soprorente modèle 88.

## **Schéma de l'appareil :**

a = Soprorente, Société Civile de placements immobiliers.  
b = Placement pierre c = Vos intérêts.

## **Mode de fonctionnement :**

- 1 - Placez vos capitaux en a.
- 2 - Ils se mélangent à d'autres capitaux et vont ressortir en b transformés en immeubles.
- 3 - Récupérez vos intérêts tous les trimestres en c.

## **Construction**

Brevet exclusif : signé par SOPROFINANCE, Établissement financier, créé par des anciens élèves de grandes écoles.

## **Caractéristiques**

**ANTI-STRESS** : la "machine" SOPRORENTE a été créée pour assurer votre tranquillité d'esprit en matière d'investissement.

**SÉCURITÉ** : les rouages de la pierre sont les plus sûrs : l'immobilier est un secteur en hausse depuis 20 ans.

**RÉGULARITÉ** : le bon rythme de fonctionnement de SOPRORENTE vous assure des intérêts payés trimestriellement et qui

suivent une courbe ascendante puisque calculés sur la base de loyers révisés périodiquement.

**SOUPLESSE D'ACTION** : Vous désirez récupérer vos parts, en totalité ou en partie ? Aussitôt, la machine s'arrête : la structure de SOPRORENTE, à capital variable, est prévue pour cela.

**FIABILITÉ** : conduite de main de maître par des spécialistes de l'immobilier, vous pouvez faire confiance à notre machine.

## **Valeur ajoutée**

La machine à faire fructifier vos capitaux ne devient pas obsolète : l'immobilier ne cesse de prendre de la valeur, ce qui permet de revaloriser périodiquement votre participation.

## **Mise en marche**

Prenez le coupon ci-dessous, remplissez-le. Retournez-le à SOPRORENTE, 50, rue Castagnary, 75015 Paris, ou téléphonez-nous au (1) 45.32.47.10. Une documentation complète sur notre "machine financière" vous sera aussitôt adressée.

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

École \_\_\_\_\_ Promo \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. bureau \_\_\_\_\_ Tél. dom. \_\_\_\_\_

Souhaite, sans engagement, recevoir une documentation complète sur SOPRORENTE.

La note d'information de Soprorente, société civile de placements immobiliers à capital variable dans la limite de 10 %, a reçu le visa de la Cob n° 87-35 du 17 juin 1987

- 1 AVANT-PROPOS
- 22 DOSSIER : LA ROUTE EXPLOITONS-LA ENSEMBLE
- 24 LA ROUTE C'EST L'AFFAIRE DE TOUS  
par Jacques Rousset
- 27 LES TECHNIQUES ROUTIERES EN SITE URBAIN  
par René Eladari
- 30 EXPLOITER DES AUTOROUTES URBAINES  
par Pierre Farran
- 34 LES DERNIERS-NES DE JEAN LEFEBVRE  
par Roland Girardot
- 36 LES INNOVATIONS ROUTIERES VUES PAR LES LABORATOIRES  
par Jacques Bonnot
- 40 CONSTRUCTION DU PONT DE L'ILE-DE-RE  
par Bernard Hemedry et Paul Scherrer
- 46 L'ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART : LE PONT DE BAMAKO  
par A.-L. Milan
- 49 L'OUVERTURE DE L'AUVERGNE SUR L'EUROPE DU NORD  
par Jean-Pierre Roussel
- 53 LE VIADUC DE SYLANS  
par Robert Garin et Jean-Pierre Roussel
- 57 CAO ET PROJET ROUTIER  
par Bernard Mandagaran
- 62 LE PEAGE DYNAMIQUE  
par Philippe Rottembourg
- 65 ESCOTA, ELARGISSEMENT A 3 VOIES
- 68 DEMAIN LA ROUTE : UN AVENIR TOUT TRACE  
par L. Primel
- 70 PONTS-EMPLOIS
- 74 INFORMATIONS

Mensuel 28, rue des Saints-Pères  
Paris 7<sup>e</sup> 42.60.25.33  
DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :  
Michel TERNIER  
DIRECTEUR ADJOINT DE LA PUBLICATION :  
Henry CYNA  
ADMINISTRATEURS DELEGUES :  
Lionel BORDARIER, Olivier HALPERN  
REDACTEURS EN CHEF : Anne BERNARD GELY,  
Jacques GOUNON, Jean-Pierre GREZAUD,  
Pascal PACAUT  
SECRETAIRE GENERALE DE REDACTION :  
Brigitte LEFEBVRE du PREY  
ASSISTANTE DE REDACTION : Eliane de DROUAS  
REDACTION-PROMOTION ADMINISTRATION :  
28, rue des Saints-Pères 75007 Paris  
Revue des l'association des Ingénieurs des Ponts et  
Chaussées et de l'association des anciens élèves  
de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

MAQUETTE : Monique Caralli  
DELEGUES ARTISTIQUES : Gérard AURIOL,  
Marine MOUSSA  
RESPONSABLES EMPLOI : Jacques BAULES,  
François BOSQUI  
ABONNEMENTS : France : 350 F, étranger : 400 F,  
prix du numéro : 40 F dont TVA 4 %  
PUBLICITE : Responsable de la publicité : H.  
BRAMI Société OFERSOP 8, bd Montmartre  
75009 Paris — Tél. : 48.24.93.39

Dépôt légal 3<sup>e</sup> trimestre 1987 N° 871010 ;

Commission paritaire n° 55.306

Les associations ne sont pas responsables des  
opinions émises dans les articles qu'elles publient.

IMPRIMERIE MODERNE U.S.H.A. Aurillac

En couverture : photo-Explorer Jean-Louis Charmet

# DE L'ARC 600 A L'ARC 700

## OU L'HISTOIRE DU RECONDITIONNEMENT DE CHAUSSEES

De même qu'en technique aéronautique, il existe toujours un prototype suivi ensuite d'avions de présérie, le prototype de l'Arc 600 a vu le jour au printemps 1985, dans les Ateliers Beugnet, à Mont-Saint-Eloi, puis s'est élancé vaillamment sur des chantiers expérimentaux dans le Nord de la France, en Région Parisienne, dans le Sud-Ouest, pour y faire ses premières dents... Certes, tout ne fut pas facile mais cette année-là, nous avons démontré la faisabilité du procédé ! Nous avons même remporté un prix d'innovation attribué par la Fédération Nationale des Travaux Publics... Mais nous n'étions pas tout à fait satisfaits, aussi avons-nous entièrement repensé les problèmes pour créer au printemps 1986, un ensemble complet et autonome qui allait révolutionner la technique du Retraitement en place de chaussées.



1986 — RN 122 à Megève — Vue de l'Arc 600.

Tout d'abord, nous avons conçu et réalisé une unité de stockage et de dosage en adjuvants, adaptée exactement à la machine de retraitement placée à l'arrière. C'est l'Arc Dosage pro-

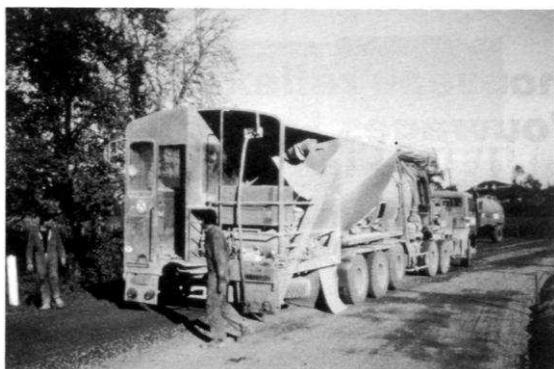
gressant à la même vitesse que l'Arc 600, dosant le liant (ciment ou liant bitumineux) et l'eau d'ajout avec une précision jamais atteinte auparavant, grâce à un système électronique de régulation.

Ensuite, nous avons considérablement modifié l'unité de traitement en ajoutant derrière le rotor de fraisage, un malaxeur à arbre longitudinal, équipé de bras conférant au mélange matériaux + ciment, une homogénéité remarquable ; puis pour réaliser la mise en œuvre, une vis de répartition des matériaux traités ainsi qu'une lame de répartition laissant derrière la machine une couche prête à être compactée et cylindrée, sans aucune ségrégation.

Ce nouveau train de reconditionnement a effectué en 1986, toute une série de chantiers sur routes nationales à fort trafic, en étroite concertation avec le LCPC, les Laboratoires régionaux des Ponts-et-Chaussées, le SETRA et les DDE. Citons comme exemples les chantiers de la RN 2 dans le Nord, où l'on reconditionna une assise de chaussée en grave laitier, celui de la RN 212 entre Megève et Praz-sur-Arly, celui de la RN 504 dans l'Ain... L'engin de présérie subissait sans cesse des améliorations parfois minimes, parfois importantes comme par exemple, la mise au point de nouvelles dents beaucoup plus efficaces et résistantes que celles utilisées initialement. Enfin, la mise en place de nouveaux porte-dents a permis un gain de temps substantiel dans le changement des dents et le temps journalier de maintenance a été réduit de moitié, fin 1986.

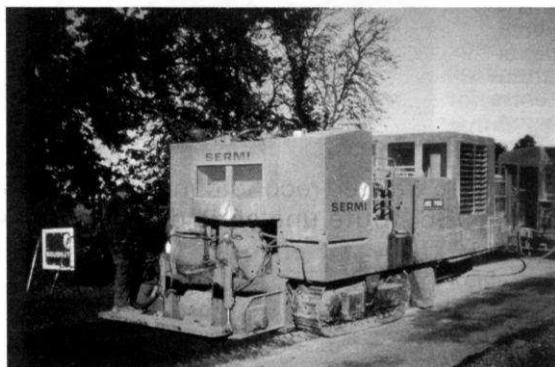
L'Arc 600 et son Arc Dosage étaient vraiment performants et en mars 1987, nous avons confié notre Atelier au Centre d'Expérimentation Routière de Rouen (émanation du LCPC) pour tester l'ensemble de ces fonctions et pour situer l'atelier par rapport aux machines convention-

nelles de traitement. Les résultats ont été à la hauteur de nos espérances :



1987 - RN 124 à Nogaro - Vue de l'Arc Dosage.

- le dosage du ciment, tant en homogénéité transversale que longitudinale, est remarquable et dépasse de très loin en précision tout ce que l'on obtient habituellement ;
- l'homogénéité du mélange matériaux + ciment est en tous points comparable à celle obtenue avec une centrale de malaxage ;



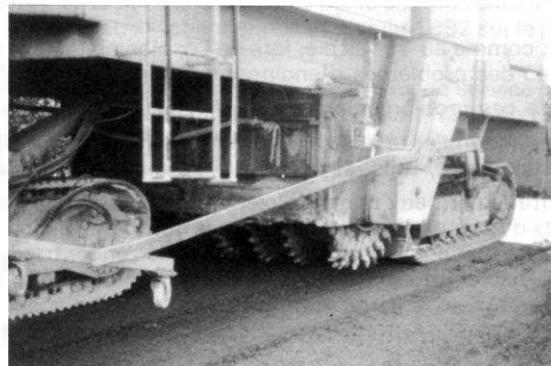
1987 - RN 124 à Nogaro - Vue de l'Arc 700.

Forte de ces résultats, la Direction du Matériel de Beugnet, après 2 années d'expérience, décida alors, de concevoir une nouvelle unité de traitement plus puissante, plus compacte, plus mobile et d'une fiabilité à toute épreuve. Après la présérie, la série ; c'est ainsi que l'on gagne un pari industriel !

- Plus puissante car l'unité centrale développe près de 750 cv dont 200 sont affectés au seul malaxeur longitudinal.
- Plus mobile car elle repose sur 3 chenilles dont une à l'avant augmente la manœuvrabilité de l'engin. Ce système diminue l'encombrement et permet une maintenance plus aisée. En outre, le poste de conduite se situe en avant

de la machine, ce qui facilite le travail du technicien pilotant l'engin.

- Plus compacte car les organes ont été regroupés, simplifiant ainsi les connexions hydrauliques et électriques.
- Plus fiable avec des paliers renforcés, des bras de malaxeurs et des palettes en fonte spéciale, avec le châssis du malaxeur monté sur galets, avec un châssis réglable en altimétrie, un rotor renforcé, des pièces d'usure amovibles sur les flancs...



Arc 700 - Vue du rotor de fraisage.

Les essais Arc 700 ont démarré en juin 1987 et ont révélé un engin fabuleux. Il a donc été mis en double avec l'Arc 600 pour répondre à la demande de nombreux chantiers. C'est même lui qui a réalisé, au mois de septembre, en Hollande, notre premier chantier de Retraitement à l'étranger.

Fin octobre et début novembre 1987, un important chantier a été effectué avec l'Arc 700 sur la RN 124, entre Auch et Mont-de-Marsan, dans le Gers, près de Nogaro.

Mais ce n'est pas tout, une délégation Chinoise ayant visité le chantier de la RN 124, a été très impressionnée par ce procédé. Courant septembre, une conférence sur l'Arc 600 et 700, présentée à Chicago lors du Congrès des "4R", a soulevé un vif intérêt de la part d'ingénieurs Nord-Américains, de Canadiens... De même qu'une présentation du Procédé aux Emirats Arabes Unis, tout récemment.

Aussi, pour répondre aux commandes de machines, la Direction du Matériel de Beugnet s'est-elle dotée d'un atelier spécial de montage et a-t-elle mis très rapidement en chantier, plusieurs unités type Arc 700.

Qui sait ? Demain, l'Arc 700 sera peut-être l'Airbus du Matériel de Travaux Publics ? Vous savez, quand on vit d'Enthousiasme et d'Effacité, rien n'est impossible...

## THORMAJOINT<sup>®</sup>, un nouveau réflexe pour les joints d'ouvrages !

### INTRODUCTION

Tout comme au 19<sup>e</sup> siècle, lors de l'explosion du réseau ferroviaire, le boom de la construction des routes au 20<sup>e</sup> siècle a créé des problèmes d'engineering d'une réelle complexité.

Un de ces problèmes est vraisemblablement celui des joints de dilatation des ponts.

La grande majorité des structures modernes sont un assemblage de béton et d'acier, ou d'acier seulement, et comme chacun le sait, tous les matériaux se dilatent à la chaleur et se contractent au froid.

Contrairement aux ponts de pierre qui absorbent les mouvements thermiques par leurs mortiers et leurs interstices, les ponts d'acier et de béton doivent permettre expansion et contraction grâce à un changement de forme. Il est donc nécessaire de ménager un espace au point de rencontre de deux travées ou d'une travée avec une butée, mais c'est là un point faible notoire qui suscite souvent le premier des problèmes.

### POURQUOI UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE ?

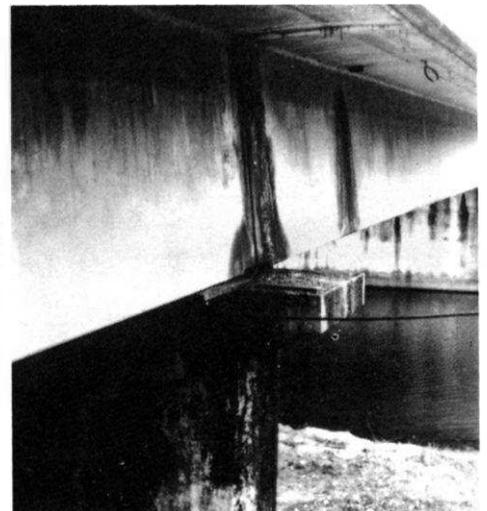
Différentes solutions existent, chaque pays à ses usages, ses brevets, ses façons de faire, mais l'on observe en général que les ouvrages de faible et moyenne longueur dilatatable ne bénéficient pas de la même attention que "leurs grands frères", ou 95 % des joints fuient, la plupart entre 3 et 5 ans, alors que la durée de vie d'un ouvrage est de cent ans environ. Les recherches qui ont conduit à la mise au point du procédé breveté Thormajoint visaient à répondre aux conditions que doit remplir un joint tel qu'énoncé au 7<sup>e</sup> congrès de l'AIPCR qui eut lieu à Rio de Janeiro :

- assurer la liberté de dilatation des maçonneries,
- donner une continuité à la surface de roulement,
- ne pas être une source de bruit et de vibration,
- avoir une bonne étanchéité ou une bonne évacuation des eaux.

C'est ce dernier point qui motiva tout particulièrement la recherche d'un nouveau concept de joint d'ouvrage.

En effet, l'absence d'étanchéité au droit d'un joint crée un chemin préférentiel emprunté par l'eau, qui mélangée au sel attaque, à la fois le béton et l'acier, corrode les supports mécaniques et les empêche de jouer comme ils le devraient, entraînant des dommages non négligeables.

L'eau est l'ennemi implacable des matériaux du pont. C'est pourquoi la première propriété du procédé Thormajoint fut d'être imperméable.



### PRINCIPE DU THORMAJOINT

Le procédé breveté Thormajoint est un joint flexible et élastique coulé en place, associant des agrégats de granulométrie sélectionnée à un liant bitume caoutchouc polymère, en sections multicouches.

La mise en œuvre suivant une méthodologie précise permet de garantir une proportion optimum :

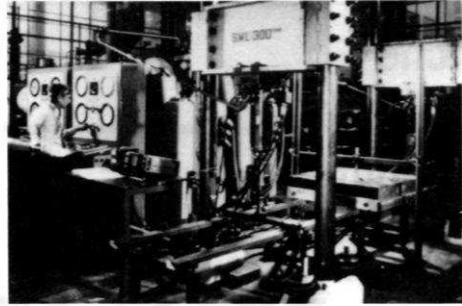
- de granulats, facteur essentiel des caractéristiques de résistance à la charge du procédé Thormajoint ;
- de vides, qui seront remplis par le liant réalisant ainsi une trame souple et impénétrable.

La qualité des composants associée à une mise en œuvre rigoureuse garantissant l'efficacité du procédé Thormajoint.



## LES TESTS

Le système a été testé 5 ans sur route, puis on a procédé à des essais en laboratoire. Ceux-ci ont permis de démontrer l'excellent comportement du procédé Thormajoint sous des trafics simulés (2 000 000 de véhicules) ainsi que sa capacité de dilatation.



Lorsqu'il y a mouvement dû à l'amplitude thermique, mouvement de pression ou de tension, l'action du trafic favorise la tendance du joint à retrouver sa forme initiale, de cette manière, la tension du joint est toujours minimale.

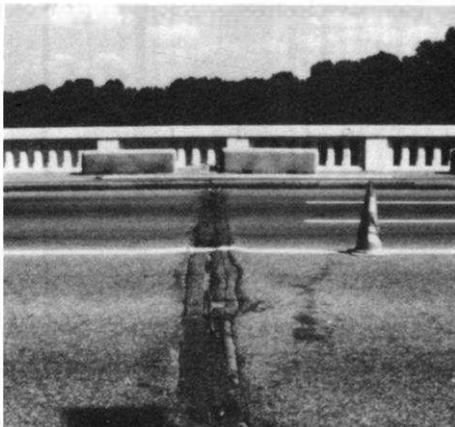
Ces résultats ont été corroborés par le comportement très satisfaisant du 1<sup>er</sup> chantier réalisé en juin 1982 sur le pont du Hode en Seine-Maritime.

L'observation des joints, après une année de service sous un trafic particulièrement contraignant (3 000 poids lourds/jours/voie) a permis d'obtenir un avis favorable de la Division ETGOT du SETRA en date du 26 juillet 1983.

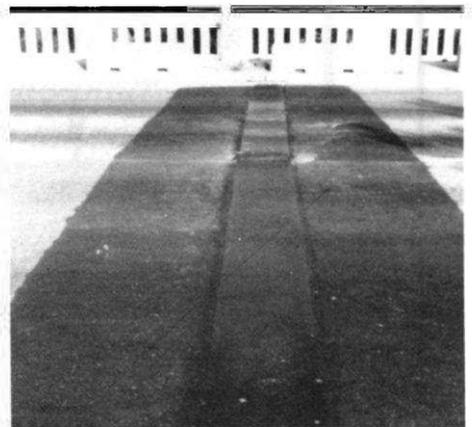
## POURQUOI CHOISIR LE PROCÉDE THORMAJOINT ?

Outre la reconstitution d'un profil continu de la chaussée et son absence de nuisance sonore, le procédé breveté Thormajoint présente à l'appréciation du Maître d'Oeuvre plusieurs propriétés spécifiques :

- il ne demande *aucun entretien*,
- il peut être *facilement rechargé ou raboté sans dépose* lors des opérations de réfection de chaussée,
- il ne nécessite *aucune réservation* et s'applique après la réalisation des enrobés excluant toute interférence avec les autres corps d'état,
- la fabrication sur site, du Thormajoint, lui confère une grande souplesse de mise en oeuvre,
- sa réalisation en section modulable et son temps de séchage réduit s'adapte tout particulièrement aux contraintes des chantiers sous trafic.



avant



après

## DOMAINE D'UTILISATION

Initialement utilisé pour la réparation sur ouvrages anciens, c'est désormais une méthode préconisée pour la mise en place des ouvrages neufs ou des solutions de continuité entre chaussée et trottoir peuvent être prévues dans le cadre des projets.

Rattaché à la catégorie semi-lourd lors des premiers chantiers en France, l'expérience sur routes nationales et autoroutes depuis 5 années, permettent de le proposer désormais quelle que soit la classe de trafic.

La longue expérience de la Société Grégory dans la réalisation de joints coulés à chaud, la prédisposait bien évidemment à la prise en charge du développement du procédé Thormajoint en France.

A la demande des spécialistes d'ouvrages d'art plus de 8 500 ml de Thormajoint ont été installés sur l'ensemble du territoire, prouvant ainsi l'intérêt grandissant pour ce nouveau concept de joint.

Demandes de renseignements : **GREGGORY S.A.**  
DEPARTEMENT GRANDS TRAVAUX

Z.A. des Cochets - 91220 BRETIGNY-SUR-ORGE - Tél. : 60.84.43.63

Agences : Besançon, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Colmar, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Nice, Toulouse. Concessionnaires : Stop Bourgueil - Elbesols Melun - Fourlon Puteaux.

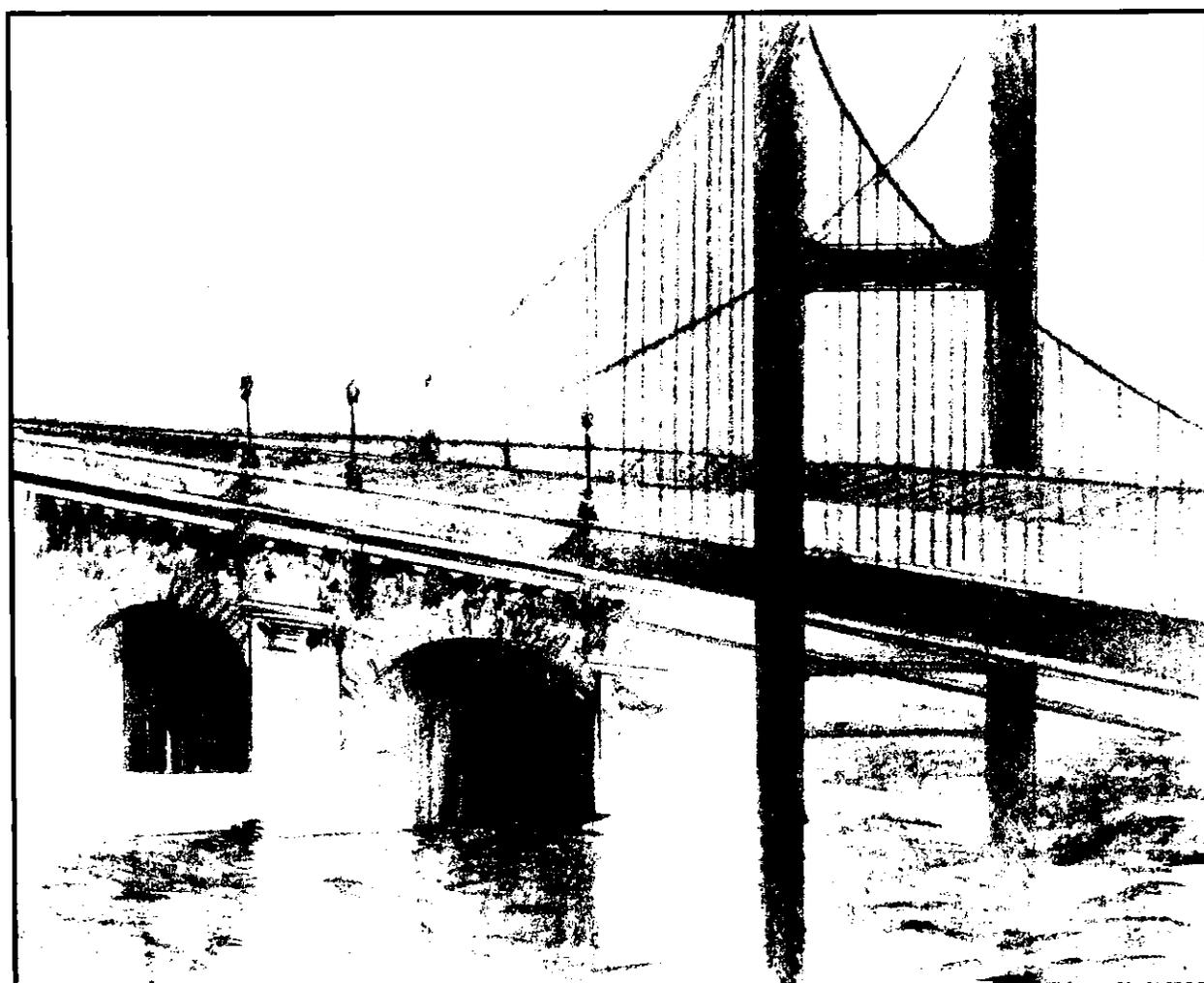
Étanche  
Confortable  
Sans entretien



Rapidité  
de mise  
en œuvre

# thorma joint<sup>®</sup>

JOINT DE DILATATION  
POUR PONTS ROUTES



**Les ponts ont changé, les Techniques Aussi!**



**GREGGORY**

Z.A. des Cochets - 91220 BRÉTIGNY-SUR-ORGE - Tél. : 60.84.43.63

Agences : Besançon, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Colmar, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes,  
Nice, Toulouse. Concessionnaires : Stop Bourgueil - Elbesols Melun - Fourlion Puteaux.

# MARS & CO

- *nous sommes une entreprise de conseil spécialisée en réflexion stratégique.*
- *nous nous impliquons dans la mise en œuvre de nos recommandations.*
- *dès notre fondation à Paris en 1979, nous avons choisi de ne travailler que pour un certain nombre de grandes entreprises internationales avec lesquelles nous développons des relations à long terme.*
- *ni à Paris, ni à New York, ni à Londres nous ne sommes suffisamment nombreux pour assurer notre développement.*
- *si vous désirez rejoindre notre équipe, contactez notre Direction des Ressources Humaines au 122 boulevard Exelmans 75016 Paris.*

Paris - Londres - New York

# CHEMIE LINZ FRANCE

Réfection des couches de roulement bitumées à l'aide de géotextiles spéciaux.

La nécessité d'abaisser les coûts élevés de réfection des couches de roulement bitumées, entraînés par le vieillissement de celles-ci, a donné lieu au début des années 70 à un développement de nouvelles technologies de construction des routes d'asphaltes : le développement des couches de roulement bitumées avec renforcement de géotextile.

La formation des fissures dans la couche de roulement élimine la fonction d'imperméabilité et facilite la pénétration des eaux de pluie dans la couche de base. Chaque fissure dans le revêtement engendre une réduction des paramètres de cisaillement du matériau de la couche de base. Les dommages qui s'ensuivent sont la formation d'ornières, la concentration de fissures longitudinales dans les voies de circulation, des nids de poules et des détériorations dues au gel.

Si la réfection de la couche de roulement fissurée est effectuée à l'aide d'un nouveau revêtement, il peut se produire une propagation des fissures, ce qui entraîne la remontée de fissures de l'ancien tapis de roulement vers le nouveau. Ce phénomène est évité grâce au développement d'un géotextile spécial : le Polyfelt PGM 14. Il s'agit d'un non-tissé de fibres continues 100 % propylène. Ce non-tissé doit contenir une quantité de bitume supérieure à 1 litre/m<sup>2</sup>. Il se forme une couche d'égalisation réduisant la tension entre l'ancienne et la nouvelle couche, augmentant ainsi la durée de vie du nouveau revêtement. La combinaison géotextile-bitume rend imperméable la couche de base et stabilise l'évolution de la fissure.

L'influence des géotextiles sur le comportement à long terme, c'est-à-dire l'effet du renforcement de l'asphalte, est un mécanisme d'action complexe qui, en aucun cas, ne pourra être défini par la résistance à la traction du géotextile. La fonction d'imperméabilisation du non-tissé imprégné de bitume a une influence déterminante sur la durée de vie de la couche de roulement. Le diagramme 1 donne les résultats d'essais entrepris pour déterminer le rendement géotextile FEF du Polyfelt PGM 14 en fonction de la fatigue à la flexion  $N_q$  et de la quantité  $q$  d'adhésif bitumineux répandu au préalable.

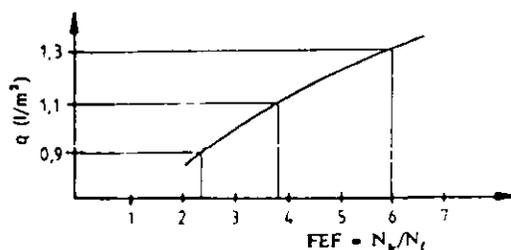
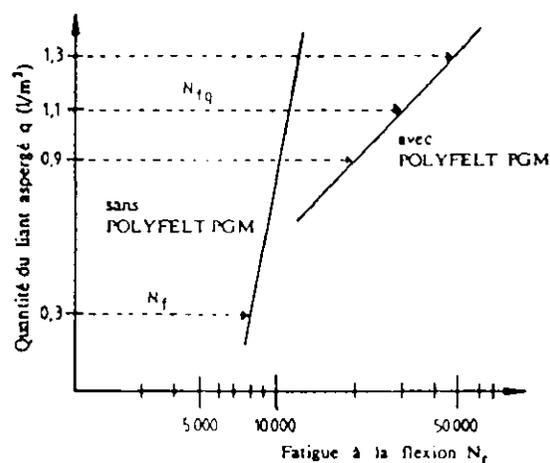


Diagramme 1

L'augmentation de la résistance à la fatigue de flexion ne s'explique pas par la résistance à la traction du géotextile mais par la réduction de tensions provoquées par les mouvements de l'ancien tapis.

L'effet de barrière à l'eau du géotextile Polyfelt PGM 14 imprégné de bitume, doit empêcher de façon permanente toute entrée d'eau superficielle dans la couche de base. Un vaste programme d'essais de laboratoire a été mené aux USA pour déterminer l'effet imperméabilisant. A cette occasion, les pressions hydrostatiques maximales agissant simultanément avec les charges dynamiques provenant des voitures particulières comme des camions ont été examinées. Après cette recherche, la pression hydrostatique maximum autorisée concernant le système avec le Polyfelt PGM 14 comportait trois valeurs spécifiques par rapport au système sans géotextile.

La résistance au cisaillement dans l'interface entre l'ancien revêtement et le nouveau doit être suffisante pour empêcher, dans les zones les plus menacées de cisaillements importants causés par des manœuvres de freinage et de changements de direction, que le nouveau revêtement bitumé ne se détache et ne glisse, à des températures élevées. Les résultats des essais montrent que pour des températures élevées ( $> 60^{\circ}\text{C}$ ), quand la résistance au cisaillement devient critique dans la surface de glissement, l'adhérence entre les 2 couches est sensiblement la même, avec ou sans géotextile.

## MISE EN ŒUVRE

Après le nettoyage de l'ancienne couche de roulement et la mise en place de bitume, à raison de  $1,1 \text{ l/m}^2$ , on déroule le PGM 14. Dans certains cas, l'ancienne couche de roulement peut être fortement fissurée ou déformée et l'on recommande la mise en œuvre de couche de compensation.

La mise en œuvre du géotextile peut se faire manuellement aussi bien que mécaniquement. Dans les deux cas, il y a lieu de remarquer que, lors de l'emploi de bitume pur, le déroulage du géotextile peut suivre immédiatement l'épandage de l'agent adhésif. Si l'on emploie l'émulsion de bitume, il faut absolument respecter les temps de rupture avant de dérouler le non-tissé.

La couche de béton bitumineux peut se mettre en œuvre immédiatement après avoir déroulé le géotextile.

Comme variante, nous avons développé la technique de surfacage composé du géotextile, de l'enduit d'accrochage bitumineux et de gravillons :

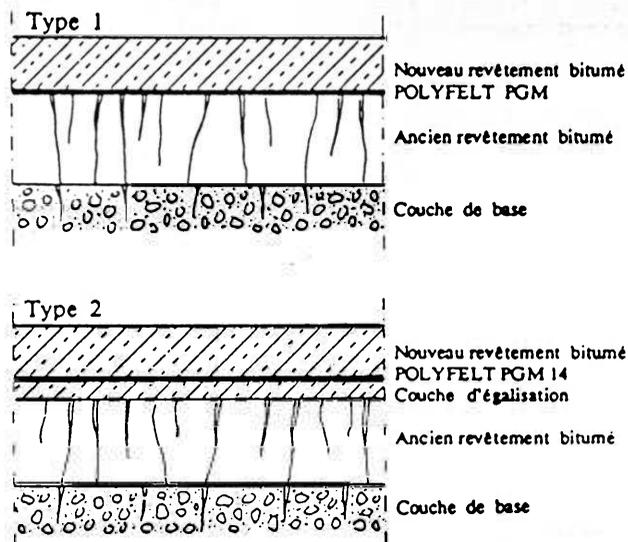


Fig. 1 : Types d'exécution.

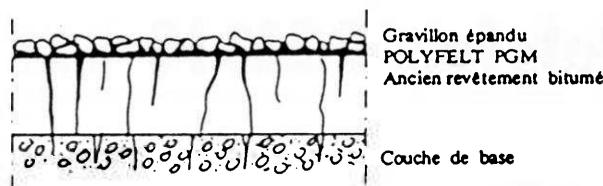


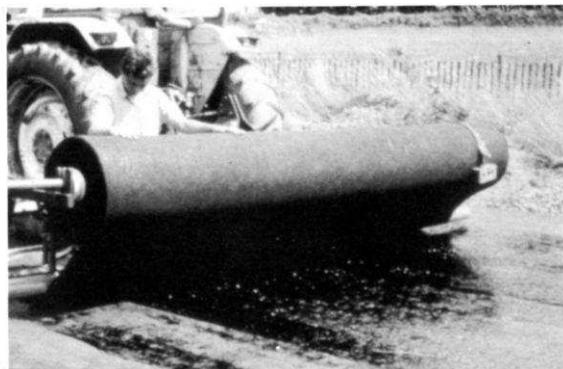
Fig. 2 : Revêtement par épandage de gravillons.

Cette forme convient à des sections de routes de moindre importance et constitue une forme de réfection à prix avantageux, tout en ayant les mêmes avantages qu'avec le béton asphalté.

L'utilisation du Polyfelt PGM 14 dans le processus de réfection des couches du béton bitumineux fissurées a déjà été utilisé avec succès dans plusieurs pays européens.

## Référence :

Chemie Linz AG, "Polyfelt TS — Dimensionnement et Pratique", 1987, A-4021 Linz, Autriche.

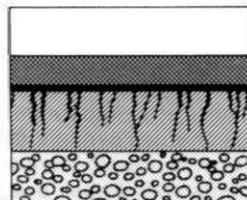


# Polyfelt® PGM 14

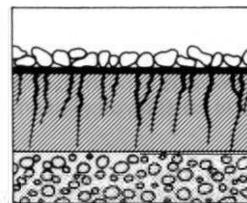
Le non-tissé aiguilleté en filaments continus, 100% polypropylène, pour le renforcement du revêtement de chaussées.

L'utilisation du Polyfelt® PGM 14 assure une durée de vie plus élevée de la chaussée grâce:

- **à sa fonction d'étanchéification:**  
protection de la chaussée contre la pénétration de l'eau de pluie et autres précipitations.
- **au fait qu'il retarde la propagation des fissures:**  
il empêche et diminue la fissuration, évite que les fissures existant dans l'ancienne chaussée ne se propagent dans la nouvelle.
- **à une diminution de la fatigue par pliage:**  
la fatigue par pliage de la nouvelle chaussée est considérablement diminuée (augmentation de la résistance de la nouvelle chaussée).



Nouvelle chaussée en béton bitumineux  
**Polyfelt® PGM 14**  
ancienne chaussée  
couche portante



Gravillon épanché  
**Polyfelt® PGM 14**  
Ancien revêtement bitumé  
Couche de base



**CHEMIE LINZ**  
Chemie Linz France S.A.R.L.  
Le Sauri, Av. du Levant  
F-93160 Noisy le Grand - Mont d'Est  
Téléphone: (01) 45 92 34 07  
Téléfax: (01) 45 92 34 07

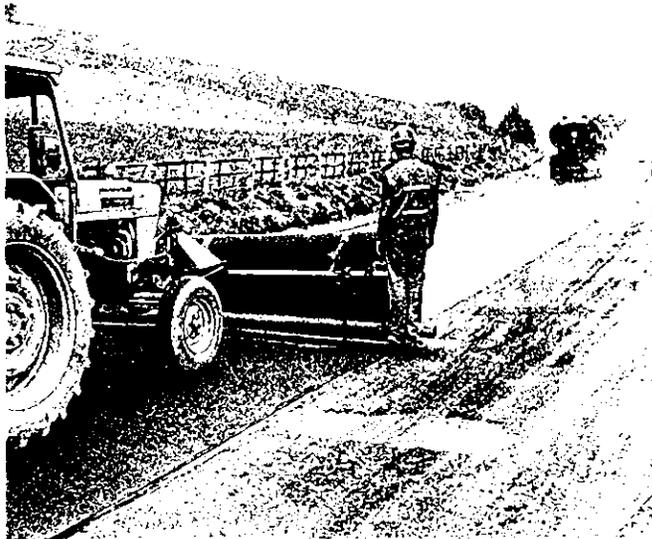
**Polyfelt® PGM 14** – La solution rentable et durable pour la réfection des chaussées.



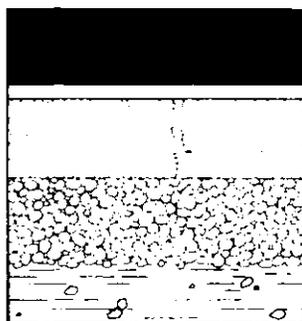
**Assurez-vous des  
chantiers sans problème!**

# AmoPave®

**Tissu technique, retardant  
l'apparition des fissures  
et créant une barrière  
efficace contre l'eau...**



- Simple de mise en oeuvre et de faible coût, AMOPAVE assurera une longévité accrue à vos couches de roulement et aux sous-couches.
- Vous pouvez utiliser AMOPAVE pour toutes les routes, voiries, parkings, aéroports, pistes cyclables... partout où des fissures sont déjà remontées, mais également en prévention avant que cela ne se produise.



- Nouvel enrobe  
Tissu AmoPave  
Couche de collage  
de bitume
- Vieille chaussée
- Fissure, colmatée de  
matériaux bitumineux
- Assises de chaussées
- Sol support

Le tissu AmoPave...

1. Retarde la fissure réfléchie
2. Fournit une barrière contre l'eau
3. Augmente la durée de la chaussée

DOCUMENTATIONS TECHNIQUES, INFORMATIONS ET CONSEILS



36 Rue de Silly  
92100 Boulogne-Billancourt  
Téléphone (1)-46.04.33.00  
Télex 200.080 F  
Tétefax (1)-46.04.23.50



Amoco Fabrics

# SACER

Voiries  
Aérodromes  
Travaux routiers

Sols industriels

Réseaux  
Assainissements  
Terrains de sports

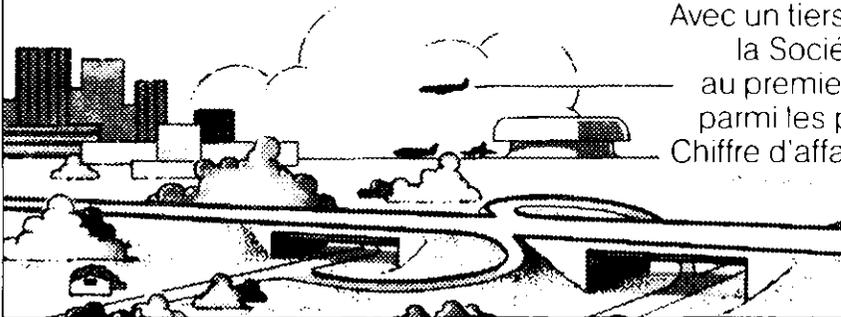
## SOCIETE ANONYME POUR LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN DES ROUTES

1, rue Jules-Lefebvre 75009 PARIS - Tél. : 42.80.69.05 - Télex 660923 SADERDG

ANGERS	49240 AVRILLE	Tél. : 41.34.62.34
BESANÇON	25410 SAINT-VIT	Tél. : 81.58.63.22
CLERMONT-FERRAND	63370 LEMPDES	Tél. : 73.83.08.55
ETAMPES	91150 ETAMPES	Tél. : 64.94.80.81
GRENOBLE	38320 EYBENS	Tél. : 76.25.81.33
LE MANS	72000 LE MANS	Tél. : 43.23.24.76
MARSEILLE	13014 MARSEILLE	Tél. : 91.02.36.30
RENNES	35013 RENNES	Tél. : 99.59.25.91
TOULOUSE	31024 TOULOUSE	Tél. : 61.49.41.54

Département *GRANDS TRAVAUX* et *TRAVAUX SPECIAUX*  
**69671 BRON** - Tél. : 78.26.60.03

## POUR LES BATISSEURS DE DEMAIN.



Avec un tiers du marché national,  
la Société des Ciments Français se place  
au premier rang des producteurs français et  
parmi les plus grands cimentiers du monde.  
Chiffre d'affaires consolidé : 8 milliards de francs.

**SOCIETE  
DES CIMENTS  
FRANÇAIS**

# RAZEL

**TERRASSEMENT  
GENIE CIVIL  
BATIMENT  
ROUTES - VRD  
TRAVAUX AGRICOLES**

**Siège Social** : Christ de SACLAY — BP 109 — 91403 ORSAY Cedex

☎ (1) 69.41.81.90 — Télécopieur : (1) 60 12.06.45 — Télex : 692538 F

**Filiales et Agences** : Alger, Douala, Libreville, Abidjan, Cotonou, Brazzaville, Dakar

**SIEGE SOCIAL** : BP 612, 84031 AVIGNON CEDEX.  
Tél. : 90.31.23.96 - Téléc. : 431344  
Télécopie : 90.32.59.83.

**AGENCES**

**BORDEAUX**, 22, bd Pierre-1<sup>er</sup>, 33081 BORDEAUX.  
Tél. : 56.81.24.67 - Téléc. : 710567 - Télécopie : 56.44.75.97.  
**NANTES**, 8, avenue de la Brise, 44700 NANTES  
ORVAULT.  
Tél. : 40.59.32.44 - Téléc. : 710567 - Télécopie : 40.59.50.37.  
**METZ**, 1, rue des Couteliers, 57070 METZ.  
Tél. : 87.36.16.77 - Téléc. : 860695 - Télécopie : 87.36.45.10.  
**LILLE**, 201, rue Colbert, 59800 LILLE.  
Tél. : 20.57.01.44 - Téléc. : 860695 - Télécopie : 20.54.58.31.  
**LYON**, 74, cours Lafayette, 69003 LYON.  
Tél. : 72.61.15.29 - Téléc. : 330545 - Télécopie : 72.61.83.63.  
**STRASBOURG**, 6, quai Mathiss, 67000 STRASBOURG.  
Tél. : 88.36.88.50 - Téléc. : 860695 - Télécopie : 88.36.88.52.  
**PARIS**, 5 bis, rue du Louvre, 75001 PARIS.  
Tél. : (1) 42.60.21.43 - Téléc. : 670230 -  
Télécopie : (1) 42.97.52.99.  
**LE MANS**, 61, rue Tristan-Bernard, 72000 LE MANS.  
Tél. : 43.82.15.36 - Téléc. : 710567.

**ACTIVITES**

TRAVAUX SPECIAUX DE FONDATIONS - PUIITS  
POMPAGES  
DRAINAGES SUB-HORIZONTAUX  
RABATTEMENTS DE NAPPES - TRAVAUX SOUTERRAINS  
PIEUX - PALPLANCHES  
ANCRAGES  
CONSOLIDATION DES SOLS PAR COMPACTAGE

## CONSTRUCTIONS METALLIQUES

1 à 1 500 t - Pièces soudées jusqu'à 40 t - Usinage CN



**R. CHANTEGROS (CI. 68)**

**B.P. 88 - 71403 AUTUN CEDEX**

Tél. : 85.52.27.03 - Téléc. : 800585

**BATIMENTS INDUSTRIELS  
SERRURERIE — COUVERTURE  
BARDAGE — OUVRAGES D'ART**



# SCETAUROUTE



**SOCIETE  
CENTRALE  
D'ETUDES ET  
DE REALISATIONS  
ROUTIERES**

**VOTRE PARTENAIRE  
EN  
ILE-DE-FRANCE-EST**

**SCETAUROUTE  
2, rue Stephenson  
78181 St-Quentin Yvelines Cedex  
Tél. : 30.43.99.27**

# DRESSER RAND

DRESSER RAND S.A.

## USINE MAZELINE

31, boulevard Winston-Churchill

76080 LE HAVRE cedex 7013

☎ 35.25.81.25 - Téléc : 19004

Compresseurs Centrifuges "CLARK"  
Compresseurs d'air Centrifuges "ISOPAC"  
Compresseurs Alternatifs "CLARK"

Turbines à gaz "DRESSER-CLARK"  
Mineurs Continus "JEFFREY"  
Compresseurs "ROOTS"  
Matériel de Forage "IDECO"  
Produits miniers "GUIBERSON"

## PIECES DE RECHANGE

31, boulevard Winston-Churchill  
Tél. : 35.25.30.55 - Téléc : 190849  
76080 Le Havre cedex 7013

Paris Sales, Service  
Centre Silic - 5, rue d'Antony  
94533 Rungis Cedex L 192  
Tél. : 46.87.22.52 - Téléc : 824.270.772

## Une gamme complète de géotextiles

non tissés, tissés et produits spéciaux



des distributeurs dans toute la France

**I.C.I. France S.A.**

1, avenue Newton 92142 CLAMART CEDEX. Tél. : 45.37.54.24



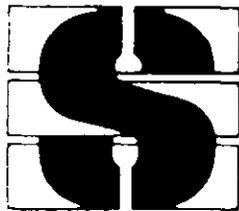
MEMBRE DU COMITE FRANÇAIS DES GEOTEXTILES ET DES GEOMEMBRANES



**S'IL FAUT UN JOUR  
Y FAIRE DES ROUTES...  
JEAN LEFEBVRE  
INNOVERA !**



ENTREPRISE JEAN LEFEBVRE : 11, BD JEAN-MERMOZ • 92202 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX • TÉL. (1) 47 47 54 00  
TELEX 620 510 F • TÉLÉCOPIEUR (1) 47 45 87 61



# Surschiste

## • *Briques apparentes :*

— HULLUCH

Tél. : 21.70.09.54

## • *Schistes et cendres :*

— LENS

Tél. : 21.78.02.02

— MERLEBACH

Tél. : 87.81.71.20

— VENISSIEUX

Tél. : 78.74.88.34

**soltrav**  
TRAVAUX SPECIAUX DE FONDATIONS

**SIEGE SOCIAL :** BP 612, 84031 AVIGNON CEDEX.  
Tél. : 90.31.23.96 - Télécopie : 431344  
Télécopie : 90.32.59.83.

### AGENCES

**BORDEAUX**, 22, bd Pierre-1<sup>er</sup>, 33081 BORDEAUX.  
Tél. : 56.81.24.67 - Télécopie : 710567 - Télécopie : 56.44.75.97.  
**NANTES**, 8, avenue de la Brise, 44700 NANTES ORVAULT.  
Tél. : 40.59.32.44 - Télécopie : 710567 - Télécopie : 40.59.50.37.  
**METZ**, 1, rue des Couteliers, 57070 METZ.  
Tél. : 87.36.16.77 - Télécopie : 860695 - Télécopie : 87.36.45.10.  
**LILLE**, 201, rue Colbert, 59800 LILLE.  
Tél. : 20.57.01.44 - Télécopie : 860695 - Télécopie : 20.54.58.31.  
**LYON**, 74, cours Lafayette, 69003 LYON.  
Tél. : 72.61.15.29 - Télécopie : 330545 - Télécopie : 72.61.83.63.  
**STRASBOURG**, 6, quai Mathiss, 67000 STRASBOURG.  
Tél. : 88.36.88.50 - Télécopie : 860695 - Télécopie : 88.36.88.52.  
**PARIS**, 5 bis, rue du Louvre, 75001 PARIS.  
Tél. : (1) 42.60.21.43 - Télécopie : 670230 -  
Télécopie : (1) 42.97.52.99.  
**LE MANS**, 61, rue Tristan-Bernard, 72000 LE MANS.  
Tél. : 43.82.15.36 - Télécopie : 710567.

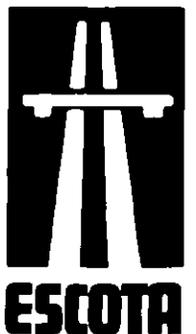
### ACTIVITES

TRAVAUX SPECIAUX DE FONDATIONS - PUIITS  
POMPAGES  
DRAINAGES SUB-HORIZONTAUX  
RABATTEMENTS DE NAPPES - TRAVAUX SOUTERRAINS  
PIEUX - PALPLANCHES  
ANCRAGES  
CONSOLIDATION DES SOLS PAR COMPACTAGE

## SOCIETE DE L'AUTOROUTE ESTEREL - COTE D'AZUR

AB AIX - FRONTIERE / A52 et A50 AIX - AUBAGNE - TOULON / A51 AIX - MANOSQUE

*Sécurité Confort*  
*Rapidité*



**DIRECTION GENERALE**  
BP 51 - 83480 LE PUGET-SUR-ARGENS  
TEL. : 94.45.52.71

**DIRECTION DE L'EXPLOITATION**  
BP 41 - 06210 MANDELIEU - TEL. : 93.49.18.83

**VIAFRANCE équipe la France**

**Terrassements · Assainissements · VRD**

**Travaux Publics  
Travaux Privés**

**Routes · Aérodrômes**

**Ensembles Sportifs et de Loisirs**

**VIAFRANCE** 

SIEGE SOCIAL / 92-98 Boulevard Victor-Hugo  
92115 CLICHY CEDEX - Tél. 16 (1) 47 31 11 71

**62 agences dans vos régions**

**B A C H Y**

Activités :

- Etudes géologiques, géotechniques et hydrogéologiques
- Sondages de reconnaissance
- Injections de consolidation et d'étanchement
- Pieux moulés dans le sol et micropieux
- Parois moulées et barrettes de fondation
- Parois d'étanchéité
- Parois préfabriquées PREFASIF
- Parois berlinoises
- Tirants d'ancrage
- Congélation des sols
- Stabilisation et drainage
- Recherches et exploitation d'eau
- Recherches minières
- Vibrofottation

92, rue Baudin - 92300 LEVALLOIS-PERRET

Tél. : (1) 47.30.29.29 - Télex : 620669



**NOUVEAU**

**POUR LES BESOINS  
DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE  
ET DE LA COMMUNICATION**

**SYLVIA**

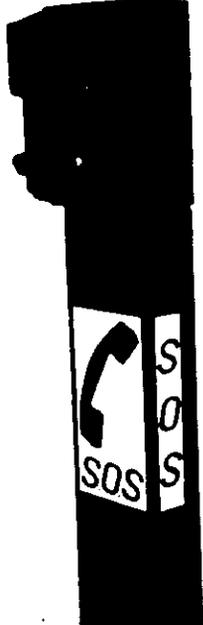
Seule solution viable et économique. Appliquée par  
allie: l'efficacité des fibres optiques  
à la souplesse de l'alphamérique;  
présent à l'automobiliste de l'évènement en temps réel  
offre :

- une meilleure lisibilité quel que soient les conditions atmosphériques
- le passage d'un message à un autre sans perturbation visuelle
- une possibilité de réécouter instantanément les messages
- une consommation énergétique minimale
- une installation adéquate par son système à l'automobiliste de l'évènement



**SÉCURITÉ ET SIGNALISATION**  
B.P. 1007 - 13700 TOURS COCOTE  
TEL. 04 42 42 42 42 - Tél. 04 42 42 42 42





*Spécialistes de Matériel  
de Télécommunications  
étanches et blindés*

**TÉLÉPHONIE**

**SIGNALISATION**

**SONORISATION**

**INTERPHONIE**

**BRANCHEMENT ET  
ACCESSOIRES...**

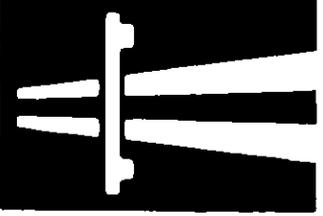
**TÉLÉPHONES LE LAS**  
☎ (1) 42.87.04.04

70, rue de St-Mandé  
93100 MONTREUIL

Télex Le Las 231 943 F

**SOCIÉTÉ DE L'AUTOROUTE  
ESTEREL - CÔTE D'AZUR**

A8 AIX - FRONTIÈRE / A52 et A50 AIX - AUBAGNE - TOULON / A51 AIX - MANOSQUE



**ESCOTA**

*Sécurité Confort*

*Rapidité*

---

**DIRECTION GÉNÉRALE**  
BP 51 - 83480 LE PUGET-SUR-ARGENS  
TEL. : 94.45.52.71

**DIRECTION DE L'EXPLOITATION**  
BP 41 - 06210 MANDELIEU - TEL. : 93.49.18.83

## PROGRAMME REDACTIONNEL 1988

<b>JANVIER :</b>	La Savoie Olympique
<b>FEVRIER :</b>	Transports Collectifs
<b>MARS :</b>	Financement des Infrastructures
<b>AVRIL :</b>	Communication — Télécommunications
<b>MAI :</b>	Ecole - Carrières
<b>JUIN-JUILLET :</b>	Management
<b>AOÛT-SEPTEMBRE :</b>	Logement — Immobilier
<b>OCTOBRE :</b>	Banque, Finances
<b>NOVEMBRE :</b>	L'eau
<b>DECEMBRE :</b>	Route et Rail

### Bulletin d'Abonnement

Pour vous abonner, il vous suffit de nous téléphoner au 42.60.25.33 ou de nous retourner le bulletin ci-dessous à PCM-LE PONT, service abonnement, 28, rue des Saints-Pères, 75007 Paris.

#### BULLETIN D'ABONNEMENT

M. ....

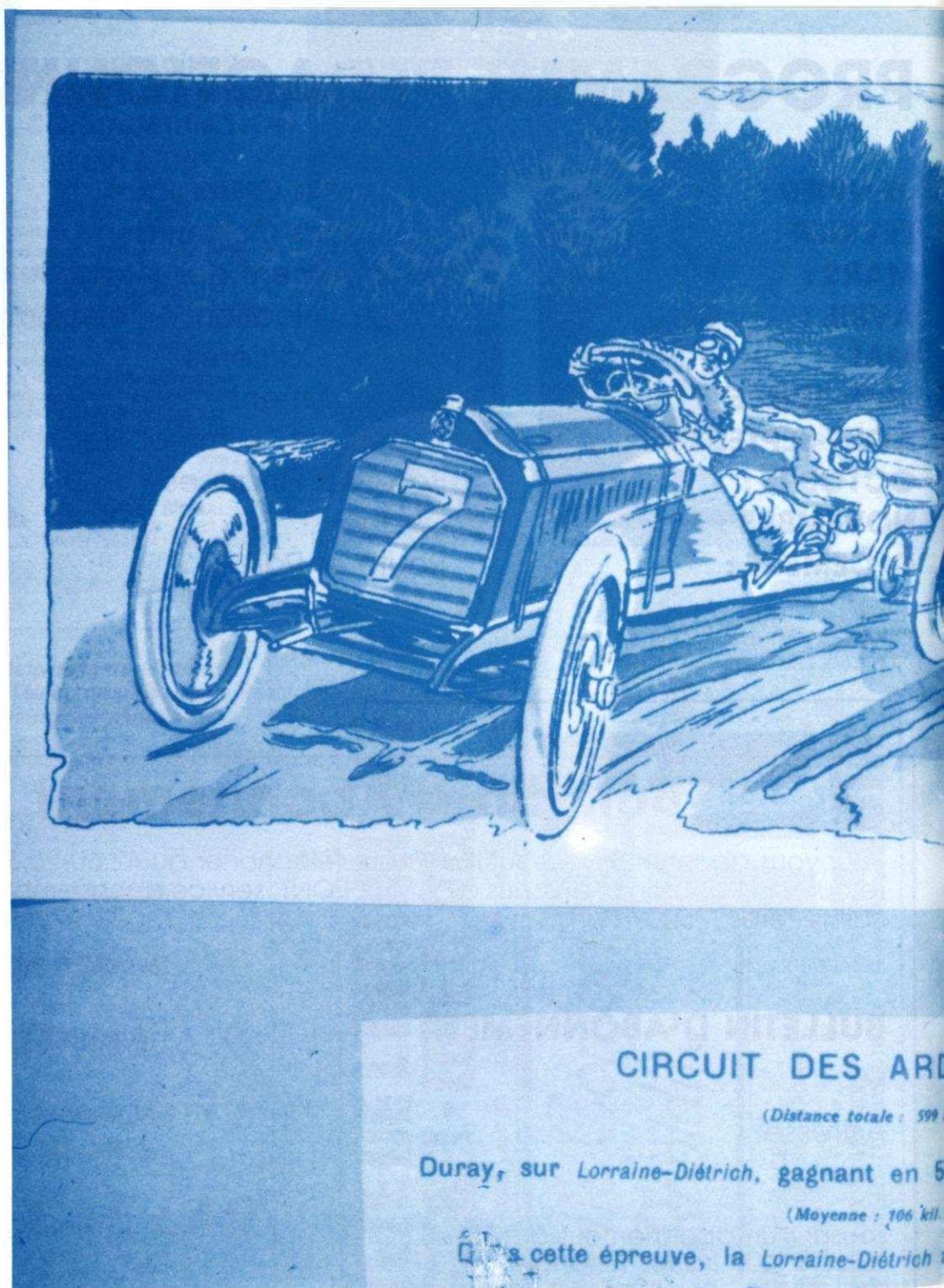
Adresse .....

souscrit un abonnement à PCM-LE PONT  
1 an = 400 francs (Etranger : 450 F)  
règlement par chèque à l'ordre de PCM

paiement à la réception de la facture

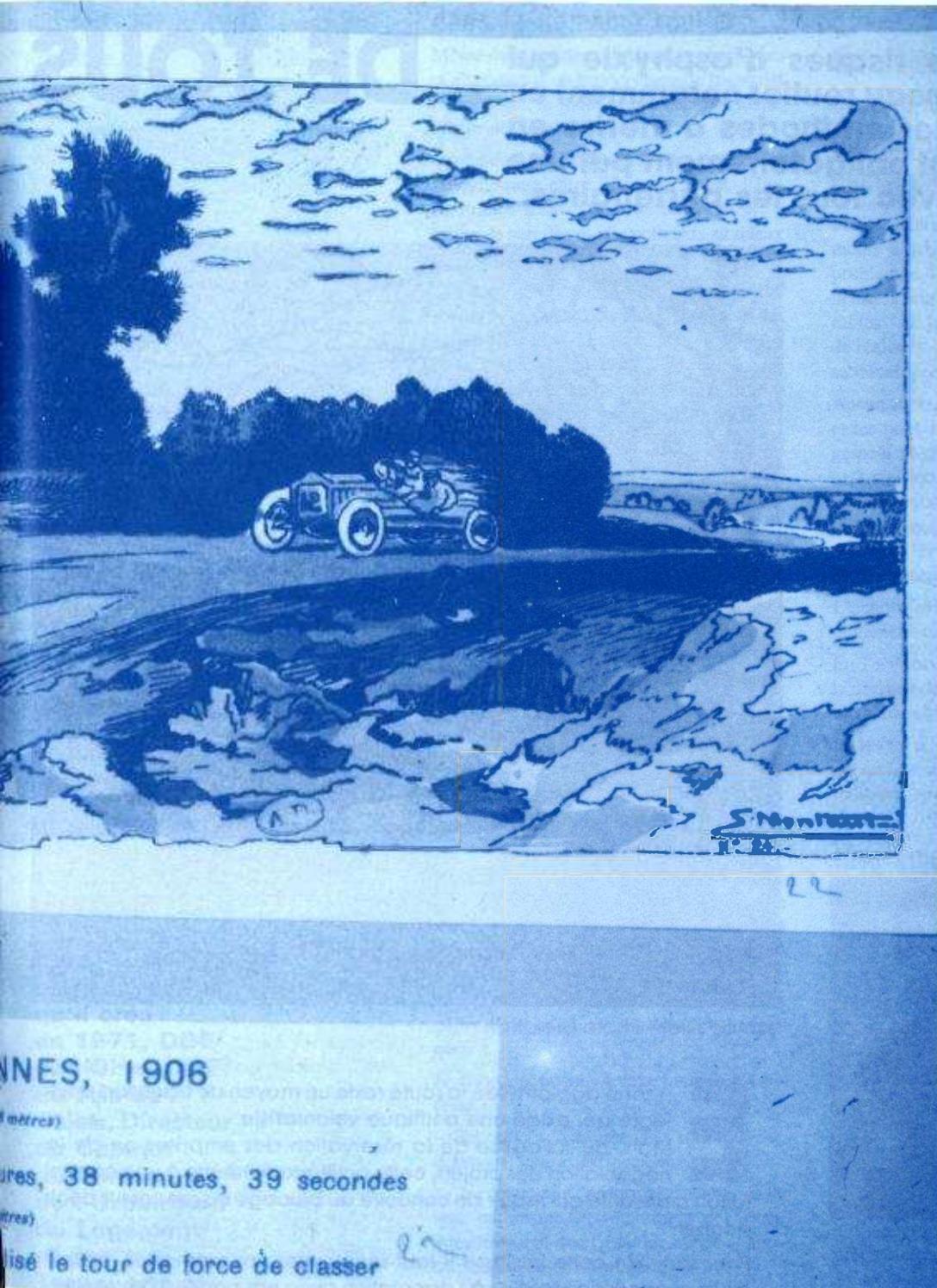
Date ..... Signature .....

# LA ROUTE : COMMUNICA



## EN ROUTE VI

# ION ET PROGRES



La rencontre de la route et de l'automobile a été un des événements majeurs du XX<sup>e</sup> siècle.

Aujourd'hui  
3 ménages sur 4 possèdent une automobile et 1 sur 4 en a deux. La route assure 60 % du transport de marchandises.

Pour valoriser la position centrale que la France occupe en Europe et préparer l'ouverture des frontières en 1992, un plan routier a été lancé en avril 1987.

Il prévoit pour l'an 2000 : 8 300 km d'autoroutes de liaisons et 2 800 km de routes express.

La route, outil de communication et de progrès est en interaction profonde avec son environnement géographique, écologique et humaine.

Photo  
Jean-Louis Charmet  
EXPLORER

NES, 1906

38 minutes, 39 secondes

isé le tour de force de classer

# RS L'AN 2000

# LA ROUTE... C'EST L'AFFAIRE DE TOUS

Pour éviter les risques d'asphyxie qui menacent le réseau routier notamment en Ile-de-France, les méthodes à mettre en place passeront obligatoirement par une concertation avec tous les partenaires.



**Jacques  
Rousset,  
Préfet,  
Directeur  
Régional  
de l'Équipement  
d'Ile-de-France.**



Rambouillet - Photo Melatt-Si.

**E**n zone agglomérée la route reste un moyen de transport privilégié qui exige une politique volontariste. Mais, qu'il s'agisse de la réservation des emprises ou de la négociation des projets, cette politique se heurte à une contestation croissante qui risque de conduire au blocage du processus décisionnel.

Pour sortir de cette impasse il faut renouveler nos méthodes, passer de la concertation tardive à l'association avec nos partenaires, rechercher avec eux un langage commun et élaborer conjointement des programmes de mise en valeur des espaces traversés. C'est à ce prix que la route retrouvera l'image positive qu'elle a, le plus souvent, perdue.

**ICPC 62  
il commença  
une carrière  
en 1962  
au Service  
des Voies  
Navigables  
du Nord et du  
Pas-de-Calais  
comme  
responsable de  
l'arrondissement  
"études et  
grands travaux"  
de la liaison  
à grand gabarit  
Dunkerque-  
Valenciennes.  
Il fut ensuite  
successivement  
adjoint "Infra"  
au DDE de Seine  
Saint-Denis,  
puis Directeur  
du Service  
Technique  
de l'Urbanisme  
qu'il créa  
en 1971, DDE  
de l'Oise, DDE  
du Pas-de-  
Calais, Directeur  
du Cabinet  
du Ministre  
de l'Urbanisme  
du Logement  
et des  
Transports et  
enfin Directeur  
régional  
de l'Équipement  
d'Ile-de-France.**

## La concertation dans le domaine routier

Même dans les zones fortement urbanisées et disposant d'un bon système de transport en commun, la route assure une part majoritaire des déplacements.

Quelle que soit l'efficacité de nos efforts de rééquilibrage entre l'Est et l'Ouest, l'Ile-de-France sera dans cette situation et, à terme, la part des modes collectifs au mieux se maintiendra.

Dès lors, la croissance de la charge réseau routier — et tout spécialement du réseau des voies rapides — est inéluctable comme l'attestent les chiffres de notre région : les encombrements sur les autoroutes et le boulevard périphérique représentent 85 % du total des encombrements français et croissent de 17 % par an.

Un développement explosif des encombrements...

Pour échapper à ce risque d'asphyxie il faut une politique routière ambitieuse portant à la fois sur le développement des infrastructures et sur leur exploitation. Les objectifs sont clairs mais les obstacles sont considérables et imposent, à mon avis, une révision de nos méthodes en particulier en ce qui concerne la concertation avec nos partenaires.

## Un impératif et une première difficulté : préserver le long terme

Pour garantir un minimum de cohérence au réseau dont nos successeurs hériteront il faut prendre des mesures de réservation à long terme qu'il est de plus en plus difficile de faire accepter au nom d'un intérêt général mal perçu et sans doute mal expliqué.

Je vois trois raisons à cette première difficulté :

- les projets correspondants sont souvent, d'avance, contestés localement ;
- les communes, désormais maîtresses de leur urbanisme et notamment des POS, admettent mal que l'Etat leur impose arbitrairement des contraintes ;
- enfin les emprises achetées par l'Etat sont malheureusement fréquemment laissées à l'abandon et deviennent des friches inesthétiques d'autant moins bien supportées qu'elles apparaissent inutiles.

Nous reviendrons sur cette importante question plus bas.

## Un objectif majeur et une seconde difficulté : ne pas bloquer le processus décisionnel

Si l'inscription des projets dans les documents d'urbanisme pose déjà de sérieux problèmes, l'engagement des opérations se heurte à son tour à des obstacles considérables : au fur et à mesure que l'échéance de réalisation se rapproche, la contestation se développe.

Aucun autre contre-pouvoir ne se manifeste et les bénéficiaires potentiels de l'aménagement se taisent. Les élus ne se prononcent souvent qu'en fonction de considérations de politique locale et le débat se réduit rapidement à un face à face entre les ingénieurs et les défenseurs de la nature et de l'environnement.

L'écho renvoyé par les médias est essentiellement celui des oppositions.

En l'absence du moindre consensus local la décision devient délicate car marquée inévitablement d'un certain autoritarisme.

Le risque de blocage du processus décisionnel est la seconde difficulté majeure de toute politique routière.

## Une voie de solution : renouveler la concertation avec nos partenaires

Conçue comme une phase administrative préalable à l'enquête — qui, de toutes façons, aboutira à l'ouverture des chantiers — la concertation est inopérante face aux manifestations de rejet décrites plus haut. Celles-ci ne font que traduire une évolution des mentalités de nos concitoyens.

Face à des exigences accrues d'explication et de débat, la concertation doit prendre une autre dimension associant plus tôt et plus largement les partenaires du maître d'ouvrage aux études et à la préparation de la décision depuis la planification jusqu'à la réalisation.

### *La planification à long terme*

Nous devons ouvrir les dossiers de politi-

que routière, fournir des informations sur le fonctionnement actuel et futur du réseau, sur l'évolution de la demande et sa répartition entre route et transports collectifs et accepter le débat sur l'organisation du système routier à moyen et long termes.

L'objectif est de faire en sorte que l'ensemble des intervenants avant de discuter des moyens de mise en œuvre s'entendent d'abord sur une problématique routière commune.

Bien comprise, cette problématique permettra de mieux faire accepter les réservations d'emprises dans les documents d'urbanisme locaux.

#### *Le traitement des emprises réservées*

A l'origine du refus des emprises ou de leur remise en cause il y a leur aspect de terrains vagues voire de décharge. Reconnaissons que ces reproches sont fréquemment fondés. Laisser en jachère — pendant 10 ou 20 ans — des espaces importants n'est guère acceptable. Certes, de plus en plus souvent, les emprises urbaines sont aménagées légèrement sous forme d'espaces verts ou de jeux. Mais le maître d'ouvrage hésite à faire "trop bien" par crainte de ne pouvoir ultérieurement lors des travaux récupérer des terrains que se seront appropriés les riverains ou usagers.

Il me paraît indispensable de dépasser cette analyse et de concevoir, pour ces réservations, des traitements adaptés au mieux à l'attente des collectivités et des habitants.

Il faut que dès ce stade, la route apporte un plus à son environnement et soit ressentie positivement. Cela ne se fera pas sans que le maître d'ouvrage y investisse de la matière grise, du temps et un peu d'argent notamment pour les études et la mise en état des sols.

Bien sûr, en contre-partie les modalités de gestion et le choix du gestionnaire devront apporter un certain nombre de garanties quant à la prise de possession des emprises au moment du chantier.

#### *La négociation du projet*

Dès ce stade de l'idée de projet, au moment où les ingénieurs explorent les diverses hypothèses le dialogue devrait être ouvert avec nos partenaires auprès desquels notre crédibilité ne sera assurée que si nous les associons suffisamment à nos doutes et à nos hésitations et si nous leur donnons la parole.

Pour chacune des solutions possibles la discussion devra porter sur l'ensemble des éléments d'appréciation :

- qualité du service pour les usagers : gain de temps, confort, sécurité, desserte locale, etc...

- nuisances pour l'environnement qu'il soit naturel, agricole ou urbanisé (le choix étant souvent à faire entre les gens et les arbres !)

- valorisation possible des espaces traversés.

Les deux premiers critères sont classiques et n'appellent pas de commentaire. Le troisième, par contre, mérite quelques développements : en compensation des perturbations qu'ils subissent les utilisateurs des espaces traversés (promeneurs, riverains, agriculteurs, collectivités locales, etc...) doivent pouvoir bénéficier de quelques retombées positives.

C'est pourquoi je préconise, que sur ces espaces, soient élaborés des programmes de mise en valeur répondant aux conditions suivantes :

- leurs études doivent être engagées le plus tôt possible avec les collectivités locales et les associations concernées ;

- pour en faciliter la réalisation, les acquisitions foncières devront, si nécessaire, être ajustées ;

- enfin, le maître d'ouvrage devrait prendre en charge les dépenses d'études et une partie — à discuter — des dépenses de travaux.

C'est à ce prix que l'on transformera l'événement qu'on subit en opportunité qu'on exploite, qu'on redonnera à l'ouvrage routier une image positive et qu'on débloquera le processus décisionnel.

## Comment organiser cette concertation ?

Suivant la nature et l'importance des projets, leur stade d'avancement, la concertation devrait être organisée au niveau ad hoc national, régional, départemental ou local. Ces divers niveaux pourront agir simultanément ou successivement.

En région Ile-de-France, il y a place pour une commission régionale de concertation infrastructure-environnement qui aurait à

**Dans le cadre de l'opération "Banlieues 89", de gros efforts ont été faits au niveau de l'environnement.**



Photo Melaff-Suard.

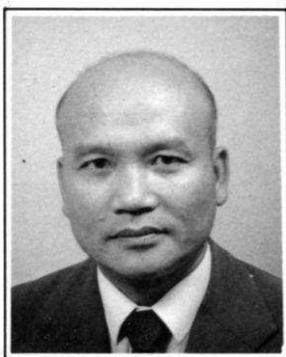
traiter des grands dossiers tels que les autoroutes ou le TGV.

Ce projet sur lequel nous travaillons activement reçoit un accueil très favorable des administrations concernées comme des élus régionaux ou des milieux socio-professionnels. Nous espérons le concrétiser d'ici quelques mois.

Bien que le développement du réseau routier soit un impératif pour le bon fonctionnement de nos grandes agglomérations et que la dégradation des conditions de circulation provoque de multiples revendications, la route, sur le terrain, reste mal aimée.

Lui redonner une image positive est un préalable à toute politique routière ambitieuse. Cela exige une adaptation de nos méthodes.

Avec nos partenaires, il faut passer de la concertation tardive à une véritable association qui, peut-être, fera progressivement tomber le mur d'incompréhension qui nous sépare aujourd'hui.



# LES TECHNIQUES ROUTIERES EN SITE URBAIN

Le bouclage en 1992 de la liaison A1-A6 par A86 dans l'Est de l'agglomération parisienne constituera l'aboutissement de dix ans de grands travaux conduits par la DDE du Val-de-Marne. Ce qui est visible sur le terrain, c'est une prise en compte sans cesse améliorée de l'environnement et des politiques locales d'aménagement par le projet autoroutier. Ce que l'on perçoit moins, c'est une mutation très profonde de la technique et des pratiques de la maîtrise d'œuvre, que le présent article se propose de mettre en évidence.

## — La technique autoroutière : une révolution tranquille

Le cas d'A86 permet, au travers des innovations successives, de préciser l'état de la technique sur différents points :

### — ETUDE ET CONCEPTION

#### — de la carte à la base de données

Les outils du projecteur se modernisent. Depuis bientôt trois ans, les données topographiques de projet sont gérées en cartographie numérique, organisée dans la perspective du développement de la conception assistée par ordinateur. Les premières applications, en matière de tracé, se mettent en place et le métier de projecteur exigera une compétence accrue et nouvelle (illustration 1).

#### — Les ouvrages d'art, ou l'âge mûr de la technique

Les grands viaducs réalisés pour A86 ont permis à l'entreprise française de faire étalage de son savoir-faire dans la réalisation des ouvrages en béton précontraint, exécutés en encorbellement, par voussoirs préfabriqués. Les seuls développements originaux de cette technique, représentant un ris-

que pour la maîtrise d'ouvrage, ont été la mise au point :

— d'un processus de contrôle de température du béton des cellules de préfabrication ;

— d'un système de précontrainte extérieure à tension contrôlable et réglable, et l'usage à grande échelle d'une protection par injection à la caisse des câbles de précontrainte.

#### — Les tunnels, explosion des besoins

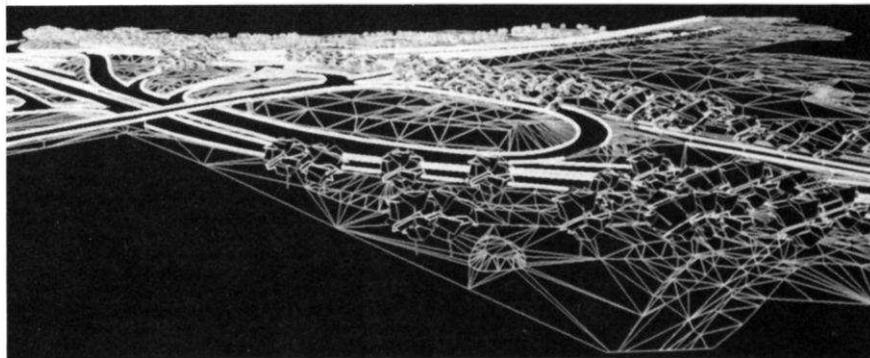
Dans les ouvrages récents, la part cumulée des tunnels et des tranchées couvertes, devient impressionnante, avec 30 à 50 % de la longueur des sections concernées.

La conséquence est l'obligation pour la DDE de développer une compétence nouvelle en matière de travaux souterrains, de soutènement par parois rigides ou souples, de ventilation, d'éclairage et de sécurité,

qu'elle arrive à maîtriser avec l'aide du réseau technique (centre d'Etude Technique des Tunnels), et grâce au savoir-faire de certains bureaux d'études ou entreprises.

La traversée sous-fluviale de la Marne mérite une mention particulière (illustration 3). Construite par caissons en béton précontraint, préfabriqués, transportés par flottaison, immergés dans le lit de la Marne, et assemblés par des joints d'étanchéité comprimés par la pression hydrostatique, ce tunnel constitue un pari technique préparé par des études minutieuses, engagé par la DDE et gagné grâce à la compétence de l'entreprise titulaire du marché.

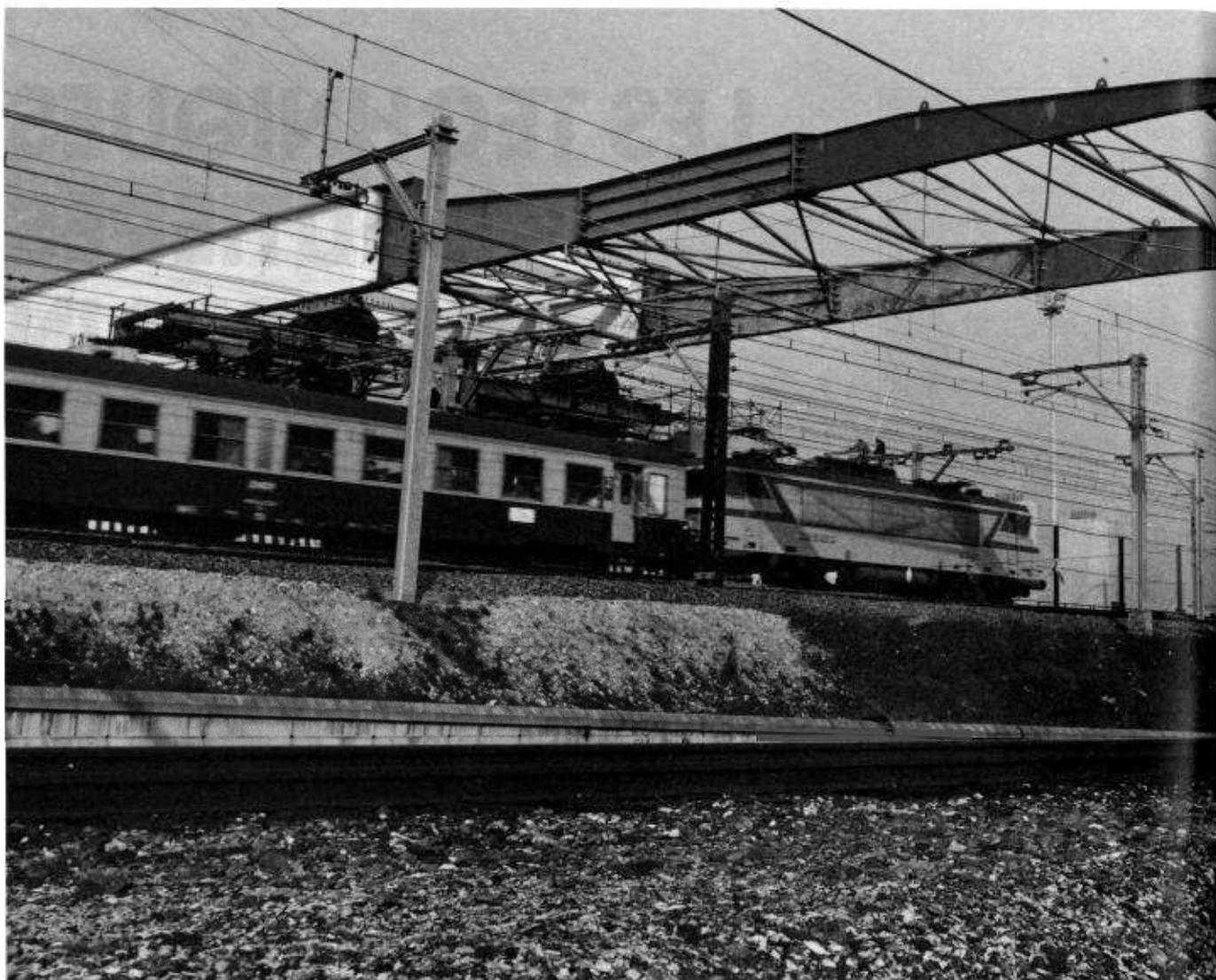
Dans les jours qui viennent, l'exécution du collecteur profond d'assainissement de la section de Thiais, constitué d'un tube en béton armé de 2 m de diamètre d'une lon-



Zone de raccordement à la RN 186 de la section de l'autoroute A 86 comprise entre la RN 305 et le CD 60 à Thiais.

par **R. ELADARI,**  
**ICPC 62**  
**Directeur départemental**  
**de l'Équipement**  
**du Val-de-Marne**

gueur totale de 3 km, sera le premier essai d'introduction sur un chantier autoroutier d'un tunnelier, dont les performances attendues ouvrent des perspectives prometteuses pour la réalisation des réseaux souterrains en milieu urbain.



A 86 : Poussage de l'ouvrage au-dessus du faisceau SNCF, Paris-Lyon-Marseille, au niveau du carrefour Pompadour.

— *L'acoustique, course entre les exigences et les performances*

Depuis 1972, la prise en compte par l'Etat des mesures de protection à la source du bruit de l'autoroute A86 a été grandement améliorée, donnant lieu dans certains secteurs du Val-de-Marne à des travaux de rattrapage à grande échelle. En même temps, les exigences de la population, appuyées par les élus locaux, se sont élevées à un point tel que la loi des rendements décroissants joue à plein pour ce type d'investissement.

Les protections à la source des projets en cours permettent de réduire dans la majorité des cas le bruit, mesuré en façade des immeubles riverains, à 65 dBA, et dans certains cas à 60 dBA, soit le "bruit de fond" de la circulation locale de plus de 50 % du territoire de l'agglomération parisienne.

La concertation met en présence des partenaires de plus en plus compétents, notamment du côté des riverains de l'autoroute, si bien que la DDE et le réseau technique ont dû se mettre à niveau.

L'acoustique autoroutière a réalisé des percées majeures avec :

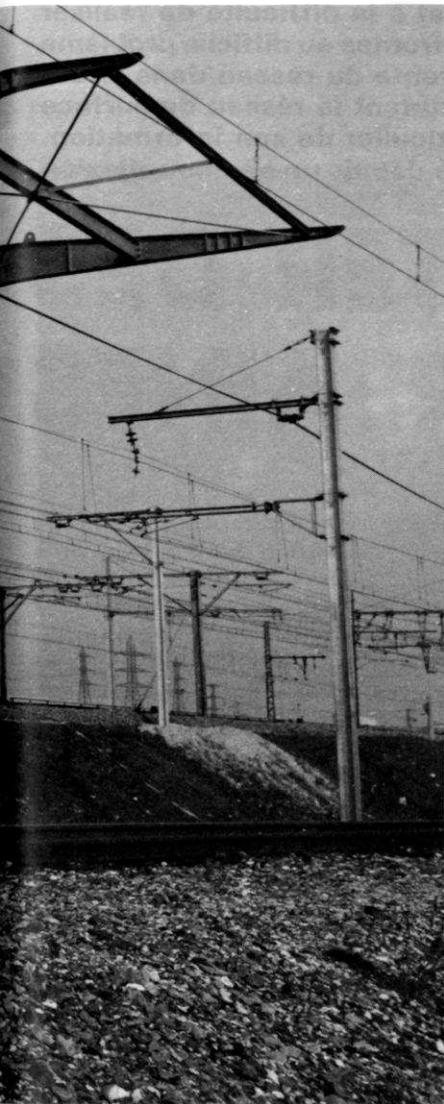
- les études sur maquettes, ou modèles analogiques ;
- les modèles numériques qui constituent une alternative ou un complément valable des précédents ;
- la méthode impulsionnelle, développée par le Cetur, pour l'étude des performances des écrans phoniques ;
- l'utilisation massive des écrans en matériau absorbant (photo n° 4).

— *Les techniques du bâtiment, une nouvelle approche des autoroutes*

Les travaux de protection à la source ont amené des modifications importantes dans la conception, des écrans et couvertures acoustiques, jusqu'à présent conçus comme des ouvrages de génie civil, et dont les structures étaient largement surdimensionnées. L'économie de ces projets a été bouleversée, dans le sens de la baisse des coûts :

- les écrans absorbants font massivement appel aux éléments industrialisés ;
- les couvertures non accessibles d'A86 à Thiais sont conçues comme des bâtiments industriels, et non plus comme des ponts-dalles.

L'ordonnement et la direction d'ensemble des travaux d'A86 a conduit à introduire dans le domaine autoroutier les techniques d'ordonnement, de pilotage et de contrôle



34.

(OPC), en usage dans les chantiers de bâtiments complexes ou dans la conduite des grands projets en général.

#### — EVOLUTION DE LA MAITRISE D'ŒUVRE

L'ampleur et la durée exceptionnelle du chantier construction d'A86, l'élargissement continu du champ des techniques concourant à la conception de l'ouvrage ont fait exploser le cadre habituel de la maîtrise d'œuvre.

#### — Conception et sous-traitance

Le respect des coûts et des délais implique de mobiliser la totalité des compétences du réseau technique public et privé. Ainsi, la part de sous-traitance des études est très élevée, ce qui impose que la maîtrise d'œuvre soit suffisamment compétente pour utiliser au mieux le gisement d'expertise disponible.

#### — Technicien, vendeur et diplomate

Le métier de maître d'œuvre de projet autoroutier de la banlieue parisienne exige de nos jours une grande compétence technique, beaucoup de foi en l'utilité publique de ce type d'infrastructure, et un sens de la négociation particulièrement développé. Toutes ces qualités ont été nécessaires pour aboutir au relatif consensus qui existe aujourd'hui autour de l'achèvement d'A86 dans le Val-de-Marne.

#### — Entretien et exploitation

La mise en service d'un réseau maillé de voies rapides à fort trafic, coûteux en investissement initial, posera à brève échéance le problème des charges d'exploitation, d'entretien des infrastructures et des équipements techniques, de gestion des équipements dynamiques. Les services extérieurs commencent à être fortement sensibilisés à ces questions, dont la solution exigera une approche globale et économique.

### — L'avenir des autoroutes urbaines : de la technique à l'aménagement

L'évolution des projets montre un enrichissement progressif de leur contenu : au-delà du projet routier, les travaux de protection de l'environnement, l'insertion de l'autoroute dans le tissu urbain, amènent la nécessité de conduire des études dont le champ embrasse la totalité de l'aménagement d'un grand secteur de l'agglomération parisienne.

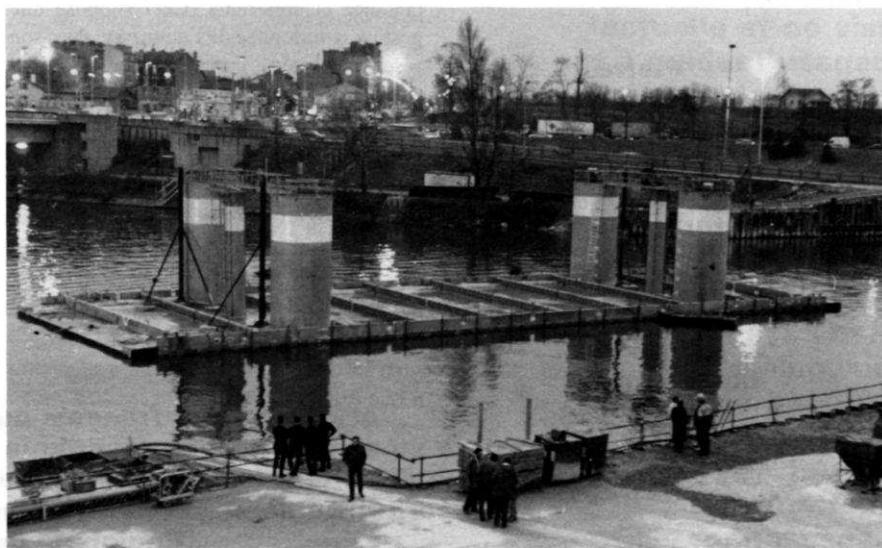
A l'occasion d'une étude générale de paysage d'A86, la DDE a été conduite à proposer une politique d'animation de l'autoroute par des œuvres d'art et de séquences paysagées organisant les politiques locales d'aménagement, débouchant en définitive sur le concept "d'art du Territoire" dans lequel l'ouvrage autoroutier structure et sculpte le paysage traversé, induit des actions concertées des différentes collectivités, préparant la définition d'un nouvel ordre urbain.

Les développements techniques dont la réalisation a été facilitée par la conduite du projet d'A86 dans le Val-de-Marne sont nombreux et variés.

C'est dans le domaine de la direction des grands projets qu'il faudra rechercher les retombées permanentes de l'expérience acquise par les équipes de maîtrise d'œuvre, dont la compétence s'est forgée dans la solution à chaud des problèmes techniques difficiles.

Cette expérience ne s'enseigne pas dans les écoles d'application, et il est illusoire d'imaginer que l'on puisse enseigner la direction des grands projets. La maîtrise des problèmes techniques spécifiques réside dans la capacité des services de maîtrise d'œuvre et du réseau technique à élargir leur vision de la gestion de ces problèmes, et à dépasser leur expérience antérieure.

Pour le Ministère de l'Equipement, la maîtrise de la conduite des grands projets passe par le bon emploi des techniciens que le hasard de la carrière, et l'exercice des responsabilités, ont transformés en ingénieurs compétents pour ce type de problème.



Face à la croissance de la demande de trafic hors Paris, et à la difficulté de réaliser de grandes infrastructures routières, les pouvoirs publics sont confrontés au difficile problème de mettre en œuvre une politique d'exploitation cohérente du réseau dans le but de l'utiliser au maximum de sa capacité pour décharger d'autant le réseau de surface et améliorer le confort de l'utilisateur, en particulier de son information.

La Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France a engagé depuis un an une réflexion sur ce sujet dont le présent article essaye de présenter quelques aspects principaux.

# EXPLOITER DES AUTOROUTES URBAINES

**L**e coût très élevé des infrastructures et la capacité de financement mobilisable limitant l'importance et le rythme de leur réalisation, il est impératif d'améliorer l'utilisation du réseau existant en mettant en œuvre une politique d'exploitation qui permette à un instant donné d'écouler le maximum de trafic et à tout moment de faire face à des événements aléatoires limitant la capacité sur un des maillons du réseau.

Sur un tronçon autoroutier donné la stratégie d'exploitation s'exprime simplement en trois points :

1. Maintenir une fluidité à une vitesse de 40 à 50 km/h qui correspond au débit maximum avec une très bonne sécurité.
2. Détecter le plus tôt possible tout incident ou accident et être en mesure de prendre les mesures adéquates au plus tôt pour assurer la sécurité des usagers et rétablir la capacité nécessaire.
3. Disposer d'itinéraires de délestage en cas de réduction de capacité importante sur l'autoroute, itinéraires soigneusement définis et pouvant être activés de manière instantanée et cohérente. Ceci suppose une gestion coordonnée de l'autoroute avec son réseau associé.

Sur un réseau maillé comme le sera celui de la région parisienne à l'horizon 1990-92, le problème devient beaucoup plus complexe, car l'utilisateur disposera de plusieurs itinéraires autoroutiers alternatifs et l'exploitant devra être à même de lui donner les éléments de choix en fonction de l'état du réseau. Cet objectif rejoint celui plus global d'optimiser l'utilisation du

réseau autoroutier afin d'utiliser sa pleine capacité. En particulier ce maillage offrira la possibilité à l'exploitant d'effectuer des délestages d'un itinéraire autoroutier sur un autre plutôt que vers le réseau routier associé dont on sait qu'il a une faible capacité d'accueil et que son utilisation anormale engendre des nuisances difficilement supportables par les riverains.

Pour mener une action de gestion du trafic cohérente sur un tel réseau, les exploitants doivent pouvoir :

- a) Connaître en *temps réel* et à tout instant l'état du trafic sur l'ensemble des mailles du réseau pour détecter en particulier les réserves de capacité.
- b) Disposer d'un *système d'alerte* le plus rapide possible en cas d'accidents.
- c) Disposer de *procédures d'exploitation* soit pré-déterminées, soit programmables rapidement adaptées à chaque type d'événement.
- d) Avoir la capacité *d'informer l'utilisateur*, voire de lui fournir des conseils.
- e) Être capable de *vérifier l'efficacité des mesures* mises en œuvre.

Maîtriser ces différents éléments est certes très complexe, mais non inaccessible si l'on veille bien à élaborer des stratégies adaptées et à donner aux exploitants des outils performants, en s'appuyant sur une organisation claire et fonctionnelle.

**Premier niveau :** développement d'une connaissance fine des courants de trafics empruntant le réseau aux différentes heures de la journée ou aux différents jours de



**Pierre Farran**  
**ICPC 66**  
**chargé d'un arrondissement autoroutier en Alsace, puis a participé à la conception et à l'étude du schéma routier**

**et autoroutier français au sein du SETRA. Il a poursuivi sa carrière au sein du réseau technique de l'administration en prenant en charge la direction du CETE de Nantes, puis la Division Exploitation Sécurité Routières, Etudes Techniques (DESRET) à la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France.**



la semaine afin de connaître les flux sur lesquels on peut agir et développer des *stratégies adaptées*.

**Deuxième niveau :** mise en place d'outils et de *système d'aides à l'exploitation*, tant pour le diagnostic de la situation que pour l'activation des équipements dynamiques pouvant aller jusqu'à une autorisation complète dans certains cas.

**Troisième niveau :** mise en place d'une *organisation* fonctionnelle et claire quant aux responsabilités de chaque intervenant, ainsi que l'élaboration de procédures prédéterminées et de plans d'intervention en cas d'incidents graves.

Bien que le troisième niveau soit fondamental au plan opérationnel, je n'aborderai ici pour limiter mon propos que les deux premiers niveaux les plus intéressants au plan conceptuel.

## Des stratégies d'exploitation adaptées

Pour le réseau de voies rapides de l'Ile-de-France, une stratégie d'exploitation est développée, selon quelques principes simples, pour chacun des phénomènes perturbant l'écoulement, lesquels peuvent être classés en trois grandes catégories :

### a) *Congestion récurrente*

Elle correspond aux heures de pointe du matin et du soir les jours ouvrables et aux retours de week-ends.

L'objectif principal est de disposer d'un réseau ayant une capacité homogène par rapport à la demande, c'est-à-dire que les capacités d'entrée, celles d'écoulement en section courante et de sortie doivent être cohérentes par rapport aux flux de trafic prévisible. Cet objectif ne peut être atteint que *si les problèmes d'exploitation sont pris très en amont au moment de la conception de l'ouvrage* afin d'éviter les réductions de capacité inopportunes ou des capacités de diffuseurs insuffisantes engendrant des refoulements sur l'artère principale.

Le réseau étant réalisé l'action de l'exploitant doit viser à distribuer le trafic sur les différentes mailles du réseau et d'essayer de maintenir autant que faire se peut la fluidité sur l'autoroute. Pour cela la stratégie vise d'une part à fournir à l'usager une *information en temps réel*, le meilleur support nous paraissant actuellement les panneaux à messages variables, d'autre part à agir sur la demande en mettant en place des *contrôles d'accès* soit préprogrammés, soit adaptatifs, dont l'efficacité a été largement prouvée lors des opérations matin Ile-de-France.

**Cette stratégie s'appuie largement sur le fait que la plupart des usagers sont des habitués et qu'à partir d'une information sur l'état du trafic, ils sont capables d'adapter leur propre stratégie. C'est la raison pour laquelle l'information donnée est purement factuelle et ne vise pas à guider l'usager. Ce guidage nous semble encore un objectif à long terme car il suppose le développement et la diffusion de systèmes embarqués dialoguant avec une banque de données capable de fournir des informations personnalisées.**

*b) Perturbations prévisibles (chantiers)*

Ce sont les événements les mieux maîtrisables puisqu'ils peuvent être programmés et organisés à l'avance. Dans ce cas la stratégie qui s'appuie sur une coordination étroite entre l'exploitant et le responsable de l'entretien du réseau, repose sur trois principes :

- une *coordination des chantiers* au niveau régional ;
- l'établissement de *dossiers d'exploitation* détaillés prévoyant les périodes d'ouverture du chantier et les dispositions à prendre en cas de perturbations trop importantes pour aller jusqu'à la levée du chantier ;
- un *suivi en temps réel* de la situation du trafic dans la zone concernée pour alerter les responsables des chantiers.

*c) Congestion aléatoire*, résultant d'un phénomène imprévisible, tel qu'un accident ou une manifestation.

Bien que la plus difficile à maîtriser, c'est celle pour laquelle les gains potentiels en terme de confort de l'utilisateur sont les plus importantes (les pertes de temps dues aux accidents sont équivalentes à celles dues aux pointes du matin).

Dans ce cas la stratégie vise à rechercher la rapidité et l'efficacité de l'intervention sur le terrain :

— rapidité dans la détection de l'accident par la mise en place de systèmes pouvant aller jusqu'à l'*alerte automatique* ;

— efficacité des intervenants à travers des *plans d'intervention* prédéfinis ;

— une *action simultanée sur le traitement de l'accident et sur la régulation du trafic, les services de police et de l'équipement devant se coordonner entre eux.*

## Les outils et systèmes d'exploitation

Pour agir l'exploitant doit s'appuyer sur des moyens dont les fonctionnalités sont bien définies même si les technologies évoluent rapidement.

Le *réseau d'appel d'urgence* indispensable qui permet, en l'absence de tout autre système, à un usager d'alerter les services de police.

Le *recueil de données* du trafic qui constitue la base même de toute exploitation car il sert à la fois à développer des *systèmes d'alerte automatique* des services de police (détection automatique d'incidents en place sur l'autoroute A1) et qui permet à l'exploitant d'avoir une *vision complète de l'état du trafic* (tous les systèmes actuellement en

place sont basés sur un recueil dense de données).

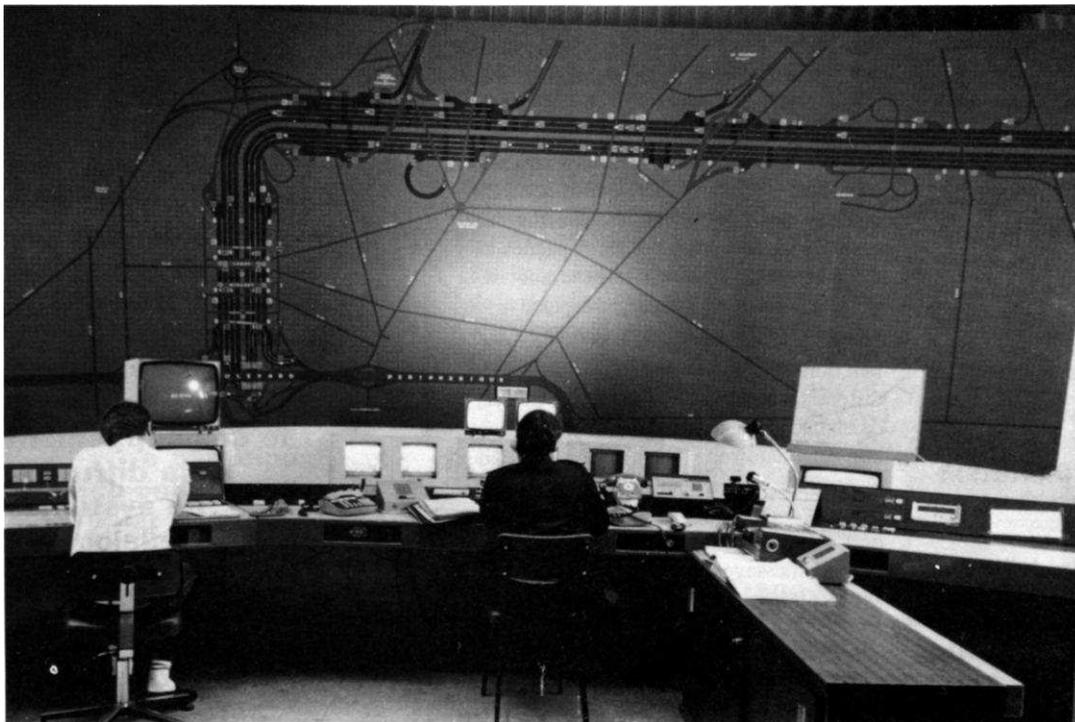
Actuellement réalisé à base de bandes magnétiques on peut penser qu'il pourra évoluer, notamment à partir des techniques d'analyse de l'image.

La *télévision* constitue un plus par rapport au recueil de données car elle permet de valider l'incident détecté et d'en préciser la nature. En aucun cas elle ne nous paraît pouvoir remplacer les capteurs de trafic. Actuellement cette couverture télévision n'est prévue que dans les zones les plus délicates.

Les *panneaux à messages variables* qui permettent de donner en temps réel des informations sur l'état du trafic dans les sections aval. Ces panneaux nous paraissent devoir constituer le support privilégié de transmission d'informations à l'utilisateur.

Dans l'immédiat nous pensons ne donner à l'utilisateur que de simples informations sur l'état du trafic, sauf en cas d'accidents graves entraînant des réductions de capacité importantes auxquels cas les messages pourraient être des conseils voire des obligations (cas de fermetures).

Les *contrôles d'accès* qui permettent de réguler la demande en fonction de la charge du réseau. Le développement de tels systè-



**Un PC, centre nerveux du système.**



mes télécommandés à distance nous paraissent indispensables pour une meilleure gestion du réseau.

Les *radios*, ce média nous paraît à la fois difficile à maîtriser (qualité et actualité de l'information fournie) mais aussi porteur dans l'avenir plutôt dans l'optique de *radios locales spécialisées* donnant une information à l'utilisateur valable pour la zone où il se trouve.

Les *banques de données* consultables par l'utilisateur (système Antiope ou Minitel actuellement, systèmes embarqués à l'avenir). Elles constituent la voie de l'avenir mais ne nous semble pas pouvoir devenir opérationnelles à grande échelle avant une quinzaine d'années.

En terme de systèmes les informations sont centralisées au niveau de PC de secteurs qui peuvent mettre en œuvre toutes les procédures de sécurité et de micro-régulation, puis elles sont, après sélection, transmises

à un PC Régional dont le rôle est de mettre en place les procédures de macro-régulation cohérentes sur l'ensemble du réseau.

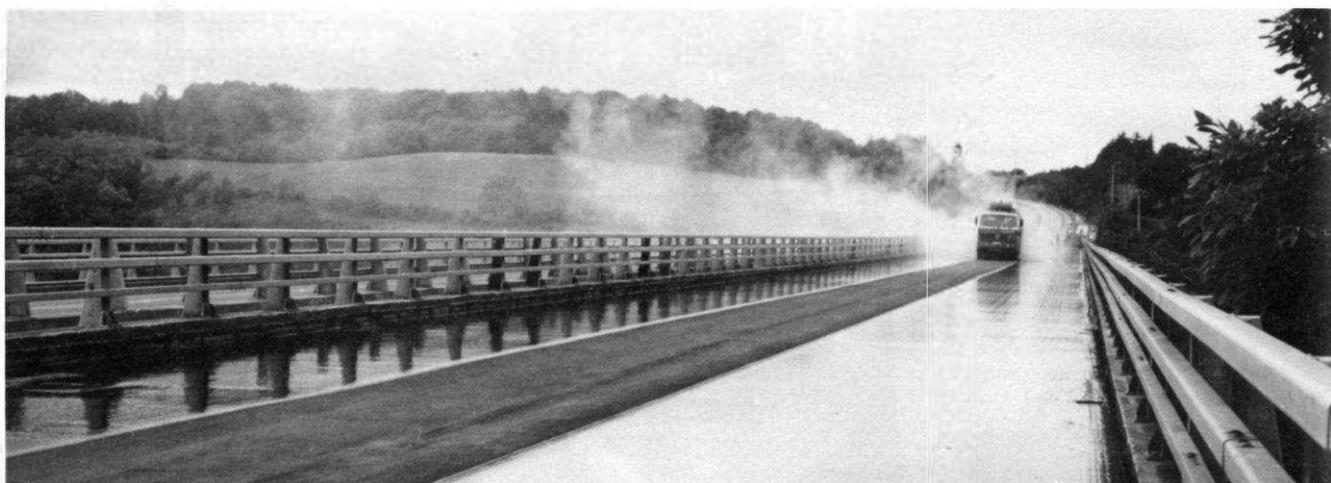
Ces systèmes intègrent des processus automatiques de diagnostic de situations qui permettent de proposer à l'exploitant des procédures à mettre en œuvre (systèmes experts). Dans l'avenir nous pensons que certaines actions pourront être mises en œuvre automatiquement à partir des données terrain, sans validation intermédiaire par l'exploitant.

En conclusion, la maîtrise de l'exploitation d'un réseau autoroutier apparaît tout à fait possible. Les dispositifs d'aides à l'exploitation sont connus et relativement bien maîtrisés. Le problème essentiel réside dans la définition de stratégies simples et claires et dans la mise en place d'une organisation opérationnelle. C'est cela qui est en cours d'élaboration au niveau des voies rapides de l'Ile-de-France.

**La réalisation simultanée des 2 rocades, l'une A 86 se développant en zone de banlieue dense, l'autre la Francilienne ou rocades des villes nouvelles qui se situe en limite de la zone agglomérée, augmentent le linéaire de réseau en le complétant par la réalisation de voies de rocades pour délester le Boulevard Périphérique et améliorer les liaisons banlieue-banlieue.**

L'entreprise Jean Lefèbvre (EJL) a toujours été initiatrice de techniques innovantes, ayant eu un rôle déterminant dans leurs domaines d'application. Dessus l'enrobage sous vapeur qui a marqué les premières années de l'Entreprise.

# LES DERNIERS-NES DE JEAN LEFEBVRE



**E**ntre les réponses aux appels d'offres sur des projets conçus et établis par les maîtres d'œuvre, et l'établissement des comptes de résultats mensuels, une Entreprise routière se doit d'apporter sa contribution aux progrès des techniques, pour le plaisir de ses ingénieurs et sa renommée commerciale. Jean Lefèbvre mérite depuis longtemps d'être classée dans le peloton de tête des Entreprises innovantes.

Après avoir rappelé celles des innovations qui ont joué (et jouent encore) un rôle majeur dans l'histoire de l'Entreprise (revêtement de sols industriels **SALVIACIM**, chapes d'étanchéité et bétons bitumineux au liant **MOBILPLAST, thermorégénération**), l'auteur dégage les principes et objectifs qui guident actuellement la recherche routière (recherche d'économies, notamment de bitume, amélioration des performances des structures, de la sécurité et du confort des usagers). Les **bétons bitumineux à haut module**, les **enrobés drainants**, les **enrobés ultramines**, la chape **ETANPLAST** (tous procédés utilisant les liants MOBILPLAST) et l'enduit à la mousse de bitume constituent les plus importantes innovations récentes de l'Entreprise qui répondent à ces objectifs.



**Roland Girardot**  
**I.P.C. 52**

**Service Navigation de Strasbourg, DDE du Haut-Rhin**  
**DDE de Saône-et-Loire.**  
**Direction Générale du Groupe Schaeffer et Cie**  
**Depuis 1966 : Entreprise**  
**1984 : Président Directeur Général.**

a) La mise au point en 1958 de *SALVIACIM*, procédé breveté aujourd'hui tombé dans le domaine public. Conçu pour résoudre un problème de revêtement anti-kérosène pour aires de stationnement d'avions, il fut utilisé ensuite pour réaliser des sols d'entrepôt, à forte résistance au poinçonnement : entrepôts industriels, parkings d'aéroports, zones de stockages portuaires, pistes de chars militaires par exemple.

L'innovation consistait à percoler un enrobé à fort pourcentage de vide (15 %) par un coulis de ciment et de résines pour obtenir une grande résistance au poinçonnement.

Aux 30 millions de mètres carrés réalisés dans 35 pays, s'ajoutent encore chaque année 500 000 mètres carrés en France et autant, sous contrat de licence, à l'Étranger.

b) La mise au point en 1972 de la chape d'étanchéité et du béton bitumineux au liant *MOBILPLAST* (procédé breveté *MOBIL-OIL/EJL*), seuls capables de résister pendant une longue période aux importantes déformations des tabliers d'ouvrages à dalles orthotropes. La première application est intervenue sur le pont de Caronte en 1972, et n'a été rénovée, par la même technique, qu'en 1985 et 1986.

Utilisant l'expérience acquise en étanchéité, EJL a été la première entreprise française, en 1976, à mettre au point des chapes d'étanchéité en feuilles monocouches et adhésives, préfabriquées en usine. Vendues sous le nom d'*Hydroplast*, elles recouvrent environ 1 million de m<sup>2</sup> d'ouvrages d'art en France.

c) L'Entreprise a introduit en 1975, en France, les procédés *DE THERMOREGENERATION DES CHAUSSEES D'ENROBES* et a été la seule à exploiter ce procédé économique d'entretien de chaussées jusqu'en 1981. A elle seule, EJL a ainsi entretenu, par thermorégénération ou thermorecyclage, environ 6 millions de m<sup>2</sup> de chaussées, dont les références les plus prestigieuses : Autoroute A1, A6, réseau Cofiroute, périphérique de Paris, etc...

## Le contexte actuel

Les recherches sont orientées à partir des données et objectifs suivants :

a) Recherche d'économies en bitume, dont le coût n'a cessé d'augmenter jusqu'à une période récente.

b) Recherche de procédés économiques en francs, recherche de toujours certes, mais

accentuée par suite des contraintes budgétaires particulièrement sévères en face de besoins croissants.

c) Augmentation importante du trafic lourd nécessitant des performances accrues de toutes les couches de chaussées.

d) Prise en compte accentuée de la sécurité et du confort de l'utilisateur.

Cette expression des besoins me paraît se traduire par :

— une diminution de l'épaisseur des couches de chaussée (recherche d'économie en francs et en bitume), compensée par une amélioration des performances des liants utilisés, dont le surcoût propre est inférieur à l'économie globale procurée ;

— une plus grande séparation entre les fonctions de portance et de revêtement, permettant d'améliorer les qualités spécifiques à la surface de roulement sans entraîner un surcoût de l'ensemble de la structure.

## Les innovations marquantes en cours de développement

Je me borne ici à mettre en valeur les procédés et produits de l'Entreprise qui paraissent susceptibles de marquer une évolution déterminante dans la conception et la réalisation des chaussées.

### Couches de base

Dès 1981, l'Entreprise a cherché à utiliser les qualités des liants *MOBILPLAST*, cités plus haut, pour proposer des épaisseurs de structure plus faibles. Pour cela, elle a été la première Entreprise à acquiescer et à maîtriser le dimensionnement par *Alizée III*.

Le principe a largement débouché sous les couleurs des bétons bitumineux à haut module (*BBHM*) maintenant couramment utilisés en variante aux dimensionnements classiques (par exemple sur les autoroutes A4, A7), périphérique de Paris).

### Couches de surface

L'évolution se fait dans deux directions :

— une amélioration de la sécurité de l'utilisateur et du confort phonique par la mise au point d'*Enrobés drainants* aux liants *Mobilplast*. Les premiers enrobés drainants modernes réalisés en France l'ont été par EJL sur la RN1 dans l'Oise. Ils sont toujours en place.

L'Entreprise avait eu sans doute raison un peu trop tôt, car le marché n'était pas prêt à s'ouvrir à ce procédé, certes plus onéreux

mais qui assure la sécurité de l'utilisateur vis-à-vis de l'aquaplanage et des projections d'eau par temps de pluie. Aujourd'hui, ils paraissent promis à un bel avenir.

— Une diminution des épaisseurs et donc des coûts des produits de revêtement par la mise au point d'*enrobés ultraminces* (marque *ULM aux liants Mobilplast*) permettant d'obtenir d'excellentes performances sous 2,5 cm d'épaisseur (1 million de m<sup>2</sup> réalisés sur ASF et SAPRR) et de coulis bitumineux à froid sous granulométrie 0/6 à 0/10 (environ 1 million de m<sup>2</sup> en 2 ans). Pour ce dernier procédé, actuellement limité à l'utilisation sous trafic T1, un produit breveté (*GRIPFIBRE*) est en cours de développement pour autoriser l'usage sous trafic lourd.

Enfin, une citation à part doit être réservée aux *enduits à la mousse de bitume*, seul produit routier lauréat du prix de l'innovation 1986 de la FNTP. Ce procédé introduit une mutation majeure dans la technique de l'enduisage en permettant de répandre du bitume pur, éliminant la fabrication du liant en usine et les rejets de solvants dans l'atmosphère. 1,8 million de m<sup>2</sup> ont été réalisés en 1987 et des négociations sont déjà en cours pour accorder des licences d'exploitation dans plusieurs pays étrangers.

### Chape d'étanchéité

EJL vient de mettre au point et de breveter la chape *ETANPLAST* qui peut être entièrement exécutée à partir de matériel routier performant mais classique. Ce procédé permet donc de réaliser en tout lieu et dans de bonnes conditions de fiabilité une chape sur ouvrage d'art en faisant appel aux moyens locaux de l'Entreprise et dans des délais de plusieurs fois inférieurs aux délais classiques. Dès la première année de développement (1987), 50 000 m<sup>2</sup> environ d'ouvrages seront revêtus de cette chape. Le développement de procédés nouveaux, même s'il est essentiel, ne constitue pas le seul enjeu technique de l'Entreprise. Dans le contexte européen de 1992, d'autres perspectives se dessinent :

— accroissement de la maîtrise de la qualité générale par les personnels de production eux-mêmes (en particulier, cercles de qualité dont le développement est en cours dans l'Entreprise) ;

— responsabilité plus grande de l'Entreprise dans le processus d'ensemble de construction des ouvrages (attribution plus globale des travaux, y compris fournitures, mise en place de plan d'assurance qualité de type C).

**Bref, tout ce qu'il faut parmi d'autres préoccupations, pour donner des joies saines et traditionnelles à d'anciens Ingénieurs de l'Ecole.**

# LES INNOVATIONS ROUTIÈRES PAR LES LABORATOIRES



**L**es innovations ont toujours été nombreuses dans les techniques de construction et d'entretien des chaussées en France. Le lancement des renforcements coordonnés des routes nationales, et la première vague de construction du réseau autoroutier à la fin des années soixante ont été à l'origine d'un ensemble remarquable d'innovations qui ont permis de disposer d'assises de chaussées et de couches de roulement adaptées aux exigences particulières de notre essieu très lourd. L'augmentation du coût de l'énergie, la nécessité d'économiser les produits pétroliers, les niveaux très élevés atteints par le prix du bitume, ont favorisé le développement, à la fin des années 70, des techniques de recyclage des enrobés bitumineux, et d'utilisation des matériaux locaux et des déchets. Nous sommes maintenant, à la fin des années 80, dans une nouvelle phase d'innovation, qui a ses motifs propres, liés aux nouveaux problèmes à résoudre, et qui trouve des conditions favorables à son développement.

**Le manège  
de fatigue  
du LCPC  
à Nantes :  
un outil  
au service  
de l'innovation.**

# ES VUES

# S

**L'innovation est particulièrement active dans le domaine de la construction et de l'entretien des chaussées. L'augmentation des exigences des usagers de la route, et les nouveaux problèmes qui se posent aux gestionnaires des réseaux routiers la rendent nécessaire, elle est rendue possible par les capacités innovantes des entreprises françaises, bien appuyées par l'administration et ses moyens d'étude.**

On peut identifier trois catégories de problèmes qui motivent actuellement la recherche d'innovations :

— la nécessité de trouver des solutions peu coûteuses pour faire face aux énormes besoins d'entretien préventif du capital que constituent les chaussées neuves et renforcées du réseau routier national construites depuis vingt ans ;

— la recherche d'objectifs qualitatifs et plus seulement quantitatifs, qui traduit la volonté d'offrir à l'usager sur le réseau routier national un niveau de service élevé ;

— la nécessité de trouver des réponses adaptées au véritable défi que constitue la mise hors gel et la remise en état des structures des chaussées du réseau départemental.

## Les conditions favorables à l'innovation existent

En tout premier lieu viennent la créativité et la volonté d'innovation des entreprises françaises. Puis l'appui apporté par la Direction des Routes à l'innovation depuis plusieurs années. Enfin, point sur lequel en tant que Directeur Technique au LCPC je souhaite insister, les connaissances sur les matériaux et les structures de chaussées, et les méthodes d'évaluation des techniques et de prévision de leur comportement, ont progressé.

Le manège de fatigue des structures de chaussées du LCPC à Nantes est un outil de choix dans ce domaine, pour les problèmes de structure et pour certains problèmes de surface. Il peut être mis à la disposition pour évaluer des innovations en cours de mise au point, et cette possibilité a déjà été mise à profit.

## Des innovations réussies... ou susceptibles de réussir

L'énoncé des problèmes nouveaux permet de comprendre pourquoi les innovations des

années récentes sont apparues :

— dans le domaine des assises de chaussées, où des techniques sont nées pour corriger certains défauts des techniques existantes, pour réduire l'épaisseur des assises par la mise au point de matériaux à haute performance, pour réutiliser les matériaux existant dans les chaussées anciennes ;

— et surtout dans les couches de roulement, pour lesquelles sont apparues toute une gamme de matériaux employés en couche très mince et possédant des propriétés de surface très favorables à la sécurité et au confort de conduite ;

— enfin dans le domaine du petit entretien. Il n'est évidemment pas possible d'en donner ici une liste exhaustive. Quelques exemples significatifs peuvent seuls être présentés.

**Le retraitement en place des chaussées anciennes.** Le procédé consiste à sacrifier les couches de roulement et les assises de chaussées existantes, et, après une éventuelle correction granulométrique ou concassage, à les malaxer avec un liant, pour constituer une assise de chaussée de meilleure qualité. L'idée n'est pas nouvelle, mais l'innovation est l'apparition de machines de très forte puissance, atteignant 600 à 700 CV, capables de réaliser un travail de bien meilleure qualité. L'emploi de liants hydrauliques est aussi plus fréquent qu'autrefois car il est rendu possible par les fortes épaisseurs de traitement des nouvelles machines. Cette technique apporte une solution séduisante au problème de la remise en état des chaussées souples traditionnelles du réseau secondaire, évitant de consommer, et de transporter des granulats neufs. Elle peut aussi constituer une solution pour la mise hors gel, si ce dernier n'est pas trop profond ou si les objectifs de protection ne sont pas trop importants (car elle n'apporte pas la protection thermique des solutions classiques par rechargement). Il faut tenir compte de l'hétérogénéité des matériaux des chaussées anciennes, et de leur grande variabilité d'un site à l'autre, et ne pas espérer obtenir des matériaux aussi performants

qu'avec des granulats neufs. Pour la remise en état de chaussées à fort trafic, la technique de retraitement a un domaine d'emploi pour constituer une couche de fondation, la couche de base, éventuellement d'épaisseur réduite, étant composée de matériaux neufs. Cependant il faut tenir compte de ce que les chaussées anciennes à fort trafic comportent en général des épaisseurs fortes d'enrobés, que l'on valorise mieux par un recyclage à chaud.

**Les techniques anti-remontée de fissures.** L'emploi très large des assises traitées aux liants hydrauliques est une caractéristique de la technique routière française, et il faut reconnaître que les chaussées semi-rigides à couche de base traitée aux liants hydrauliques sont particulièrement avantageuses sur le plan des coûts. Elles présentent cependant l'inconvénient de leurs fissures de retrait, qui se transmettent à la surface, nécessitant un entretien gênant pour l'usager et dont le résultat est inesthétique. Ceci explique que l'on recherche activement des méthodes permettant de retarder la transmission des fissures à la surface : on cherche à réduire le battement des fissures en provoquant l'apparition de fissures très rapprochées en réalisant des joints selon diverses techniques ; on cherche à opposer un obstacle à la propagation verticale des fissures en désolidarisant partiellement la couche de base et la couche de surface par des



**Jacques Bonnot  
ICPC 63**

**Directeur Technique au LCPC, il est chargé de l'orientation et du suivi des recherches dans le domaine des chaussées.**

membranes antifissures diverses, en enduit épais au bitume caoutchouc, en géotextiles spéciaux imprégnés de liant, en enrobés fins riches en liant et en fines, ou par une couche de grave non traitée, ou en armant la base de l'enrobé par une grille de polymère rigide. L'efficacité à long terme de la plupart de ces procédés est encore en cours de vérification, mais il y a lieu de penser que l'association d'une technique de joint, et d'une technique ralentissant la propagation sera efficace ; encore faudra-t-il vérifier que le coût sera inférieur à une simple augmentation de l'épaisseur des couches bitumineuses.

#### **Le progrès des couches de roulement.**

C'est dans le domaine des couches de roulement que les innovations sont actuellement les plus nombreuses, sous l'effet d'une part d'une demande des maîtres d'œuvre de couches d'entretien très minces (20 à 25 mm) pour l'entretien de surface des chaussées renforcées, et d'autre part d'exigences très sévères en matière de durabilité des caractéristiques antidérapantes de la part des Sociétés d'Autoroutes.

Des innovations sont apparues dans les enduits superficiels, avec le développement des enduits à l'émulsion avec maîtrise de la rupture de l'émulsion, provoquée par la pulvérisation d'un rupteur sur le jet de liant lors du répandage, avec l'extension de l'emploi des enduits inversés (la première couche répandue étant une couche de gravillons), technique qui s'accommode mieux des supports hétérogènes, ainsi qu'avec les enduits épais au bitume poudrette de caoutchouc, dont l'objectif est de réaliser une membrane étanche sur chaussée faïencée. Des techniques innovantes de coulis bitumineux sont apparues, aussi bien dans le domaine des matériaux, avec les enrobés coulés à froid, qui se caractérisent par l'emploi de dimensions de granulats proches de celles des bétons bitumineux classiques (8 mm, et même 10 mm), que dans le domaine des matériels, avec les nouveaux matériels à alimentation frontale qui permettent une amélioration très sensible des cadences de mise en œuvre. Les enrobés coulés à froid réalisent un bon compromis entre les exigences de forte adhérence et de faible bruit de roulement, mais leur vocation n'est pas d'être employés sur support fissuré.

Mais c'est dans le domaine des enrobés à chaud en couche très mince que les innovations se sont développées de la façon la

plus spectaculaire. La possibilité de mise en œuvre en couche très mince est obtenue par l'emploi de formules riches en liant, donc durables ; la stabilité est maintenue par l'emploi de liants modifiés (bitumes polymères) ou de mastics comportant des fibres ; les caractéristiques antidérapantes sont obtenues par cloutage, ou par l'emploi de formules très discontinues : l'accrochage sur le support, et l'imperméabilité sont obtenus par une couche d'accrochage très richement dosée, souvent en bitume polymère ; ainsi l'enrobé lui-même n'a plus à assurer l'imperméabilité, il y a une dissociation de la fonction antidérapante et de la fonction imperméabilité ; bientôt ces couches d'accrochage seront répandues derrière les camions d'enrobés. Les performances de ces couches d'entretien très minces ne doivent pas faire oublier que si elles sont utilisées en premier entretien, cela repousse à quinze ans la mise en place de la première couche d'entretien ayant un rôle structurel, ce qui n'est envisageable que pour des chaussées ayant une très longue durée de vie de calcul. Il est vraisemblable que l'on assistera à une extension de l'emploi des enrobés très minces des travaux d'entretien aux couches de roulement des chaussées neuves et des chaussées renforcées.

On ne peut passer sous silence, dans ce chapitre sur les couches de roulement, les enrobés ouverts drainants, dont on s'accorde à reconnaître les grands avantages du point de vue de l'adhérence à grande vitesse par temps de pluie, de la suppression des projections d'eau, et de la réduction du bruit du trafic. Il ne s'agit sans doute pas à proprement parler d'une innovation, puisqu'on en réalise en France depuis dix ans, mais les conditions semblent actuellement réunies pour une extension sensible de leur emploi. Il convient cependant d'éviter de les employer sur le réseau des routes nationales sur des sections courtes isolées, par suite des particularités de leur comportement en conditions hivernales, et de tenir compte de leur relativement faible adhérence à basse vitesse.

Enfin, dans le domaine des couches de roulement des chaussées en béton il faut signaler les techniques de dénudage, et de cloutage-dénudage, qui permettent de résoudre le problème de l'obtention d'une

bonne macrotexture, tout en conservant un bon uni et un niveau de bruit de roulement normal.

## **Quelles innovations pour demain ?**

Il n'est pas facile d'identifier les problèmes nouveaux qui motiveront l'innovation dans les cinq ou dix ans à venir. On peut cependant penser que nous aurons à résoudre des problèmes de remise en état structurel des chaussées des routes nationales renforcées, les premiers renforcements coordonnés auront en effet 20 ans en 1990, et la grande faveur des couches très minces pour l'entretien préventif de ces chaussées fait craindre que l'on ait à terme des problèmes structurels à résoudre. Il s'agira de problèmes particuliers de rechargement de structures comportant des couches rigides fracturées, qui posent des problèmes difficiles de modélisation.

On devra également trouver des solutions pour l'entretien des nouvelles couches de roulement apparues ces dernières années, ce qui peut poser des problèmes spécifiques, notamment dans le cas des enrobés drainants.

L'extension du réseau autoroutier, avec des chaussées supportant des trafics relativement faibles pour des autoroutes, pourra demander des solutions particulières, permettant de concilier un recours accru aux matériaux locaux, souvent hétérogènes, avec le souci d'obtenir partout un haut niveau de service.

Enfin la remise en état des réseaux secondaires des départements continuera sans doute de demander la mise au point de solutions nouvelles.

Nul doute que les efforts conjoints des entreprises, des fournisseurs de matériaux et de matériels, et de l'administration, permettront de relever ces nouveaux défis.

**Assises de chaussées et surtout couches de roulement sont le domaine privilégié de l'innovation, nouveaux liants, nouveaux matériaux, et nouveaux matériels la concrétisent.**

1987

# ANNUAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES

INGÉNIEURS DU CORPS - INGÉNIEURS CIVILS

Téléphone : 260.25.33

Téléphone : 260.34.13

**ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES**

**28, RUE DES SAINTS-PÈRES - PARIS 7<sup>e</sup>**

Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées jouent, par vocation, un rôle éminent dans l'ensemble des Services des Ministères des Transports, de l'Urbanisme et du Logement.

Ils assument également des fonctions importantes dans les autres Administrations, et dans les organismes du Secteur Public, Parapublic et du Secteur Privé, pour tout ce qui touche à l'Équipement du Territoire.

En outre, dans tous les domaines des Travaux Publics (Entreprises, Bureaux d'Études et d'Ingénieurs Conseils, de Contrôle) les Ingénieurs Civils de l'École Nationale des Ponts et Chaussées occupent des postes de grande responsabilité.

C'est dire que l'annuaire qu'éditent conjointement les deux Associations représente un outil de travail indispensable.

Vous pouvez vous procurer l'édition 1987 qui vient de sortir, en utilisant l'imprimé ci-contre.

Nous nous attacherons à vous donner immédiatement satisfaction.



## **BON DE COMMANDE**

à adresser à

**OFERSOP — 8, bd Montmartre, 75009 PARIS**

### **CONDITIONS DE VENTE**

Prix ..... 450,00 F  
T.V.A. 18,60 ..... 83,70 F  
Frais d'expédition en sus ..... 33,00 F

Veillez m'expédier ..... annuaire(s) des Ingénieurs des Ponts et Chaussées dans les meilleurs délais, avec le mode d'expédition suivant :

- règlement ci-joint réf. : .....  
 règlement dès réception facture.

- expédition sur Paris  
 expédition dans les Départements  
 expédition en Urgent  
 par Avion

# CONSTRUCTION DU PONT



Liaison Ré-Continent  
Photos Bernard Ecau.

**Bernard  
Hemedy,  
ICPC 70  
Directeur  
Départemental  
de l'Équipement  
du Département  
de la Charente-  
Maritime.**

**L**e Conseil Général de la Charente-Maritime a décidé du principe de la construction d'un pont reliant l'Île-de-Ré au Continent dès 1974.

Depuis cette date, cette décision a été à plusieurs reprises confirmée et des études préliminaires engagées, — confiées à la Direction Départementale de l'Équipement, au Setra, à la Setec, à Scetauroute, au Codra, etc... — sans toutefois que les choses entrent dans une phase véritablement opérationnelle.

Mais le temps pressait car la vétusté des bacs assurant la liaison Ré-Continent — le plus récent a été acquis auprès du Département de Loire-Atlantique, après la construction du pont Saint-Nazaire-Mindin — et les délais d'études de conception comme les délais de construction de nouveaux bacs éventuels, obligeaient le Département à prendre une décision définitive, et à s'engager dans la voie des réalisations. Le déficit croissant de la Régie Départementale des Passages d'Eau et le fait que ce déficit ne pourrait plus, dès 1994, être couvert par les excédents du produit des péages du pont d'Oléron, allaient dans le même sens.

Aussi, en 1983, le Conseil Général demandait-il au Préfet Commissaire de la République de la Charente-Maritime d'ouvrir une enquête publique sur la réalisation de l'ouvrage et de ses accès.

# DE L'ILE-DE-RE

Si le Conseil Général était unanime pour une réalisation rapide du pont de l'île-de-Ré, des divergences subsistaient cependant quant à son mode de réalisation, certains Conseillers Généraux prônant une concession, d'autres étant de farouches partisans d'une réalisation en régie. C'est finalement, après les élections cantonales de 1985, cette dernière tendance qui a prévalu.

Le Conseil Général décidait alors, par délibération du 12 juin 1985, de confier la maîtrise d'œuvre de la réalisation à la Direction Départementale de l'Équipement, assistée du SETRA pour les études techniques.

Cette décision permettait véritablement de passer de la phase des études préliminaires à la phase de réalisation.

Tout devait désormais aller très vite.

— Septembre 1985 : adoption du contenu du dossier de consultation des entreprises par la maîtrise d'ouvrage.

— Décembre 1985 : lancement de l'appel de candidatures.

— Janvier 1986 : choix des candidatures.

— 19 mai 1986 : date limite de remise des offres.

— 17 juillet 1986 : rapport de présentation des offres du maître d'œuvre au maître d'ouvrage.

— 23 septembre 1986 : signature du marché et ordre de service prescrivant le commencement des travaux.

A noter que dès ce moment, l'Administration a souhaité associer étroitement l'Ingénierie publique et l'Ingénierie privée au déroulement de l'opération. Cette position de principe était indispensable si l'on voulait :

— Éviter que l'Ingénierie publique ne confisque à son seul profit le label "Pont de Ré".

— Assurer des études de projet de qualité dans les délais restreints : l'Association Setra — Sogelerg a ainsi permis d'étudier à fond une solution de base qui a été retenue — à quelques variantes près — par la quasi-totalité des concurrents.

— Faciliter le jugement des offres dans les délais également réduits, en explorant — sur la base d'études jointes au dossier d'appel d'offres — les solutions susceptibles de faire l'objet de variantes (c'est ainsi que PX Consultant a plus spécialement étudié les solutions haubanées).

— Vérifier les notes de calculs et plans d'exécution dans les délais prescrits et également particulièrement restreints, sans prendre le risque, à aucun moment, de retarder l'Entreprise.

— Assurer la présence indispensable de la maîtrise d'œuvre à tous les stades de l'exécution et de la surveillance du chantier.

L'article ci-après décrit plus en détail tout ce processus.

Mais l'on peut affirmer, que la conjonction d'une maîtrise d'œuvre associant l'Ingénierie Publique et l'Ingénierie privée avec la puissance et la technique d'une Entreprise particulièrement performante doit permettre de tenir le pari d'un délai d'exécution extrêmement tendu et de livrer au maître d'ouvrage un ouvrage de qualité.

**Dès 1974, le Setra  
et la DDE 17 avaient élaboré  
un premier dossier d'APS  
du Pont de l'île-de-Ré.**

**Ces études ont été reprises en totalité à partir de début 1985, par une équipe constituée du Service Maritime de la DDE (regroupé au départ autour de Pierre-Louis Petrique puis de Paul Scherrer), du Setra (l'équipe de Michel Virlogeux et en particulier, Gilles Causse affecté au projet), de Charles Lavigne architecte, de Sogelerg (M. Chauvin), et PX Consultant (M. Xercavin).**

Chevêtre en cours de coulage.





**IPC 77  
Paul Scherrer  
Après un début  
de carrière  
au Service  
Maritime  
de Dieppe  
(DDE 76) entre  
en 1979,  
comme  
Directeur  
de l'Outillage  
Portuaire  
à la Chambre  
de Commerce  
et d'Industrie de  
Boulogne s/Mer  
où il dirige  
notamment,  
l'importante  
opération de  
restructuration  
de la gare  
maritime.  
Depuis  
le 1<sup>er</sup> février  
1986,  
Chef du Service  
Maritime  
de La Rochelle  
(DDE 17),  
et chargé  
de la maîtrise  
d'œuvre  
du pont  
de l'Île-de-Ré.**

En septembre 1985, le maître d'ouvrage donnait son accord de principe à la constitution d'un dossier d'appel d'offres comprenant :

- une solution de base, pont à voussoirs préfabriqués, assemblés par précontrainte partiellement extérieure, de travées 120 m ;
- une étude sommaire de solution mixte métal-béton (étudiée tout particulièrement par M. Lecroq) pouvant servir de référence à une offre variante ;
- une étude sommaire de solution à travées centrales haubanées (avec l'apport tout particulier de PX Consultant) pouvant également servir de référence à une offre variante ;
- des éléments de réflexion sur des solutions à âmes triangulées en béton (qui de fait n'ont pas réellement abouties, compte tenu de la complexité due à l'inertie variable du caisson du tablier...).

A noter que la Grande Commission Nautique a demandé que soient assurées 4 passes navigables de 100 mètres de largeur, dégagant au minimum 25 m de tirant d'air (le maître d'ouvrage a en fait retenu 30 m) et que la proximité de l'aéroport de La Rochelle-Laleu interdit de crever le plafond (+ 69 m NGF), ce qui a bien entendu, fortement pénalisé les solutions haubanées.

### **L' appel d'offres et le choix de l'entreprise Bouygues**

Dès la constitution du dossier d'appel à la concurrence, le maître de l'ouvrage a mis l'accent sur le caractère fondamental pour lui, des délais.

Le mode de consultation retenu a été l'appel d'offres restreint au niveau Européen. Après sélection de 8 candidats, les dossiers de consultation des entreprises ont été adressés le 13 février 1986, avec ouverture des offres, le 20 mai 1986. L'équipe de maîtrise d'œuvre s'est ainsi vue devoir analyser 24 propositions (6 solutions de base béton, 1 base métal, 6 bases aménagées béton et 11 autres variantes dont 5 à haubans). Les diverses solutions, autres que classiques à voussoirs préfabriqués ont toutefois été assez rapidement éliminées pour des raisons aussi bien de coût d'investissement que de sûreté de mode de mise en œuvre et de coût d'entretien ultérieur en atmosphère maritime. Le délai a été prépondérant dans le choix du maître d'ouvrage, entre les deux solutions restant en compétition, et a conduit le 7 août 1986, à retenir le groupement d'entreprises Bouygues, Bouygues Offshore. Le marché avec ces entreprises a été signé après mise au point, le 23 septembre 1986 avec une fin de chantier contractuelle pour le pont, fixée au 30 avril 1988.

La responsabilité du projet était confiée, au sein du groupement d'entreprises à M. de la Chaise, M. Perrier assurant la direction du chantier, assistés de M. de Rochebouet, pour les opérations maritimes. Les études ont été réalisées sous la direction de M. Pierre Richard avec, en particulier, MM. Placidi, Radiguet et Phan Thao.

### **L' organisation de la maîtrise d'œuvre**

Pour le suivi de la réalisation du pont, comme pour les études de l'organisation, la maîtrise d'œuvre fait appel à divers intervenants, le Chef du Service Maritime étant le représentant de la maîtrise d'œuvre.

*Le suivi des études*, est assuré par le Setra et Sogelerg sur Paris, en étroite concertation avec la DDE, le Chef du Service Maritime signant tous les visas des plans, des nomenclatures et des autres documents d'exécution. La mission de Charles Lavigne, architecte, s'est poursuivie pendant la mise au point du projet (en particulier architecture des 28 piles), et la réalisation du chantier (accord sur les calepinages proposés par l'entreprise, choix des équipements — corniches latérales, mâts d'éclairage, etc... —). Il travaille en concertation avec Mme Fourquie architecte, choisie par le Conseil Général pour les bâtiments, des accès et l'aménagement paysager de la zone.

*Laboratoire de chantier* : compte tenu du nombre d'essais à réaliser dans des délais restreints (plus de 12 000 éprouvettes à casser, plus de 600 passages de contrôles soniques des pieux, etc...) un laboratoire de chantier a été installé sur l'aire de préfabrication des voussoirs. Le laboratoire Régional de Bordeaux et le CEBTP se sont associés et ont passé solidairement avec le maître d'ouvrage un contrat pour l'exécution des essais de contrôle extérieur de qualité nécessitant des tâches de laboratoire, à savoir notamment :

- suivi de la qualité des bétons et de leur constituant (au sens du fascicule 65) ;
  - contrôle des pieux par auscultations soniques ;
  - mesure de coefficients de transmission ;
  - contrôle de la chape d'étanchéité ;
  - assistance à la réception de l'ouvrage ;
- auxquelles s'est ajouté par la suite le contrôle en usine de la fabrication des appareils d'appuis spéciaux.

Le laboratoire qui a reçu l'agrément Réseau National d'Essais est autorisé à effectuer des prestations directement pour le compte de l'entreprise si celle-ci les lui commande mais pour des raisons de déontologie évidente, le laboratoire ne procède à aucune

## Des moyens exceptionnels ont été mis en œuvre pour assurer le suivi de la sécurité et le suivi du chantier, fruit d'une collaboration entre l'Administration et des entreprises privées.

interprétation des résultats pour le compte de ladite entreprise.

Le suivi de la sécurité sur chantier a fait l'objet d'une attention toute particulière avec mission spécifique confiée à cet effet par le maître d'ouvrage à AIF (Association des Industriels de France).

Le suivi de chantier est assuré par deux cellules de la DDE, l'une fondations-piles — dirigée par M. Main, Ingénieur des TPE habituellement chargé de la subdivision "travaux neufs au Service Maritime" —, et l'autre tablier — (préfabrication-pose) — dirigée par M. Demare, Ingénieur des TPE, spécialement affecté à cet effet à la DDE de la Charente-Maritime —. Les tâches principales du chantier et en particulier tous les bétonnages et mises en précontrainte sont suivies en continu par les agents de la maîtrise d'œuvre avec fourniture par l'entreprise de fiches de suivi, conformément au fascicule 65 du CCTG. Après consultation, un contrat a été passé à la Société Sogelerg, afin qu'elle mette à disposition de la DDE des surveillants de travaux qui viennent ainsi compléter les moyens de l'Administration.

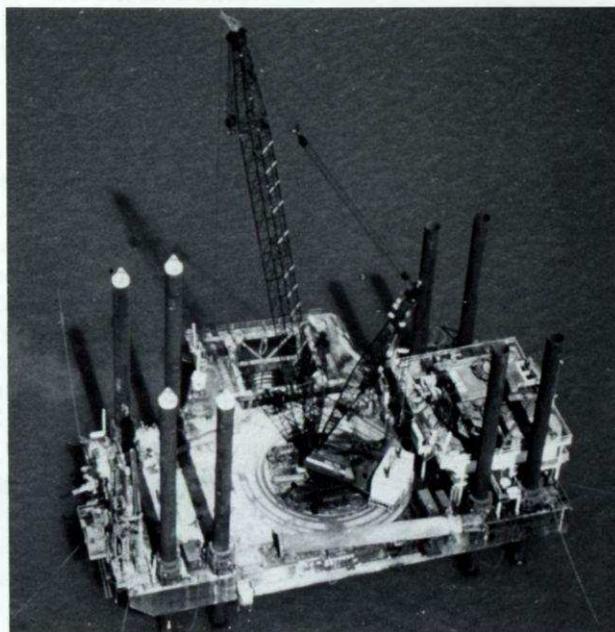
Le système permet ainsi de s'adapter de manière souple aux besoins réels du chantier (par exemple, il a fallu embaucher de toute urgence deux surveillants supplémentaires quand en juillet 1987, Bouygues a décidé de poser les voussoirs 7 jours sur 7, 20 heures par jour).

La coordination générale de l'opération (entre les divers maîtres d'œuvre des accès, des bâtiments, les services du futur exploitant, concessionnaires des réseaux, tels que EDF, Syndicat des Eaux, etc...) est assurée également par le Service Maritime de la DDE et tout particulièrement son Bureau d'Etudes (Jacques Plessis), assisté par la Société Cercle qui gère un planning informatisé de l'opération (environ 40 marchés).

### **P**incipales caractéristiques techniques de l'ouvrage

La variante proposée par Bouygues présente des travées de 110 mètres découpées en 30 voussoirs, (à savoir deux demi-voussoirs sur pile et 14 paires de voussoirs de 3,80 m de long environ, (poids maximum de chaque pièce 130 tonnes).

Le pont comporte ainsi 28 piles, les piles 4 à 25 sont conçues pour résister à un choc de navires de taille moyenne, correspondant à un effort statique horizontal de 2 000 tonnes. La solution proposée par l'Administration dans la base, et reprise par Bouygues dans sa variante, consiste à réaliser les fondations profondes des piles par 4 pieux inclinés à 20°, diamètre 2 mètres, ancrés de 12 mètres environ dans le substratum marno calcaire. Tout calcul fait, le



Barge auto-élévatrice GEM 159 en position sur une fondation.

### LE PONT DE L'ILE-DE-RE (quelques chiffres)

#### TABLIER

- Longueur entre culées : 2 926,50 m se répartissant en 29 travées (de Ré vers le Continent) de 37,20 m — 56,40 m — 83,20 m — 24 x 110 m — 71,80 m — 37,90 m.
- Largeur du hourdis supérieur : 15,50 m. Hauteur variable de 4 m à 7 m.
- Béton B.40 de tablier : 31 700 m<sup>3</sup> soit une épaisseur équivalente de 0,70 m.
- Armatures passives : 4 165 tonnes soit 131,4 kg/m<sup>3</sup>.
- Précontrainte : 12 T 15 — 1 052 tonnes.  
19 T 15 — 717 tonnes.  
soit un total de 1 769 tonnes (55,8 kg/m<sup>3</sup>).
- Précontrainte transversale du hourdis supérieur : 9,8 tonnes.

#### APPAREILS D'APPUI

70 appareils d'appuis à pot, glissants et fixes, de 250 tonnes à 3 000 tonnes.

#### PILES ET CHEVETRES

- 28 piles de hauteur variable, s'inscrivant dans un cylindre de diamètre extérieur 5,50 m.
- Béton B.30 de piles et semelles 15 931 m<sup>3</sup>.
- Armatures passives : 1 690 tonnes (106 kg/m<sup>3</sup>).

#### FONDATEMENTS SUR PIEUX INCLINES

- 104 pieux Ø 2000 inclinés à 20 degrés, forés de 12 ml dans le substratum marno-calcaire.
- Longueur totale des pieux : 2022 ml dont 1100 ml à l'intérieur de chemises métalliques.
- Volume de béton : 6 354 m<sup>3</sup>.
- Armatures passives : 1 227 T soit 193 kg/m<sup>3</sup>.

# Une travée de 110 mètres demande 140 heures de travail et la cadence de pose est d'une travée en six jours.

choc des navires induit dans le pieu le plus tendu une traction de l'ordre de 2 000 tonnes, ce qui a nécessité l'usage d'armatures passives peu usuelles, des HA 56.

— La forme des piles et chevêtres résulte d'une étude architecturale particulière destinée à créer des jeux d'ombres et de lumières sur les fûts de piles.

— Le tablier, de 15,50 mètres de largeur, est un mono-caisson d'épaisseur équivalente 70 cm qui supporte 2 voies de circulation de 3,50 m et deux pistes cyclables de 2 mètres de largeur séparées de la chaussée par des barrières préfabriquées en béton, type GBA. Le caisson abritera une canalisation d'eau Ø 600 pour parfaire l'alimentation de l'Île-de-Ré, des câbles EDF 90 Kv et 20 Kv ; il est également prévu une réservation pour des fibres optiques PTT.

— Le principe de la précontrainte distingue trois familles principales :

\* câbles de fléaux noyés dans la tranche supérieure des voussoirs et débouchant soit en tranche, soit en bossage dans le caisson : câbles 12 T 15 super ;

\* câbles de continuité 19 T 15 super, extérieurs au béton, avec 2 déviateurs par travée, en gaine polyéthylène noire ;

\* câbles de continuité horizontaux, noyés dans le béton, au voisinage de la clef, en partie inférieure des caissons et également en partie supérieure dans certains cas (câbles 12 T 15).

Toutes les injections se font avec un coulis de ciment étudié spécialement pour le chantier par Bouygues.

## **Q**uelques faits remarquables du chantier

**Fondations** : l'utilisation d'une barge autoélévatrice offshore a permis à l'Entreprise de s'affranchir, pour de nombreuses tâches, des sujétions dues à la houle. Ceci a permis des cadences de travail très élevées, puisque une fois le chantier monté en régime, la réalisation des fondations profondes se fait sur un cycle d'environ 7 jours.

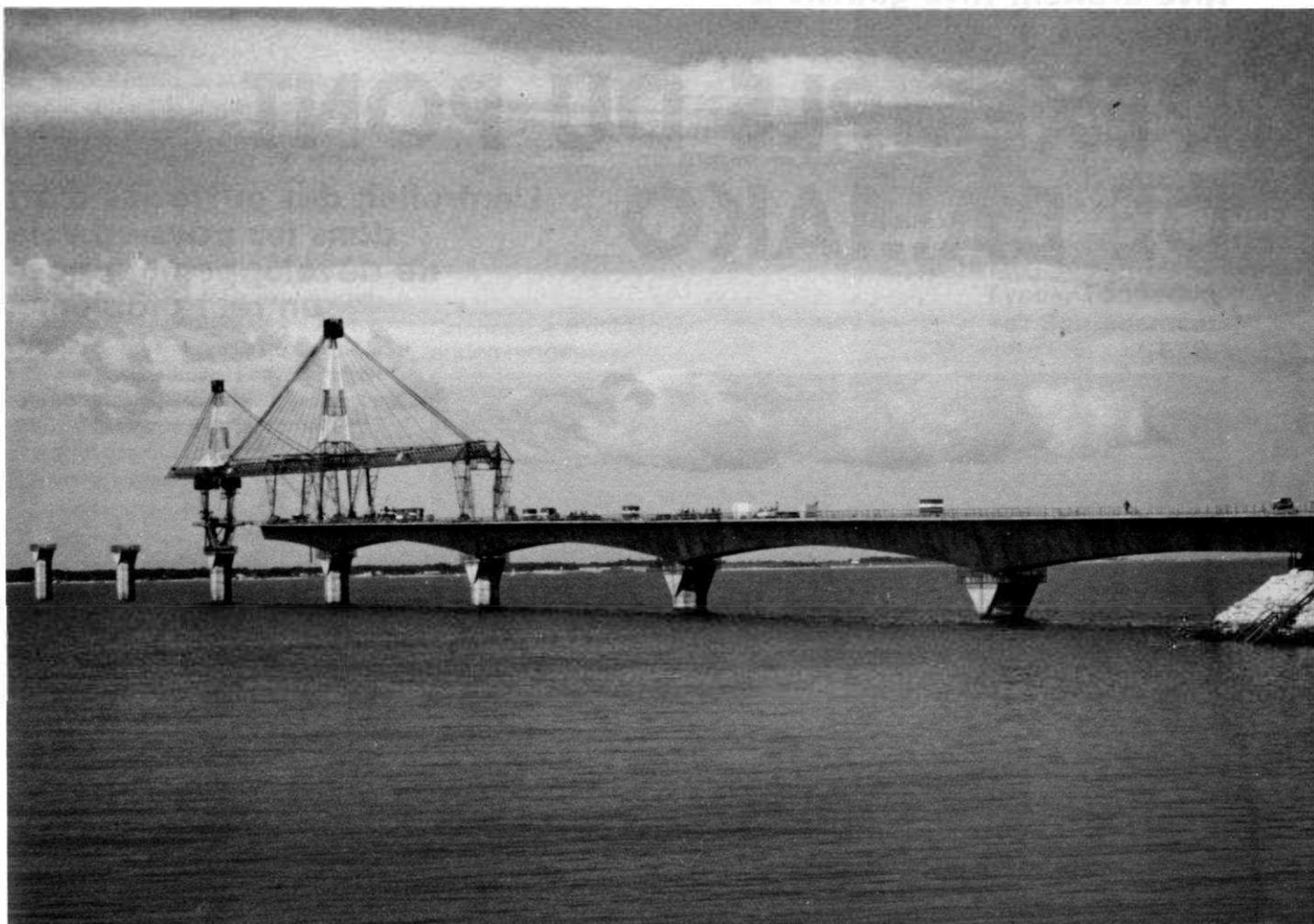
Les principales difficultés rencontrées ont en fait été liées au bétonnage des pieux inclinés Ø 2000, et ont nécessité certains recarottage du béton pour contrôle, et dans le cas d'un seul pieu sur les 104 réalisés, des injections de coulis sous pression.

• La forme des piles a nécessité des coffrages grimpants très spécifiques et un coffrage de chevêtres fort important qui, dans certains cas, a dû être mis en place à plus de 40 m au-dessus des plans d'eau.

**Préfabrication des voussoirs**. La nécessité de préfabriquer les 798 voussoirs du pont en 8 à 9 mois, a conduit l'Entreprise à installer 8 cellules de préfabrication, alimentées par 4 mâts de bétonnage depuis deux centrales de chantier, chacune assurant la sécurité de l'autre.



Vue générale de l'aire de préfabrication des voussoirs.



Le pont prend forme.

Pour tenir les cadences fixées, 6 à 8 voussoirs par jour, il était indispensable de pouvoir décoffrer à 13 heures environ, et de lever les voussoirs 36 heures après bétonnage. L'étude de béton spécifique a conduit à une formulation avec adjonction de fumée de silice (ce qui conduit à des  $f_c$  28, de l'ordre de 60 à 70 MPA pour 40 MPA contractuels).

Les difficultés rencontrées ont été essentiellement l'obtention d'une bonne qualité de parement (problèmes de vibration sur des âmes de 7 m de haut, hétérogénéité de teintes...) et la tenue des gaines de précontrainte sous la poussée du béton dans les parties basses des coffrages.

*Pose des voussoirs.* La poutre de lancement mobile sur pneumatiques a été entièrement conçue par la Direction Scientifique de Bouygues, et présente de nombreuses caractéristiques innovantes devant permettre son réemploi pour d'autres tabliers de ponts futurs. L'utilisation importante de haubans (verticaux et horizontaux) a permis d'obtenir une structure globalement fort rigide, malgré un poids relativement réduit (500 tonnes environ pour une poutre de 280 m).

La poutre permet la pose simultanée de deux voussoirs, maintenus en suspension jusqu'à la fin de mise

en tension de 2 câbles de fléau par paire de voussoirs. La cadence de pose est de une travée de 110 mètres en 6 à 7 jours (travail 20 heures par jour), avec la pose des 14 paires de voussoirs d'un fléau en 2 jours environ.

### C onclusion

Sauf cas de force majeure, il est désormais acquis que le pari de l'Entreprise Bouygues et du Conseil Général sera tenu, à savoir construire 45 000 m<sup>2</sup> de tablier avec des fondations profondes très spécifiques en 20 mois (soit environ 5 mois d'études et 15 mois de chantier). Ceci n'aura été possible que grâce à la très grande maîtrise de l'organisation et des méthodes qui sont celles de l'Entreprise Bouygues et également à la bonne coordination technique qui a toujours prévalu entre maîtrise d'œuvre et Entreprise. Ainsi, pour tous les plans et toutes les notes de calculs, il a toujours été possible de donner le visa pour le début d'exécution sans jamais faire attendre l'Entreprise et ce, malgré les délais extrêmement serrés qui ont inmanquablement ponctué cette réalisation.

Rive droite... Rive gauche...

# L'EXEMPLE DU PONT DE BAMAKO

L'entretien des ouvrages d'art  
dans les pays en voie  
de développement pose  
un réel problème.



Passerelle de visite.

**A** travers l'exemple du pont de Bamako, au Mali, le présent article se propose de mettre en évidence le fait que certains ouvrages d'importance stratégique peuvent être assez rapidement menacés par manque de crédits d'entretien et de réparation. Dans les pays en voie de développement il est donc important d'une part de tenir compte de cet état de fait dans la conception des ouvrages, ce qui incombe aux ingénieurs, et d'autre part de porter une priorité accrue aux crédits affectés à la conservation du patrimoine, ce qui incombe aux bailleurs de fonds.

Le pont de Bamako, au Mali, relie les parties Sud et Nord de la ville et constitue le seul moyen de communication entre les deux rives du Niger si l'on accepte la chaussée submersible de Sotuba, à une seule voie de circulation, qui n'est utilisable qu'environ cinq mois par an.

Conçu à l'origine pour faciliter le désenclavement vers le Sud de Bamako (et en particulier l'accès à la route de Côte-d'Ivoire), ainsi que pour permettre l'extension de la ville sur la rive droite, l'ouvrage reçoit aujourd'hui une circulation moyenne de 35 000 véhicules par jour, sans compter une circulation très importante de cycles, cyclo-moteurs et piétons.

Il constitue de ce fait un ouvrage stratégique pour la vie de Bamako et plus généralement du Mali, son doublement par un deuxième pont étant d'ailleurs envisagé à terme.

Les travaux de construction se sont déroulés de mars 1958 à mars 1960, à partir d'un avant-projet étudié par le Service Central d'Etudes Techniques (SCET) et d'un projet d'exécution de la STUP.

## Morphologie

L'ouvrage comporte 30 travées indépendantes identiques, d'environ 28 m de portée et est appuyé sur des piles fondées chacune au moyen de deux caissons havés de 2,50 m de diamètre légèrement encastrés dans le rocher sain.

Chaque travée est constituée par quatre poutres sous chaussée préfabriquées, en béton précontraint, réunies par quatre entretoises partiellement coulées en place et précontraintes transversalement. Le hourdis de liaison est également précontraint transversalement.

Le profil en travers comporte une chaussée de 6 m encadrée par deux trottoirs, le trottoir amont servant en outre de piste cyclable.

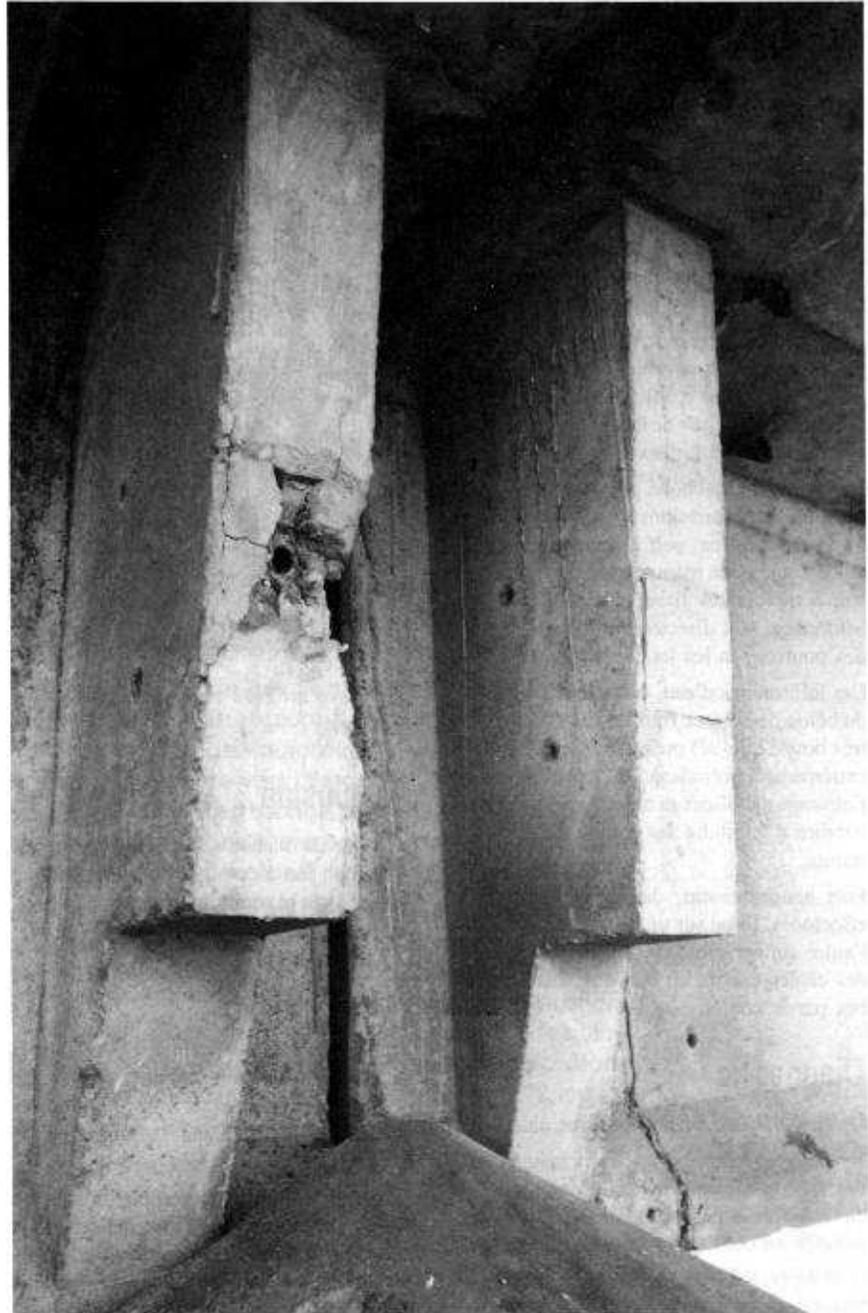
## L'inspection détaillée

L'inspection détaillée du pont a été effectuée à la demande du Ministère de la Coopération, l'organisation préalable étant assurée par la mission française de coopération à Bamako.



**A.L. MILLAN**  
**IPC 77**  
**Chef**  
**de la Division Ouvrages**  
**Types, Fondations**  
**et Soutènements**  
**SETRA**

Cachetage d'entretoise endommagée.



## Cachetage d'abouts endommagés.

A notre connaissance, bien qu'une visite subaquatique des fondations ait été effectuée, aucune inspection du tablier n'avait été entreprise jusqu'à ce jour.

Cette inspection, effectuée par MM. Poinneau et Millan (Setra), s'est déroulée du 10 au 23 octobre 1986. Compte tenu de l'importance de la circulation, toutes les interventions se sont déroulées soit de nuit, soit le dimanche. L'ensemble de l'inspection a nécessité 96 stations de visite à l'aide d'une passerelle spécialement construite à cet effet (figure 1).

## Constatations

En dehors de quelques dégradations mineures, deux problèmes importants ont été mis en évidence.

— le manque de chape d'étanchéité et le manque d'étanchéité des joints de chaussée ;

— le mauvais comportement des cachetages des câbles transversaux et, plus particulièrement, des câbles des entretoises (figure 2), ainsi que de certains cachetages de câbles longitudinaux (figure 3).

L'absence d'étanchéité provoque des coulures et des infiltrations systématiques sur toutes les travées, soit à travers les trous de coffrage et de manutention des poutres, soit à travers les fissures de reprises de bétonnage, soit directement sur les abouts des poutres via les joints de chaussée.

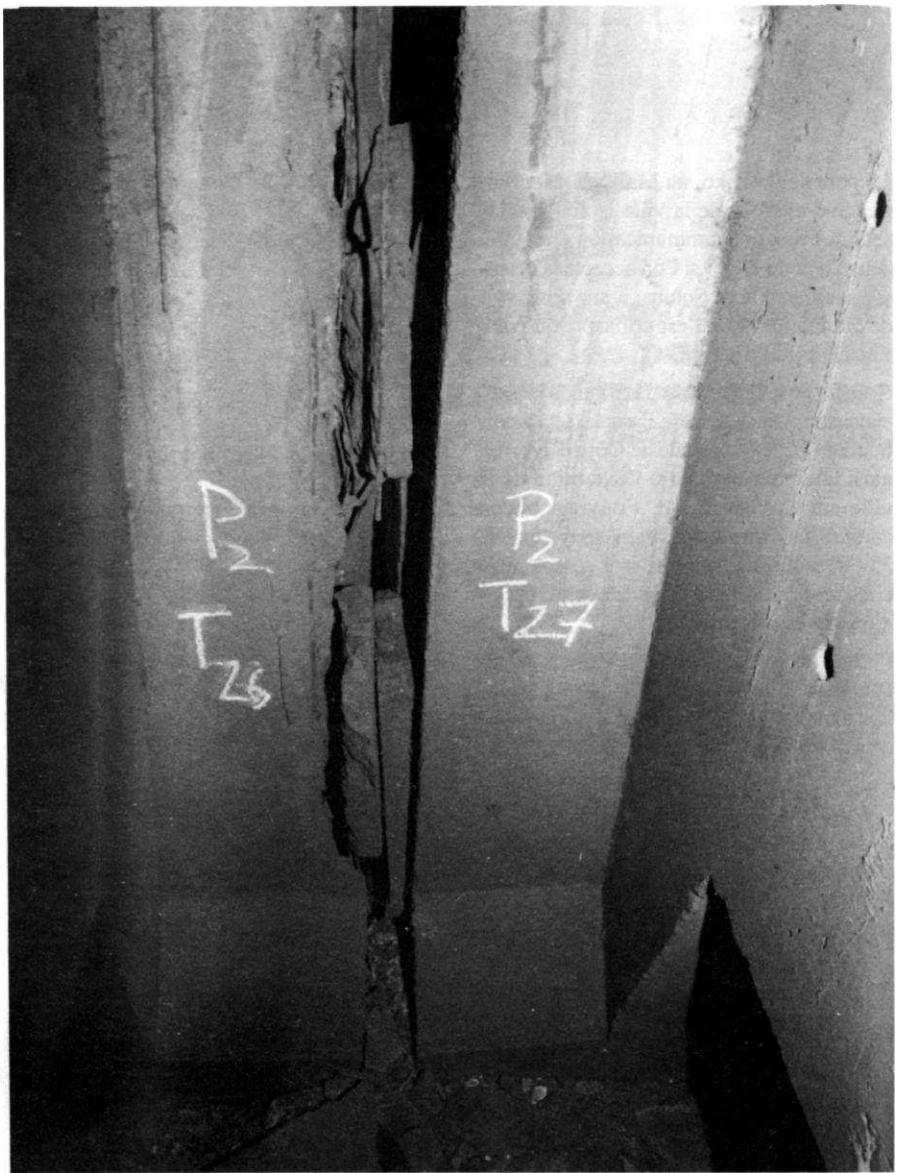
Ces infiltrations d'eau, outre la dégradation du béton de surface (qui est par ailleurs de très bonne qualité) présentent un caractère extrêmement préjudiciable à la pérennité de l'ouvrage car elles ont une très grande probabilité d'atteindre les câbles de précontrainte.

Fort heureusement, deux "césariennes" effectuées, l'une sur un câble d'entretoise, l'autre sur un câble de hourdis ont révélé des câbles encore en bon état, bien enrobés par le coulis.

## Diagnostic

On peut déduire de ces constatations que :

- la mise en place d'une étanchéité générale sur le tablier ainsi que de joints de chaussée étanches est indispensable pour garantir à l'ouvrage une bonne pérennité ;
- le repérage et la réfection soignée de tous les cachetages défectueux sont indispensa-



bles afin d'arrêter l'évolution de ces désordres.

## Conclusion

Le pont de Bamako se trouve encore en assez bon état mécanique apparent, malgré les coulures et souillures diverses auxquelles il est soumis.

Cependant, en raison de l'absence d'étanchéité à tous les niveaux, des corrosions d'armatures actives ont été mises en évidence à différents endroits. De ce fait, si aucune mesure conservatoire n'est prise pour éviter tout contact entre l'eau et les aciers de précontrainte, la durabilité de l'ouvrage risque de se trouver compromise.

En allant au-delà de l'exemple du pont du Bamako, il est utile d'insister sur le fait que la conception des ouvrages construits dans les pays en voie de développement doit tenir compte de l'extrême difficulté que peuvent

rencontrer ces pays à dégager des crédits d'entretien suffisants.

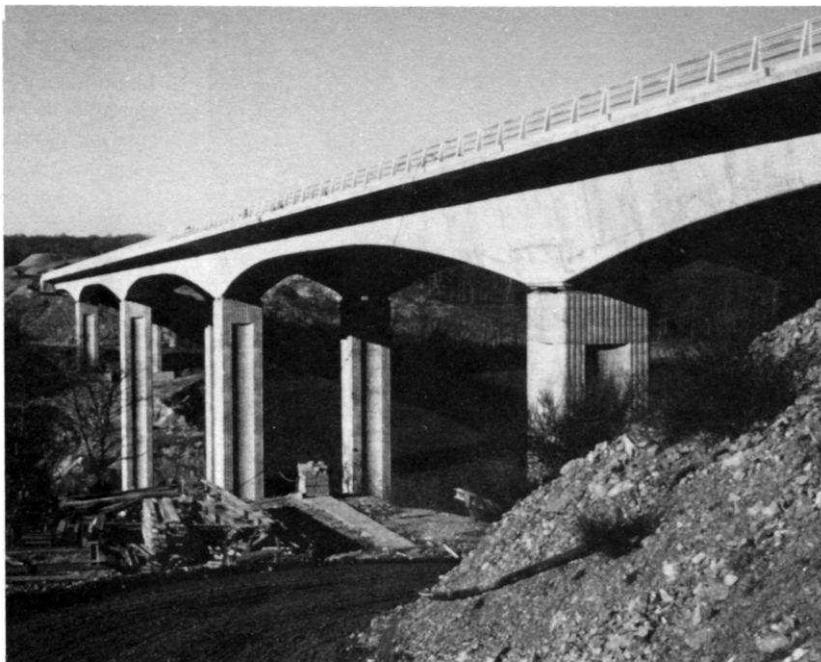
A fortiori, les grosses réparations ne peuvent être entreprises qu'à l'issue d'une longue procédure de recherche de financements, pendant laquelle l'ouvrage continue de déperir.

Il semble donc qu'il convienne de sensibiliser :

— les ingénieurs, afin qu'ils conçoivent des ouvrages nécessitant le minimum d'entretien, quitte à augmenter (le plus souvent de façon minime) le coût initial ;

— les bailleurs de fonds internationaux, qui concentrent souvent leurs financements sur les opérations de travaux neufs en délaissant dans une large mesure les crédits d'entretien et de réparation, indispensables pour assurer une pérennité satisfaisante aux ouvrages.

# L'OUVERTURE DE L'Auvergne SUR L'EUROPE DU NORD



Jean-Pierre  
Roussel  
Directeur de la  
construction  
à la  
SAPRR.

**L'**autoroute A 71 entre Bourges et Clermont-Ferrand, avec ses prolongements jusqu'à Orléans et Paris d'un côté et jusqu'à Béziers et Montpellier de l'autre, a de tout temps été vivement souhaitée par les départements qu'elle traverse.

L'ouverture vers l'Europe de l'Est de ces trois départements (Puy-de-Dôme, Allier et Cher) et de toute la région d'Auvergne est déjà une réalité depuis la mise en service de l'autoroute A 72 entre Clermont-Ferrand et Saint-Etienne. L'ouverture vers l'Europe du Nord deviendra à son tour une réalité avec la mise en service de l'autoroute A 71 entre Orléans et Clermont-Ferrand qui constituera également un apport non négligeable dans l'écoulement du grand flux de trafic Nord-Sud.

Avec la mise en service de l'autoroute A 71 entre Orléans et Clermont-Ferrand, l'usager désirant se rendre du Nord de la France vers le Sud, aura le choix entre deux itinéraires, l'un proche de la saturation, constitué par les autoroutes A 5 — A 7 — A 9 et l'autre loin de la saturation et doté d'une faible proportion de poids lourds, constitué par les autoroutes A 10 et A 71 jusqu'à Clermont-Ferrand. Là l'usager aura alors le choix entre le retour vers l'autoroute A 7, via l'autoroute A 72, ou la poursuite vers le Sud, via la RN 9 en cours d'aménagement.

**Grâce  
à l'autoroute  
A 71, à la fin  
de l'année  
prochaine, Clermont-Ferrand ne sera plus  
qu'à 3 heures trente de Paris.  
Pour l'Auvergne c'est une porte ouverte  
sur l'Europe.**



La construction de l'autoroute A 71, pour sa partie concédée à la Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône (SAPRR), entre Bourges et Clermont-Ferrand, a débuté en 1982 par les études de détail, suivies en 1983 par les remembrements et en 1984 par les premiers travaux préparatoires.

Quatre ans et demi après le commencement des premières études détaillées, ont été mises en service en octobre 1987 les trois premières sections les plus au sud : Montmarault-Gannat, Gannat-Clermont-Ferrand Nord, et Clermont-Ferrand Nord-Clermont-Ferrand Est, d'une longueur totale de 71 km.

Elles seront suivies, un an après, par la mise en service des deux sections suivantes : Vallon-en-Sully-Bizeneuille et Bizeneuille-Montmarault, d'une longueur totale de 38 km. Les deux dernières sections : Bourges-Saint-Amand Montrond et Saint-Amand Montrond-Vallon-en-Sully, d'une longueur totale de 71 km seront mises en service à la fin de l'année 1989.

Elles se raccorderont alors avec les autres sections construites par la Société Cofiroute entre Orléans et Bourges, la dernière section : Salbris-Bourges étant mise en service également à la fin de l'année 1989.

La continuité autoroutière entre Paris et Clermont-Ferrand sera alors assurée. Paris ne sera plus qu'à 3 heures 30 de Clermont-Ferrand par autoroute, alors qu'actuellement la durée de la meilleure liaison par fer est de 4 heures.

## Caractéristiques générales

L'autoroute A 71, dans sa partie concédée à la Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône, c'est-à-dire entre Bourges et Clermont-Ferrand Est, a une longueur de 180 km.

Elle est construite :

- par le maître d'œuvre : Scetauroute pour les 6 sections entre Bourges et Clermont-Ferrand d'une longueur totale de 176 km ;
- par le maître d'œuvre : Direction Départementale de l'Équipement du Puy-de-Dôme, pour la section de 4 km Clermont-Ferrand Nord-Clermont-Ferrand Est.

Sur les 180 km de cette autoroute, on trouve :

- 11 échangeurs ;
- 3 couples d'aires de service ;
- 4 couples d'aires de repos en première phase ;
- 4 viaducs (de 120 à 340 m de longueur) ;
- 192 ouvrages d'art courants dont 7 franchissements de voies ferrées ;
- 7 gares de péage ;
- 4 centres d'entretien (à Levet, Maillet, Montmarault et Riomet) ;
- 1 direction régionale d'exploitation (à Gannat).

Lorsque cette autoroute sera achevée entre

Bourges et Clermont-Ferrand, les terrassements auront nécessité l'exécution de :

- 22 millions de m<sup>3</sup> de déblais ;
- 15 millions de m<sup>3</sup> de remblais ;
- 5 millions de m<sup>3</sup> de matériaux de provenance extérieures, y compris les matériaux nécessaires à la construction des chaussées.

Le profil en travers est constitué par deux chaussées de 7 m de largeur chacune, séparées par un terre plein central de largeur variable (2,50 à 10 m) et bordées de bandes d'arrêt d'urgence d'une largeur variant de 2,50 m à 3,00 m.

La vitesse de référence, prise en compte pour la détermination de la géométrie du tracé, est de 120 km/heure.

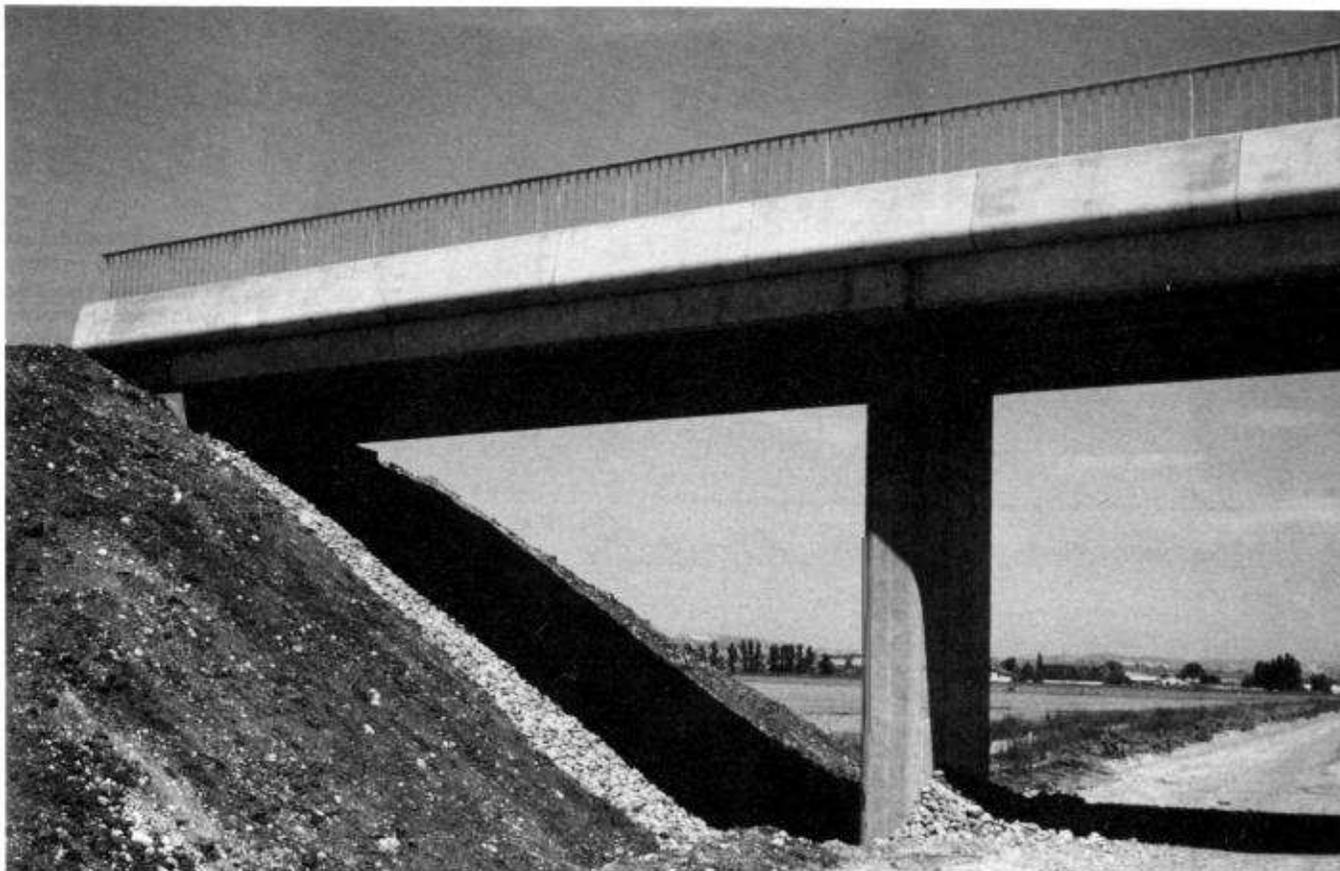
A la mise en service le trafic moyen prévisionnel variera selon les sections de 5 000 à 7 000 véhicules en moyenne journalière, avec une proportion de l'ordre de 18 % de poids lourds.

A l'achèvement de l'autoroute A 71 entre Bourges et Clermont-Ferrand, l'investissement consenti par la Société des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône aura été d'environ 4 millions de francs TTC, valeur 1986, soit un coût kilométrique moyen très raisonnable de 22 millions de francs.

Aspect du tablier en cours d'achèvement.



## Corniches d'ouvrage d'art en béton de fibre de verre (GRC)



Corniche GRC  
sur PS à tablier  
en poutres  
préfabriquées.

### Les faits saillants à retenir

Bien que la construction de l'autoroute A 71 n'ait pas rencontré de difficultés particulières, on peut souligner un certain nombre de faits caractéristiques :

**1 — Cette autoroute a une réelle valeur touristique.** L'usager la parcourant découvrira des paysages naturels méconnus et appartenant à une des plus belles régions de France : l'Auvergne. Il ne pourra que s'enthousiasmer pour les paysages attachants tels que ceux du bocage Bourbonnais et de la Chaîne des Puys et souhaiter les visiter plus en détail.

**2 — Cette autoroute a mobilisé le Conseil Régional d'Auvergne** qui, sur l'aire de service des Volcans, à 30 km au Nord de Clermont-Ferrand au confluent des Départements du Puy-de-Dôme et de l'Allier, a décidé de réaliser une véritable porte de l'Auvergne d'une grande envergure.

Dans un site naturel magnifique, avec une vue panoramique sur la chaîne des Puys, l'architecte Ricardo Bofill a été chargé de

concevoir un ensemble ambitieux qui devra participer à la promotion touristique et commerciale de toute la région Auvergne.

**3 — Cette autoroute a voulu et veut continuer à participer à la prospérité économique régionale.** D'abord, pendant la phase de construction, en prenant le maximum de dispositions pour donner toutes leurs chances aux entreprises locales qui désiraient participer aux travaux.

Ensuite pendant la phase exploitation, par la mise en place d'un observatoire économique qui, à partir d'un constat avant la mise en service de l'autoroute, mesurera les évolutions et orientera les décideurs locaux pour mieux utiliser toutes les potentialités de l'autoroute.

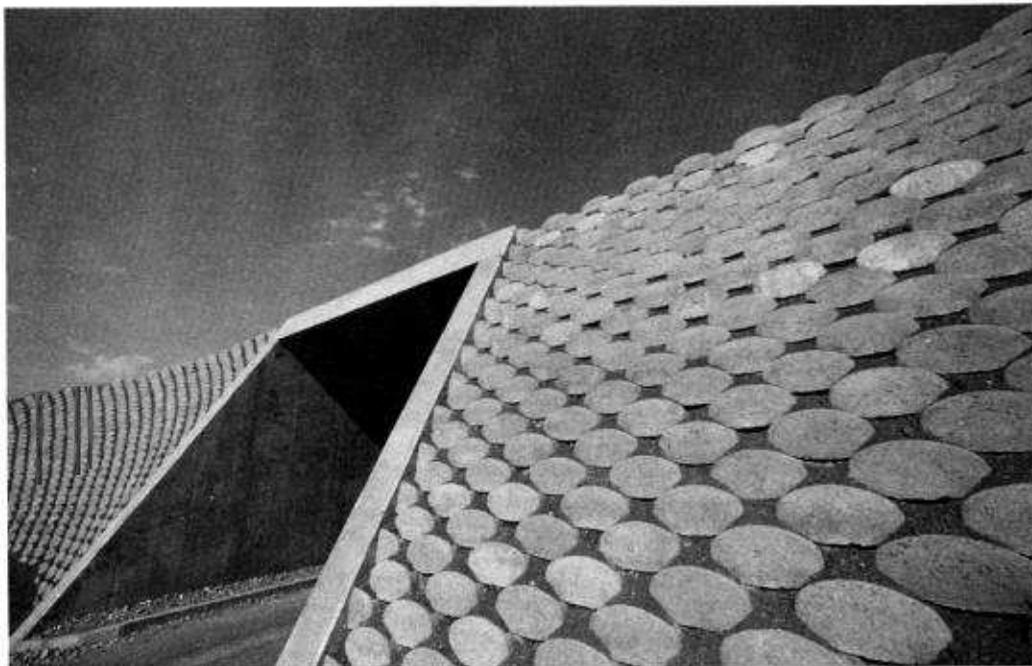
Enfin et toujours pendant la phase exploitation, en aidant au maximum le Conseil Régional d'Auvergne à réaliser son vaste projet de promotion touristique et commerciale sur l'aire de service des volcans.

**4 — Cette autoroute a voulu s'intégrer le mieux possible dans le paysage** en ne provoquant qu'un minimum de nuisance.

**C'est ainsi que les meilleurs architectes locaux ont été choisis pour réaliser les superstructures et les ouvrages d'art.**

**C'est ainsi que des architectes paysagistes ont assisté le bureau d'études dans la conception des terrassements et que des crédits d'une ampleur exceptionnelle ont été mis à la disposition des Directions des Antiquités Historiques et Préhistoriques pour réaliser des fouilles de sauvetage partout où cela se révélait nécessaire.**

## Une autoroute innovatrice qui veut participer à la prospérité économique de la région.



**Des murs alvéolaires de 6 mètres de hauteur réalisés avec des éléments "Loeffel", d'origine suisse, seront végétalisés afin de s'intégrer le mieux possible dans le paysage.**

Corniche GRC  
Caniveau du  
Viaduc du Venant.



5 — Cette autoroute participe à l'effort national en faveur de l'innovation par l'utilisation qu'elle fait de techniques peu ou pas utilisées à ce jour et dont certaines étaient d'origine locale. Elles ont trouvé sur cette autoroute un champ d'expérience et de référence pour leur promotion future.

Citons en particulier :

— Les ponts à poutres préfabriquées, précontraintes par fils adhérents et rendues hyperstatiques, qui furent utilisées sur un certain nombre de passages inférieurs ou supérieurs (en tout 16 unités). Ces ouvrages avaient déjà été utilisés sur d'autres autoroutes par d'autres Sociétés concessionnaires, mais ils ont fait ici l'objet d'améliorations telles que :

- les corniches préfabriquées très légères en "glass réinforced cement" (GRC) ;
- un mode de calcul prenant en compte les efforts de redistribution résultant du fluage ;
- des précautions pour éviter la fragilité aux chocs du tablier.

— Le conduit "Matière", ouvrage voûté constitué par l'assemblage de 4 éléments préfabriqués en béton formant des anneaux successifs (1 élément radier, 2 éléments piédroits, 1 élément voûte).

— Les ouvrages à voûte mince sous remblais de grande hauteur.

Il s'agit d'une voûte de type Campenon-

Bernard, mais qui a été ici placée pour la première sous un remblai de 20 m de hauteur pour livrer passage au ruisseau de la Bouble.

Sa longueur est de 120 m et son ouverture de 8 m.

Des précautions et des dispositions constructives ont été prises (qualité du remblai, méthode de remblaiement) pour éviter l'effet "Marston".

— Les corniches en béton de fibre de verre. Il s'agit d'éléments préfabriqués, très légers, destinés à constituer le parement de la corniche en même temps qu'un coffrage perdu dans lequel on vient couler le béton du tablier.

— Les murs de tête de passage inférieur en éléments préfabriqués. La technique choisie, d'origine Suisse, est celle des éléments "Loeffel".

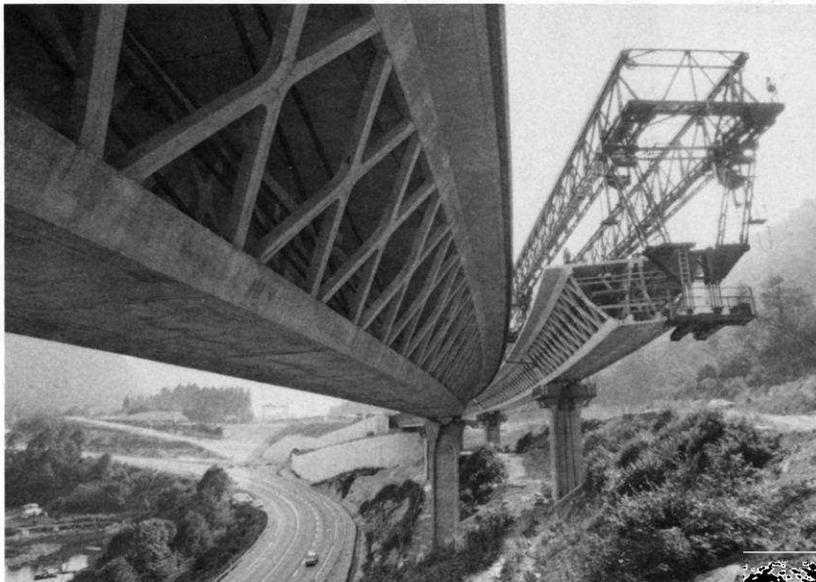
Ces éléments préfabriqués en béton, ont un faible poids (50 kg) et sont empilés puis végétalisés grâce à une structure formant réceptacle pour la terre végétale.

Des nappes de géotextile déployées dans le remblai ont permis d'atteindre pour ces murs une hauteur de 6 m.

Les éléments "Loeffel" ont été systématiquement utilisés sur l'autoroute A 71, pour les murs de tête des passages inférieurs de type PICF ou PIPO.

## Sur l'autoroute A 40 entre Mâcon et le Tunnel sous le Mont-Blanc

# LE VIADUC DE SYLANS



**A**u cours des deux dernières décennies, l'effort d'innovation dans le domaine des grands viaducs a porté en grande part sur l'allégement des structures, d'abord par l'emploi de matériaux légers, puis plus récemment par la conception même des ouvrages : structures mixtes acier/béton, pré-contrainte extérieure, structures en treillis, âmes ajourées etc...

L'autoroute A 40 — Mâcon-Genève, avec ses nombreux viaducs dans la traversée du Jura constitue une illustration de cet effort d'innovation que la SAPRR a souhaité favoriser : en particulier pour les viaducs de Sylans et des Glacières, la Société a pris le risque de lancer l'appel d'offres sous forme de concours de techniques innovantes, avec l'appui du Directeur des Routes et du SETRA.

Pour ces ouvrages, la solution de structure en treillis spatial proposée par l'entreprise Bouygues présentait à la fois l'avantage de la légèreté, l'atout d'une esthétique remarquable et l'intérêt d'une percée technologique. Elle fait l'objet de l'article ci-dessous de M. Jean-Pierre Roussel, Directeur de la Construction à la SAPRR.

S'il est trop tôt pour dresser un bilan économique définitif du chantier, deux enseignements majeurs fort intéressants peuvent déjà être tirés :

- d'une part l'avantage économique de légèreté (gain important de matière et allongement des portées économiques) est obtenu en partie au prix d'une grande qualification des équipes de mise en œuvre ;
- d'autre part le type de structure choisie et le mode d'exécution ont amené des réflexions importantes — en particulier pour l'application de la théorie des Etats Limites Ultimes et imposé un contrôle de qualité très précis notamment pour la géométrie de l'ouvrage.

Ces efforts de réflexion et de qualité, comme la qualification des hommes ainsi acquise sont en eux-mêmes porteurs d'avenir.

**Robert Garin,**  
**ICPC 65**  
**Conseiller**  
**Technique**  
**et Directeur**  
**des Actions**  
**Internationales**  
**à la Société**  
**des Autoroutes**  
**PARIS - RHIN -**  
**RHONE**  
**(SAPRR)**

**Immédiatement à l'Est du diffuseur du lac de Sylans, l'autoroute A 40 devait cheminer à flanc de falaises, dans des éboulis de forte épaisseur.**



**La solution d'un passage en viaduc, à faible hauteur au-dessus des éboulis, s'est rapidement imposée. Les portées, toutes égales, pouvaient correspondre à l'optimum économique : de l'ordre de 60 m. La longueur du viaduc avait été fixée à 1 260 ml. L'aspect architectural devait être l'objet d'un soin particulier, le viaduc surplombant un site à forte valeur touristique qu'il convenait de protéger : le lac de Sylans.**

Ces contraintes cumulées ont conduit la SAPRR et son maître d'œuvre Scetauroute à la conclusion que le viaduc de Sylans, avec ses 21 travées égales, constituerait un bon champ d'utilisation pour un tablier construit par éléments préfabriqués mais suffisamment minces et si possible ajourés pour réduire l'effet de coupure et de ceinture au flanc de la falaise.

### **Le concours**

Plusieurs techniques dont certaines innovantes permettant de résoudre le problème posé, il a été décidé de lancer un concours à deux niveaux :

**par Jean-Pierre ROUSSEL  
Directeur  
de la Construction  
à la SAPRR**

— dans un premier niveau, les entreprises devaient décrire leur solution technique, sans la chiffrer ;

— dans un deuxième niveau, les 2 ou 3 entreprises retenues devaient remettre une soumission chiffrée tenant compte des remarques formulées au cours de l'analyse du premier niveau.

Ce concours a été l'occasion pour plusieurs entreprises de proposer des solutions inédites, allant dans le sens de l'allègement de l'ouvrage, notamment Bouygues et Campenon-Bernard (Treillis précontraints) et Quillery (âmes évidées), ou des méthodes d'exécution particulières (Campenon-Bernard, Gim). Le projet de l'entreprise Bouygues a tout de suite attiré l'attention en raison d'une part de son caractère innovant et d'autre part de la grande légèreté et de la transparence de son tablier.

Comme par ailleurs la solution de l'Entreprise Bouygues bénéficiait d'un coût d'exé-

cution tout à fait compétitif, elle fut retenue pour le site de Sylans.

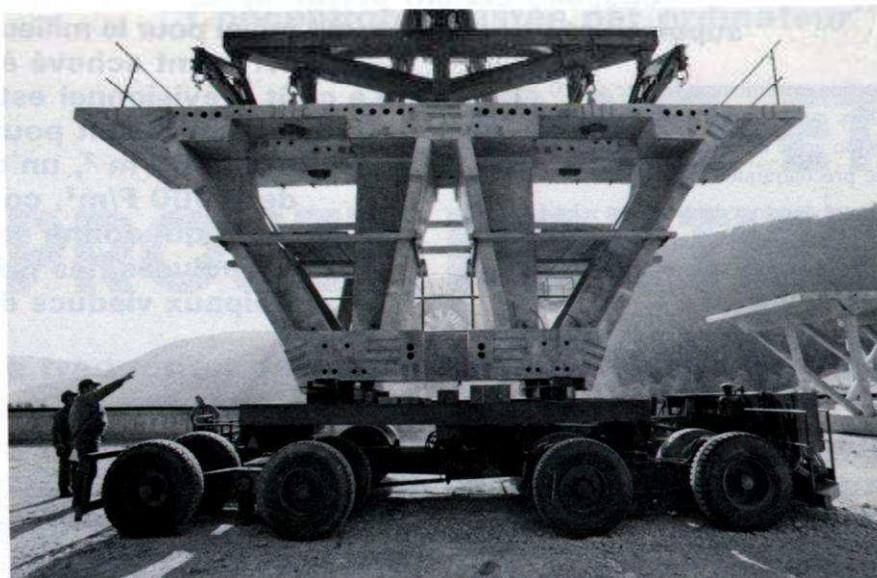
## La description générale de l'ouvrage

Nous rappelons rapidement les caractéristiques du tablier : les hourdis supérieurs et inférieurs sont constitués par des dalles pleines.

Ils sont reliés par un treillis tridimensionnel constitué d'X en béton précontraint, le tout étant préfabriqué par voussoirs posés à la poutre par encorbellements symétriques, et précontraints par des câbles extérieurs au béton.

Chaque voussoir dit courant à 4,66 m de longueur pour 10,75 m de largeur du hourdis supérieur, 3,80 m de largeur du hourdis inférieur et 4,17 m de hauteur hors tout. Il pèse 60 tonnes.

Dans chaque voussoir, 8 X en béton précontraint sont disposés par paire suivant 4 plans longitudinaux inclinés sur la verticale : 2 de part et d'autre de l'axe et 2 en rive.



La précontrainte des X est obtenue par des câbles à ancrage boutonné dans les hourdis, enfilés dans des tubes rigides intérieurs au béton des X.

L'originalité d'aspect du tablier réside dans sa légèreté et sa transparence dues à la faible épaisseur des hourdis : 20 cm pour le hourdis supérieur et 30 cm pour le hourdis inférieur, à la proportion importante de vide dans les âmes du tablier (section très faible

des diagonales des X : 0,20 x 0,20), enfin à l'assemblage des X selon des plans longitudinaux inclinés permettant au hourdis inférieur d'avoir une largeur égale à près du tiers de la largeur du hourdis supérieur.

## Les difficultés de préfabrication

Les diagonales constituant les X ont une

### PRINCIPAUX VIADUCS DES AUTOROUTES A 40 ET A 42

Ouvrages d'ouest en Est	Entreprises	Longueur	Portée moyenne	Coût au m <sup>2</sup> de surface utile du tablier en F 01/87 TTC	Mode de construction du tablier
A 42 : Pont d'Ain	Citral-Demathieu et Bard	168	47 (maxi)	6 400	Structure mixte
A 40 : Poncin	DTP/Citral	566	155 (maxi)	8 000	Encorbellement coulé en place + partie poussée
Nantua	GIM	1 003	90 (maxi 124)	9 900	Encorbellement coulé en place portée record
Neyrolles	Campenon-Bernard	782	49	7 700	Encorbellement préfabriqué
Charix	Citra-F	542	64	7 300	Pont poussé
Sylans	Bouygues	1 266	60	6 000	Encorbellement préfabriqué
Lalleyriat	GIM	195	58 (maxi)	7 200	Encorbellement coulé en place
Frebuge	Citral/Campenon-Bernard	438	49	7 200	Avancement préfabriqué
Tacon	Citra-F	320	90 (maxi)	7 700	Encorbellement coulé en place
La Crotte	Citral/Baudin Chateauneuf	195	49 (maxi)	9 800	Structure mixte fondations et accès très difficiles

**Au 1<sup>er</sup> octobre 1987, la situation était la suivante : 1) Toutes les fondations étaient terminées. — 2) 85 % des appuis étaient achevés. — 3) 1/3 des voussoirs étaient préfabriqués. — 4) L'achèvement du premier tablier, superstructures exclues, est prévu pour le milieu de l'année 1988, le deuxième tablier étant achevé à la fin de la même année. —**

section extrêmement réduite :  $0,20 \times 0,20$  alors qu'il faut y loger les armatures de béton armé et le tube de passage du câble de précontrainte.

Pour éviter tout déplacement relatif de ces éléments, tous les assemblages des armatures et du tube sont obtenus par collage à l'arc électrique.

Les X sont préfabriqués en position verticale, dans des moules métalliques.

Pour obtenir malgré cette position défavorable un bon remplissage des moules, un enrobage total des armatures et une absence de ségrégation ou de bulles d'air, l'entreprise a dû mettre au point un béton approprié. En outre, des additifs permettent à ce béton d'avoir une haute résistance à 24 h autorisant très rapidement l'assemblage des X avec les hourdis et la mise en œuvre de la précontrainte.

La grande fluidité du béton a posé d'importants problèmes à l'entreprise pour obtenir l'étanchéité parfaite d'un moule qui devait laisser dépasser à ses extrémités les armatures filantes et le tube du câble de précontrainte.

Enfin l'assemblage en usine de préfabrication des X par le béton coulé des hourdis haut et bas et le transport des voussoirs sur l'aire de stockage, ont nécessité l'installation de moyens de manutentions complexes, faisant appel à des toitures escamotables, des grues de levage, des chariots de transport sur rails, des ponts roulants.

## L'originalité de la pose des voussoirs

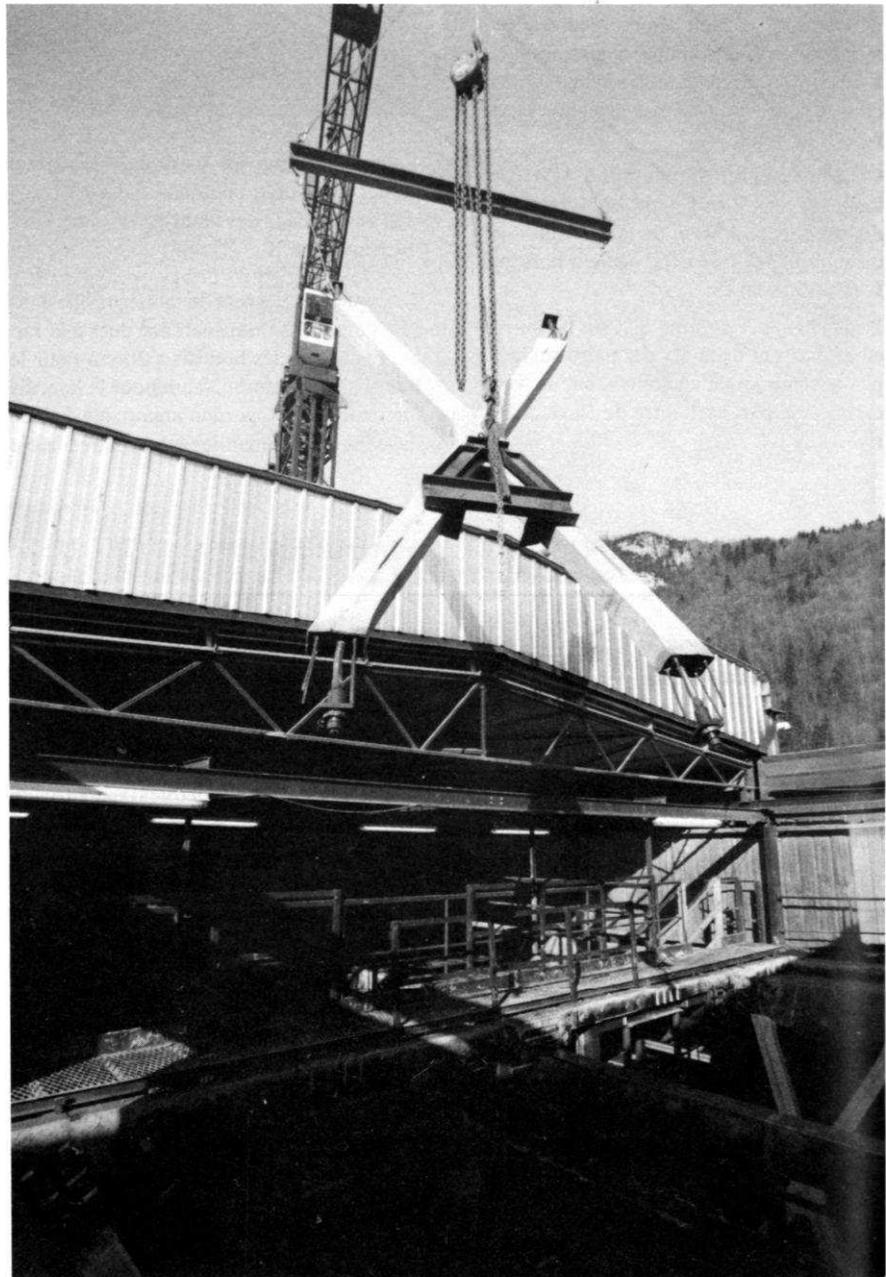
Les voussoirs ont été mis en place de façon classique avec une bipoutre de lancement de 135 m de longueur, par encorbellements symétriques.

L'originalité de la méthode de pose du tablier adoptée par l'entreprise réside dans la suppression du clavage par matage ou par béton coulé en place des deux fléaux d'une même travée : les extrémités des deux fléaux sont rendues strictement parallèles et amenées au contact par dénivellation des appuis, inclinaison et ripage horizontal d'un fléau vers l'autre.

La solidarisation des deux fléaux est ensuite obtenue par mise en tension des câbles de précontrainte, en l'absence de tout matage.

L'opération se termine par la remise du tablier sur ses appuis définitifs.

**5) Le coût prévisionnel est de 148 M F TTC, en francs janvier 1987, soit pour une surface utile du tablier de  $24\,700\text{ m}^2$ , un coût unitaire très compétitif de  $6\,000\text{ F/m}^2$ , comme en témoigne le tableau ci-après qui donne en francs janvier 1987, toutes taxes incluses, les prix unitaires constatés sur les principaux viaducs des autoroutes A 40 et A 42.**



Avant d'aborder l'examen de la CAO utilisée pour le tracé routier, il est opportun d'effectuer un retour sur le terme de "Conception assistée par ordinateur".

# CAO ET PROJET ROUTIER

D'abord, il s'agit d'une traduction de CAD (Computer Aided Design) et le design est tout à la fois la conception, le projet et le dessin. On distingue donc en français le dessin assistée par ordinateur, DAO, et la conception assistée par ordinateur, selon que le système est plus ou moins "intelligent".

## Le DAO

Depuis 20 ans maintenant, on sait utiliser un traceur comme sortie d'un ordinateur et dessiner automatiquement. Un dessin au trait, ce n'est pas finalement qu'un certain nombre de points de coordonnées  $x$  et  $y$  reliés ou non par des segments.

Toute courbe, pour peu que le pas soit suffisamment petit, peut être obtenue à partir d'une succession de petits segments portés par sa tangente et le tableau correspondant des  $x$ ,  $y$ , est facilement manipulé par l'ordinateur.

Aujourd'hui, on n'a plus besoin de remplacer un cercle par un polygone très proche et un système de CAO "sait" ce qu'est un cercle de centre  $O$  et de rayon  $R$ . Le dessin n'est pas ainsi plus un ensemble informel de segments, mais il est structuré par une base de données.

Le système sait ce qu'est un cercle et de nombreuses autres courbes, il connaît l'intérieur et l'extérieur d'une surface. Si l'on enrichit la base de données, on peut colorier le dessin, partitionner l'ensemble en de multiples niveaux qui sont autant de calques superposables. On a ainsi déjà un bon système de dessin.

## DAO et CAO

A partir d'un système de dessin, on peut introduire des fonctions plus complexes. Si la machine "sait" ce que sont le cercle  $C_1$  et le cercle  $C_2$ , il n'est pas très difficile de lui faire tracer la tangente à  $C_1$  et  $C_2$ . On peut tout aussi facilement faire tracer une ellipse par 5 points ou une hyperbole passant par 3 points et tangents à deux droites.

Il n'y a dès lors plus simplement dessin, puisque la machine n'a pas seulement représenté mais "trouvé" une courbe ; les éléments dessinés ne sont pas seulement restitués mais classés dans une base de données.

Le système sait ainsi résoudre à peu près tous les problèmes de géométrie élémentaire, ce qui mérite bien l'accès au titre de système de conception.

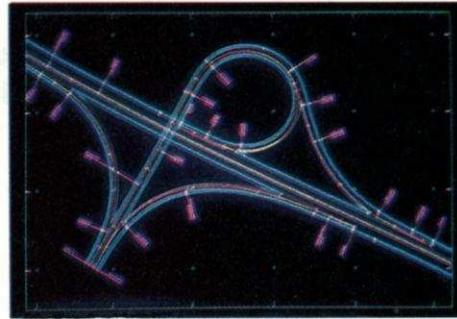
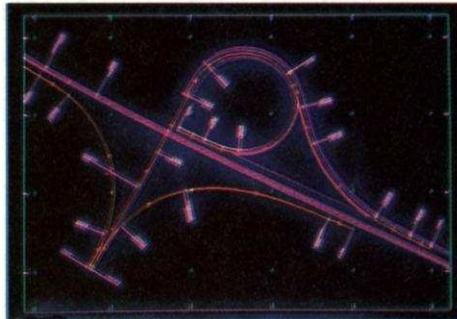
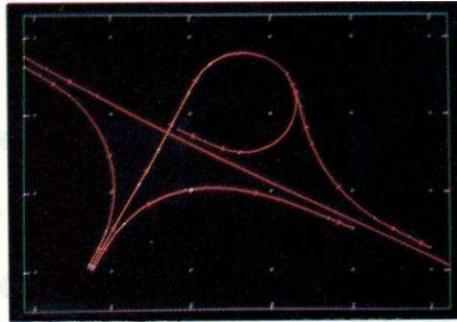
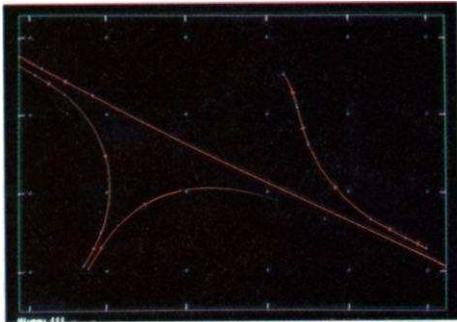
Ce qui distingue aujourd'hui un système de CAO d'un système de DAO, c'est la complexité de la *base de données* graphiques et l'étendue des *fonctions* de la bibliothèque du système, qui peut notamment comprendre des procédures d'optimisation.

### *L'interactivité*

L'ensemble des fonctions définies ci-dessus,



**Bernard Mandagaran, PC 70 commence sa carrière par la mécanique des sols : il prépare une thèse au LCPC, puis met en pratique cette technique dans un laboratoire régional de l'Administration. En 1978, il revient à l'Ecole où il développe l'activité de formation continue, l'action internationale et crée les presses des Ponts-et-Chaussées. Depuis un an, il est Directeur Technique et du Développement du Scetauroute et contribue activement à la mise en œuvre du plan autoroutier français.**



**L'Interactivité**  
**A chaque étape**  
**le projeteur est libre**  
**de sa décision.**  
**La série de dessins**  
**ci-dessus donne**  
**une idée du nombre**  
**de décisions**  
**élémentaires prises.**  
**A chaque moment**  
**le projeteur**  
**est aussi libre**  
**de l'angle**  
**d'approche (tracé,**  
**profil en long,**  
**visualisation**  
**du terrain naturel,**  
**choix de l'échelle).**

étaient à peu près réalisables il y a vingt ans. Un petit programme de Fortran permet, par exemple, à partir de l'équation de 2 cercles de trouver leur tangente commune. Ce type de programme était dit conversationnel et le dialogue avec l'ordinateur s'établissait comme suit :

rayon du premier cercle ? 5.  
 centre du premier cercle ? 0.,0.  
 rayon du deuxième cercle ? 7.  
 centre du 2<sup>e</sup> cercle ? 9.,4.

L'interactivité permet un dialogue beaucoup plus souple. On désigne sur l'écran une entité déjà construite  $E_1$ , puis une deuxième entité  $E_2$ , à partir de ces entités on fait quelques constructions géométriques où l'on fabrique ainsi une entité  $E_3$  qui pourra être appelée.

Comme dans les langages évolués, on ne doit pas annoncer à l'avance, le nombre et le type des entités, on ne réserve pas de place en mémoire ; le système gère tout cela. On peut corriger le détail d'un dessin existant en fonction d'un nouveau calcul. Le système est interactif.

## CAO — 2D ET 3D

On distingue les systèmes bidimensionnels

(2 D) et les systèmes tridimensionnels (3 D).

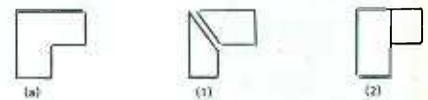
Dans un système 3 D, on constitue une véritable maquette virtuelle en 3 dimensions de l'objet à représenter. Mais il faut soit projeter, soit dessiner une perspective de cette maquette, si l'on veut en avoir une représentation sur l'écran ou sur papier. Les logiciels 3 D sont dotés de programmes de perspectives très performant et le projeteur peut faire "tourner l'objet", changer de point de vue, zoomer, comme il le ferait avec une maquette enfermée dans une cage de verre car la maquette reste virtuelle et l'on ne visualise que des *projections*.

Dans la mesure où la visualisation de l'objet *sur écran* est toujours plane, certains fabricants ont inventé le 2,5 D. En effet, grâce à un système 2 D, on peut représenter un objet en (x, y) puis en (x, z) sur un autre "calque" et avec un programme de perspective, à partir de ces deux vues on peut avoir toutes les représentations de l'objet. Ces systèmes ont le grand avantage d'être beaucoup moins lourds que les systèmes 3 D, mais les 2 projections de l'objet étant indépendantes, on peut modifier l'une sans corriger l'autre et obtenir un objet... impossible.

Comme souvent en informatique, il faut choisir entre sophistication et maniabilité du système.

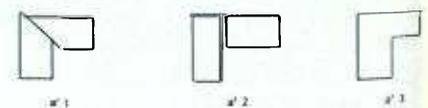
### La fabrication d'un objet virtuel

La CAO permet beaucoup plus que la description géométrique d'un objet.



Il existe une infinité de façons de construire l'objet  $a$  = par assemblage de deux objets identiques, de deux objets différents, par enlèvement d'un objet lui-même homothétique du premier...

Pour un système de DAO, les objets  $a_1$ ,  $a_2$  et  $a_3$  sont rigoureusement équivalents. Un système de CAO peut garder en mémoire l'histoire de la construction de l'objet. On comprend que cette histoire est fondamentale pour les tolérances (si les machines ont du jeu et fabriquent  $a'_1$ ,  $a'_2$ ,  $a'_3$ ) les objets ne se ressemblent guère ; pour la mécanique de l'objet = la rupture de  $a_1$  et de  $a_2$ , sollicités en flexion ne se fera pas selon les mêmes plans.



### Le projet routier

La construction d'une autoroute ou d'une route est un investissement lourd, qui fait l'objet d'études préparatoires, mettant en œuvre de nombreuses disciplines. Comme pour la construction d'une nouvelle voiture ou d'un nouvel avion, le projet comprend des millions d'informations (le volume matériel d'un projet dépasse le m<sup>3</sup>) dont le recueil, le traitement et le stockage justifient pleinement le recours à la CAO, quitte à être schématique, on peut décomposer le projet en 4 sous-dossiers, la géométrie, l'insertion dans l'environnement, le mode constructif et le réseau d'informations.

### La géométrie

C'est évidemment le domaine privilégié de la CAO. Le document de départ est le levé du géomètre généralement réalisé à l'échelle du 1/1000<sup>e</sup>. Aujourd'hui, ce levé est réalisé sous la forme d'un carnet électronique directement transféré dans un fichier. L'information fournie par le géomètre est :

- d'une part, traitée par un programme de modélisation du terrain naturel ;
- d'autre part, stockée dans une base de données.

Le modèle du terrain naturel est une véritable maquette numérisée du terrain qui peut être visualisée dans des perspectives (de paramètre quelconque) et coupée selon des plans ou des cylindres verticaux pour constituer des profils en long et en travers selon n'importe quelle trace sur le plan.

Il existe plusieurs programmes de modélisation (à partir de semis de points, de lignes, mixtes...) ; ces programmes sont utilisés en batch et requièrent une grande quantité de CPU.

Le terrain naturel étant modélisé, tout l'art du projeteur consiste à placer sur la maquette virtuelle le projet en tenant compte des normes de tracé (rayons minimum en plan et en profil en long, pentes maximales, dévers... le document décrivant ces normes en détail a 53 pages (1)), de son insertion dans le site, de sa constructibilité (optimisation des terrassements, imbrication tracé courant/ouvrages d'art, hydraulique...) et d'obtenir au moindre coût le meilleur tracé possible.

Deux grands types de méthode sont utilisés pour mener à bien cette tâche de conception.

#### a — Le travail sur maquette virtuelle

Le projeteur place "la ligne rouge" (courbe

gauche qui représente l'axe du projet) et à l'aide de gabarits représentant les profils en travers vient "sculpter" la maquette du terrain naturel en y intégrant le projet. Cette méthode est puissante car elle constitue une véritable simulation de la construction de l'autoroute. Elle est, par contre, peu interactive, car toute modification nécessite une nouvelle sculpture.

#### b — Le travail sur base de données

Le projeteur construit le tracé en plan à partir d'éléments géométriques (droites, cercles, clothoïdes) que la machine reconnaît et dont les paramètres peuvent varier.

Ainsi, le tracé en plan n'est pas une simple bande de papier mais le système reconnaît l'axe, le bord de chaussée, les voies de dégagements, l'ensemble de ces éléments étant stockées dans une base de données.

Cette méthode présente l'avantage de la souplesse et de l'interactivité qui permettent l'étude de nombreuses variantes mais, à l'inverse, le projet se développe selon une méthodologie plus rigide (d'abord l'axe, puis le bord de chaussée, puis la ligne du fossé).

### L'environnement

C'est aujourd'hui une préoccupation majeure du projeteur routier. Le premier souci est l'hydraulique : le nouveau tracé traverse des thalwegs et des vallées, il imperméabilise une bande de terrain ; en un mot, il modifie les conditions des écoulements de surface et des eaux souterraines. La constitution d'une maquette virtuelle du projet constitue un outil potentiel puissant pour traiter de ces problèmes ; c'est là une piste qui pourrait intéresser de jeunes ingénieurs, car aujourd'hui ces problèmes sont traités sans recours à la CAO.

Le deuxième souci est l'insertion dans le site. La CAO apporte ici beaucoup car elle permet de visualiser le projet par des vues perspectives faciles à lire ; le traitement architectural du tracé, de ses ouvrages et points singuliers, est ainsi pris en compte dès l'amont du projet. Un autre avantage est la réalisation d'images réalistes, notamment par le recours au photo-montage, qui s'avère très utile pour "vendre" le projet auprès des élus locaux ou lors de réunions publiques.

### Le mode constructif

Une des premières utilisations de l'informatique en projet routier a été l'automatisation du fastidieux "calcul des cubatures".

un des soucis majeurs du projeteur étant d'équilibrer, autant que faire se peut, les déblais et remblais du projet. Notons au passage que la modélisation de la géotechnique est "en retard" sur celle de la surface du terrain. Le géotechnicien travaille encore aujourd'hui en "projetant" les sondages sur le profil en long (et exceptionnellement sur les profils en travers) et n'utilise pratiquement pas l'outil constitué par la CAO pour réaliser un véritable modèle tridimensionnel du sous-sol.

On entrevoit ce que l'interactivité peut apporter à l'optimisation du mouvement des terres qui est le point clef du coût des terrassements.

La CAO est par contre largement utilisée pour l'étude des échangeurs et des rétablissements. C'est sans doute le domaine où les gains de productivité sont le plus sensibles ; le dessin d'un échangeur qui mobilisait pendant une semaine une équipe de dessinateurs peut aujourd'hui être mené à bien en une demi-journée.

La conception des ouvrages d'art courants (passages inférieurs, supérieurs, dallots, buses...) est aussi un domaine d'élection de la CAO : grâce à des bibliothèques d'éléments (piles, tabliers, murs, perrets...), le projeteur n'est pas absorbé par des tâches sans valeur ajoutée de dessin et peut se consacrer aux vrais problèmes (fondation, normalisation, coûts...). Ce domaine constitue un deuxième gisement de productivité pour le bureau d'études.

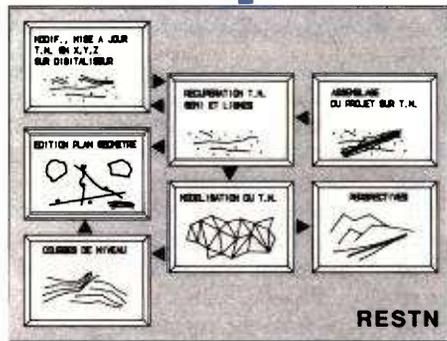
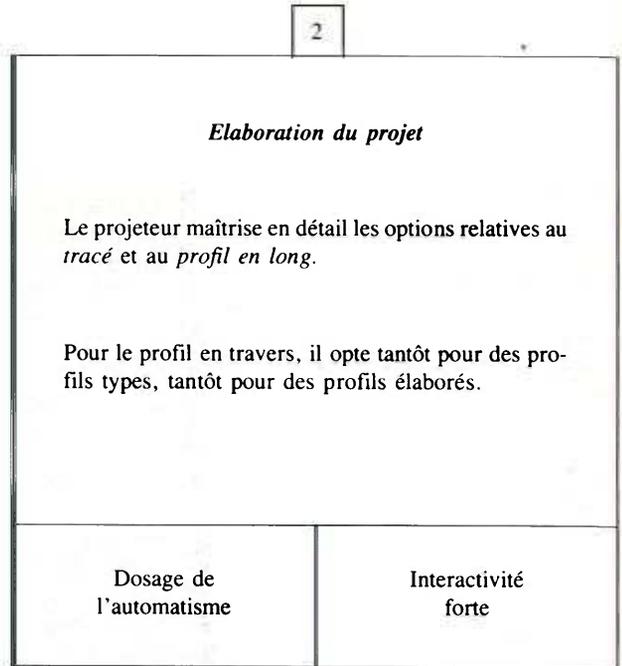
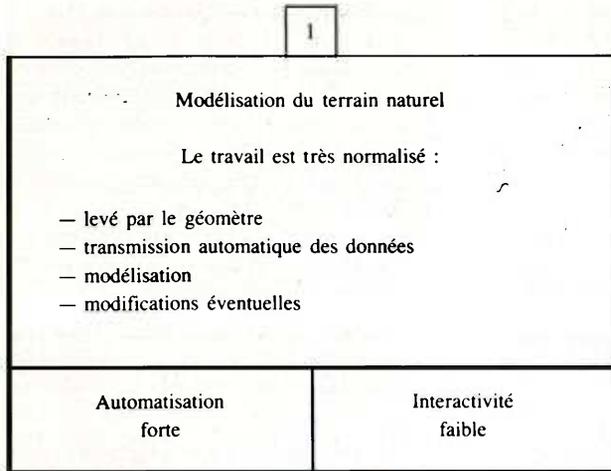
Le problème des grands ouvrages d'art (ou des petits ouvrages non types) est un autre thème où la CAO commence sa percée. Notons simplement (toujours pour le jeune ingénieur que nous cherchons à intéresser à notre métier) que la jonction des logiciels de la CAO et des programmes de calcul des ponts construits par phase (et a fortiori avec les codes d'éléments finis) n'est pratiquement pas amorcée. Il y a là un champ d'investigations passionnant.

### Le réseau d'information

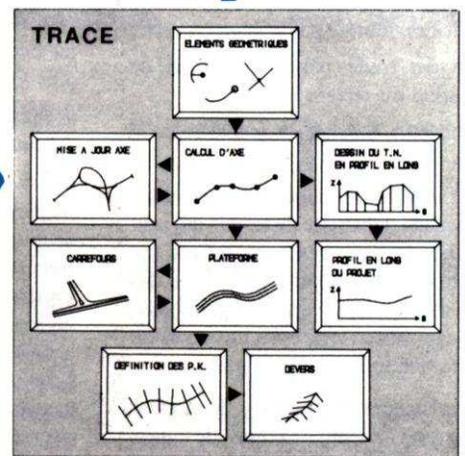
La conception d'une route ne se limite pas à la conception de l'infrastructure mais comprend celle d'un véritable réseau d'informations dont les trois fonctions principales sont la sécurité de l'usager, la signalisation de direction et la régulation de la circulation.

(1) Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison — octobre 1985.

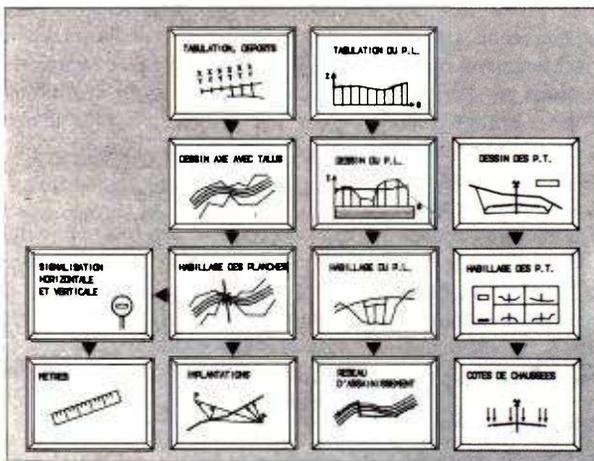
# L'Organisation générale d'un système de CAO et de tracé routier comprend 4 familles de modules élémentaires :



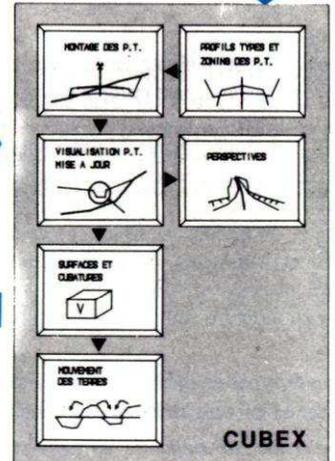
**MODELISATION DU TERRAIN**



**CONCEPTION DU PROJET**



**PRODUCTION DE PLANS / EXTENSIONS**



**ASSEMBLAGE PROJET TERRAIN**

Nous ne développerons ici que deux exemples relatifs à la signalisation.

La signalisation de direction sur autoroute répond à des normes très exigeantes qui la rend d'ailleurs très claire et appréciée des usagers. L'application de ces normes requiert un véritable travail de *conception* de chaque panneau. Le système apporte ici un allègement des tâches de dessin et constitue quasiment un exemple de CFAO dans la mesure où le dessin obtenu est directement utilisé par le fabricant des panneaux de portiques. Bien évidemment, ce système établit, outre les dessins proprement dits, le marquage au sol (lignes continues, dis-

continues, zébrage...), les métrés relatifs aux différents matériaux et des estimations financières précises.

Le deuxième exemple que nous évoquerons est celui de la signalisation sur RN ou CD. Qui ne s'est pas perdu (généralement dans une banlieue) soit par l'absence, soit plus souvent par l'incohérence de la signalisation ?

En fait, des méthodes très précises existent d'élaboration de schémas itinéraires au niveau départemental puis local. L'utilisation de la CAO se justifie pour deux raisons :

— *la dualité itinéraire-carrefour* : une bonne signalisation conduit à flécher beaucoup d'itinéraires. La bonne lecture impose une limite au nombre des panneaux à chaque carrefour. On conçoit que l'arbitrage correspondant soit aidé par un système qui contrôle en permanence la cohérence des mentions sur un itinéraire.

— *la maintenance dans le temps* : c'est généralement le point faible actuellement.

**Un système bien conçu initialement est modifié localement, avec les meilleures intentions, et perd sa cohérence. Seuls des relevés périodiques des mentions et des tests globaux de cohérence, à l'aide du système, permettent vraiment sa gestion.**

3

### Montage du projet

Le système assemble selon les normes. Il *détermine* les intersections projet — TN. Il calcule les cubatures. Des bouclages avec 1 et 2 sont possibles.

Automatisation forte

Interactivité faible

### Production de plans — extensions

Le projet est "habillé" en plans détaillés (assainissements, réseaux, signalisation).

Des bouclages avec la phase 2 sont possibles, mais il s'agit plutôt d'étude de *variante* que d'optimisation.

Dosage de l'automatisme

Interactivité forte

# LE PEAGE DYNAMIQUE

**Un péage qui ne serait pas synonyme d'arrêt ou de file d'attente : tel est l'objet du "Péage Dynamique". Cette technique, qui s'inscrit dans le cadre des communications véhicules-sol, a fait l'objet d'une expérimentation sur l'autoroute A.4 (Paris-Metz).**

**Philippe Rottembourg**  
Directeur Commercial  
Compagnie Générale  
d'Automatisme  
CGA-HBS



**Branche Transport Electronicien de formation (Ingénieur ISEP), l'auteur de cet article est entré à la Compagnie Générale d'Automatisme en 1971 comme Ingénieur Commercial. Il vend en France et à l'étranger des systèmes de stationnement, de péage d'autoroutes et de transports publics. Il assume la Direction Commerciale de la Branche Transport depuis 1985, après une formation au Centre de Perfectionnement aux Affaires. Il assure également la responsabilité des développements et à ce titre il est Directeur du Projet Europolis dans le cadre du Programme Eureka.**

La perception du péage sur les autoroutes suburbaines, sur les ponts ou tunnels d'accès aux grandes métropoles, pose d'énormes problèmes aux exploitants tout particulièrement aux heures de pointe.

La gêne occasionnée aux usagers est à la limite du supportable. L'augmentation du trafic exige une augmentation du nombre de voies de péage. Or, dans bien des endroits, l'emprise de l'aire de péage n'est pas extensible.

L'idée qui consiste à mettre en œuvre un système qui ne nécessite pas l'arrêt des véhicules répond donc à une double préoccupation :

- accélérer les débits ;
- réduire les coûts d'exploitation.

Un tel système peut faire appel à plusieurs techniques et de nombreux procédés ont été imaginés et sont en cours d'expérimentation.

## La communication véhicule-sol

L'automobile entre à son tour dans l'âge de la communication. Après l'autoradio, la CB et le radio-téléphone, de nombreux projets traitent de la communication véhicule-véhicule pour la prévention des accidents et de la communication sol-véhicule pour l'aide à la circulation et l'information routière.

Le péage dynamique s'inscrit aujourd'hui dans le cadre d'une communication véhicule-sol et demain sans doute dans celui d'une communication bidirectionnelle rendant possible une véritable transaction.

## Définition d'une liaison véhicule-sol

Si on se limite aux seuls usagers pendulai-

res, le péage dynamique consiste à vérifier la validité d'un abonnement. La liaison véhicule-sol devra permettre l'émission, depuis le véhicule, d'un numéro d'identification et d'une date de validité. Une liaison monodirectionnelle est donc suffisante.

Cette liaison est établie entre un émetteur-récepteur au sol — que l'on appelle souvent "Balise" — et un équipement embarqué — le "Répondeur" — ainsi nommé parce qu'il est généralement passif mais activé à proximité de la Balise.

De nombreux critères sont pris en compte pour la définition de cette communication :

- la fiabilité de la liaison en fonction de la vitesse ;
- le volume des messages à transmettre ;
- la vitesse de transmission de ces messages ;
- l'encombrement, la durée de vie, la fixation du répondeur et bien entendu son coût.

## Bref inventaire des liaisons existantes

CGA-HBS a développé et expérimenté plusieurs systèmes de transmission entre les véhicules en mouvement et le sol. Citons brièvement :

1) Le Système Sephia, développé pour la Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) afin d'enregistrer les horaires de passage des autobus en différents points de la capitale. Ce système utilise un procédé à micro-ondes à 9,9 GHz et 800 b/s d'une portée d'environ 200 mètres.

2) Afin de repérer la position d'un bus sur son parcours, ou pour lui accorder la priorité à un carrefour, CGA-HBS a également mis au point une liaison infrarouges.

D'une portée de 5 à 15 mètres, ce dispositif assure une transmission de 1 200 à 4 800

## Exemple d'aménagement d'une voie de péage dynamique.

b/s et s'avère relativement peu sensible à l'environnement climatique.

Ces deux dispositifs sont apparus encore trop coûteux pour une généralisation grand public et surtout difficiles à mettre en place de façon à obtenir une transmission fiable pour toute la gamme de véhicules considérée.

Nous sommes donc intéressés à un dispositif existant, à base de répondeur à radiofréquences et d'antennes faciles à implanter dans la chaussée.

## Une expérience de péage dynamique

Avant de généraliser le péage dynamique et pour en définir les caractéristiques techniques et les procédures d'exploitation, l'Union des Sociétés d'Autoroutes à Péage (USAP) a fait procéder à une expérience.

Imaginons, en effet, une file de véhicules roulant *sans s'arrêter* à travers une barrière de péage : certains véhicules sont équipés d'un dispositif de péage dynamique : ils peuvent passer. D'autres ne sont pas équipés : comment les identifier, les séparer, les orienter vers des voies de péage classique sans perturber le trafic ?

## Le système utilisé

Le système retenu pour l'expérimentation est celui d'un répondeur à codage radiofréquences, fonctionnant sur le principe suivant :

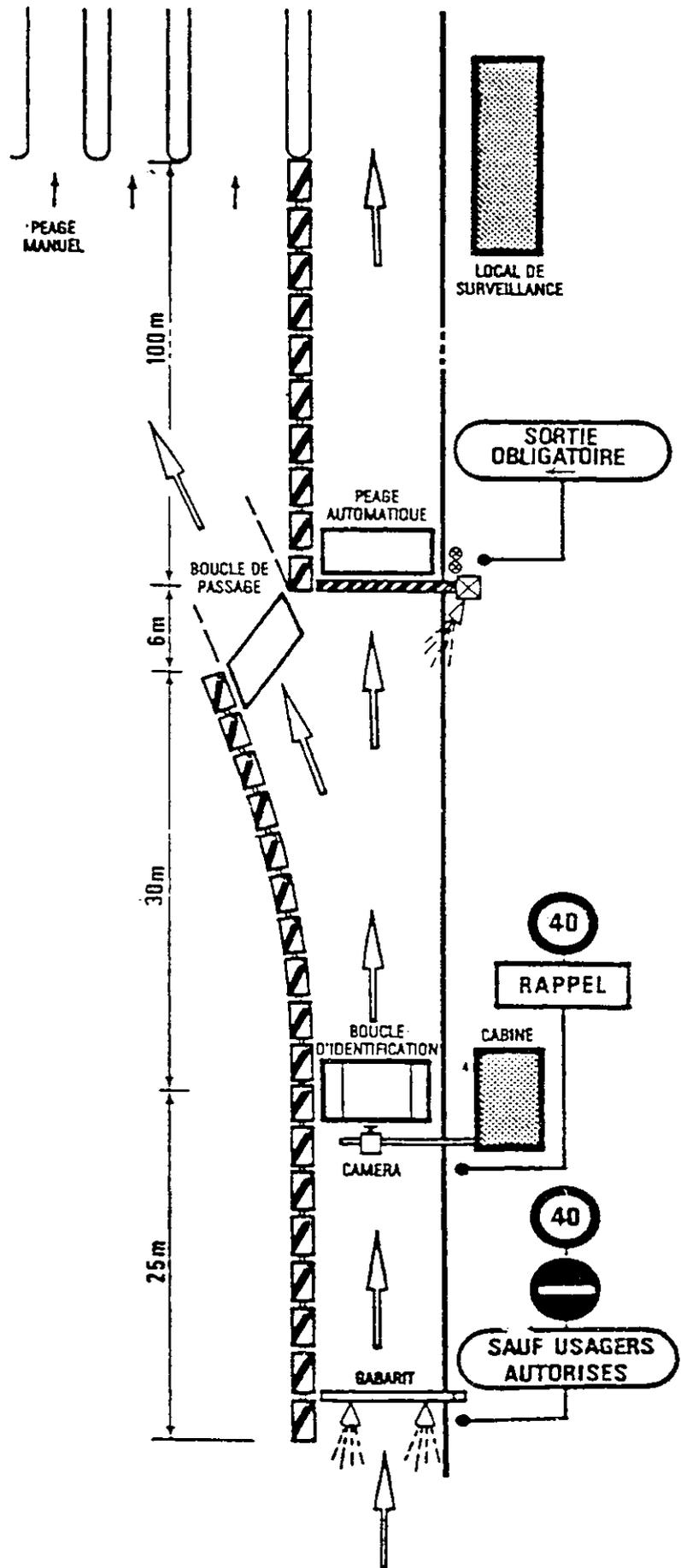
Un émetteur produit une onde destinée à activer les répondeurs traversant cette onde.

Le répondeur est un module autonome embarqué à bord d'un véhicule.

Le récepteur capte les signaux électromagnétiques émis par le répondeur devenu actif : l'automobiliste est identifié.

L'antenne se présente sous l'aspect de trois boucles de fil de cuivre, enfouies dans le sol dans des saignées pratiquées dans la chaussée. La fréquence utilisée de 132 khz est compatible avec celle des boucles de détection de présence électromagnétique utilisées sur autoroute.

Le système a été retenu en raison des caractéristiques particulièrement intéressantes du répondeur :



- son autonomie : 7 ans pour un répondeur interrogé 300 fois par jour ;
- son encombrement : à peine 2 boîtes d'allumettes ;
- son conditionnement : une capsule de polyuréthane ;
- son coût : moins de 100 FF pour les quantités considérées.

Sa capacité de mémorisation est peut-être un peu faible pour des applications de type "transaction" mais il peut être recodé en quelques secondes, ce qui en fait le répondeur parfait pour une application de type abonnement.

La vitesse de transmission est de 172 b/s, la longueur du message de 32 bits, avec la possibilité de disposer d'un bit de parité pour chaque bit utile et de répéter le message.

## Le site expérimental

L'expérience a été conduite du 1<sup>er</sup> avril au 30 juin 1987 sur la barrière de Coutevroult de l'Autoroute A.4 exploitée par la Société des Autoroutes du Nord et de l'Est de la France (SANEF).

Deux voies de péage dynamique ont été mise en œuvre : une dans le sens Paris-Metz, l'autre dans le sens Metz-Paris.

Un schéma d'implantation d'une voie de Péage Dynamique est proposé ci-joint.

La voie de Péage Dynamique est située en amont de la barrière, vers l'extérieur de la chaussée.

Les véhicules, équipés du système d'identification, seront orientés vers cette voie par des panneaux.

La voie est équipée :

- de boucles de détection de passage ;
- de l'antenne d'émission-réception du système d'identification automatique ;
- de cellules de mesures de vitesse ;
- d'une caméra de télévision, reliée à un magnétoscope, pour permettre de repérer les véhicules dont l'identification n'aurait pas été effectuée automatiquement.
- de feux de signalisation et d'orientation ;
- et d'une barrière à commande électrique.

Si un véhicule est correctement identifié, il est invité, à l'aide des feux, à poursuivre son chemin et passe sans s'arrêter à l'extérieur des voies manuelles.



Un véhicule non équipé du dispositif, ou dont l'abonnement ne serait plus valable, se verra refuser le passage et sera orienté vers les voies manuelles. Un enregistrement vidéo sera automatiquement déclenché avec surimpression de la date et de l'heure.

## Les résultats de l'expérimentation

Près de 200 véhicules ont été équipés de répondeurs et 15 000 passages ont été enregistrés.

Sur ces 15 000 passages, près de 300 erreurs ont été constatées, soit un taux d'erreurs brut d'environ 2 %. Ce taux représente le nombre de véhicules équipés et non identifiés.

Sans être alarmant pour une première campagne de mesures en vraie grandeur, ce taux traduit la nécessité d'affiner le dispositif.

## Le facteur vitesse

La vitesse des véhicules est un élément important du taux d'erreurs. La campagne d'essais a permis de mesurer la vitesse des véhicules s'engageant dans la voie : elle se situe autour de 28 km/h.

Le taux d'erreurs constaté à 28 km/h est de 0,5 % : ce taux est trop important. Les risques de diaphonie entre voies de péages adjacentes ne permettent pas d'envisager d'augmenter sensiblement le rayonnement de l'antenne. C'est donc vers une augmentation du débit d'informations et d'une répétition du message qu'il faut s'orienter pour diminuer le taux d'erreurs lié à la vitesse des véhicules.

Un taux d'erreurs de 0,2 % est à la portée du dispositif une fois corrigées les causes d'erreurs systématiques liées aux véhicules et à l'environnement. Dans le contexte du contrôle des abonnements, un taux de 99,8 % serait parfaitement acceptable.

## Conclusion

Nous avons associé, dans ce qui précède, le Péage Dynamique au péage d'ouvrages en milieu péri-urbain.

L'offre en surface de chaussée allouée au transport en milieu urbain ne peut plus, dans la plupart des cas, suivre la demande. Il s'agit, pour bien des collectivités, de définir les moyens propres à réduire cette demande, tout en assurant la meilleure circulation des personnes et des biens, indispensable au fonctionnement d'une métropole.

Décourager l'achat ou l'usage des véhicules particuliers, par la multiplication des taxes à l'achat ou sur l'essence, se heurte non seulement au lobby des constructeurs automobiles, mais s'avère inéquitable et injuste.

D'où l'idée du Péage urbain : faire payer l'accès à certaines zones urbaines aux véhicules privés, à certaines heures de la journée.

Deux expériences positives ont été tentées, l'une à Singapour, l'autre à Hong Kong, villes où la densité des véhicules dépasse déjà largement celle que nous connaissons en Europe.

Des études conduites dans le cadre de nombreux scénarios relatifs au transport et en particulier le Projet Europolis envisagent l'utilisation du péage dynamique comme moyen de perception du péage urbain.

# ESCOTA

L'autoroute A8 va bénéficier d'un élargissement à trois voies entre Fréjus et Antibes. Des travaux importants dont ESCOTA supporte seul la charge financière.

## Elargissement à 3 voies

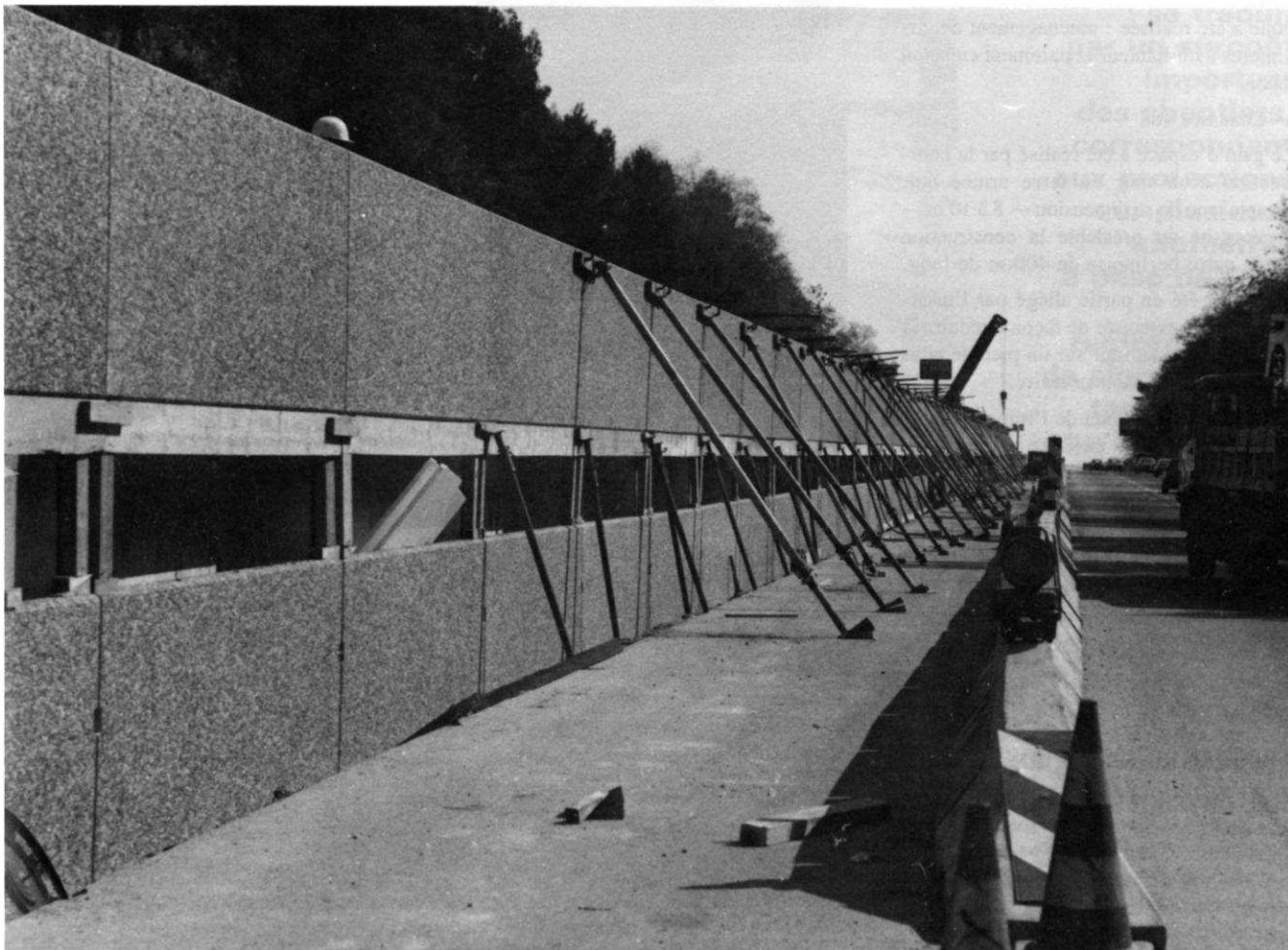


Photo Yannick Collet.

**D**éclarés d'utilité publique le 29 janvier 1986 par Décret pris après avis du Conseil d'Etat, les travaux d'élargissement à 2 x 3 voies de l'Autoroute A8 de Fréjus à Antibes (40 km environ), vont se dérouler sur une période d'environ huit ans, tant pour des raisons d'exploitation de l'ouvrage que pour des raisons financières, Escota en supportant seule la charge.

Les travaux représentent, en valeur actuelle, un investissement de 1 milliard de francs, avec un coût kilométrique variant de 20 à 50 millions de francs.

Parmi les trois chantiers en cours, celui d'Antibes — Echangeur de Cannes-Mougins rassemble toutes les difficultés liées à des travaux d'élargissement par l'extérieur, en zone urbaine et sous circulation intense : le trafic en moyenne journalière est supérieur à 40 000 véhicules/jour.

## Les solutions

### Le gain de la 3<sup>e</sup> voie par des murs

#### — Côté terre-plein central (TPC)

La 3<sup>e</sup> voie de la chaussée Nord a été gagnée sur le TPC par réalisation d'un mur de soutènement pour lequel une recherche esthétique a été réalisée : aménagement de jardinières à mi-hauteur et parement en béton lavé.

#### — Chaussée sud

Le gain d'espace a été réalisé par la construction d'un mur en terre armée qui, compte tenu de sa dimension — 8 à 10 m — a nécessité au préalable la construction d'une paroi berlinoise de 400 m de long.

Le mur a été en partie allégé par l'insertion d'argile expansée de façon à réduire la surcharge due au mur sur un pied de talus dont la stabilité était précaire.

En outre, compte tenu de l'importance de la surface du mur en terre armée et de l'environnement particulier, cette zone très urbanisée et dominant la baie de Cannes, l'ouvrage a été réalisé avec des éléments décoratifs : plans inclinés ménageant des alvéoles destinées à recevoir de la terre végétale dans laquelle sera plantée une végétation arbustive.

## Reconstruction et destruction des ouvrages d'art

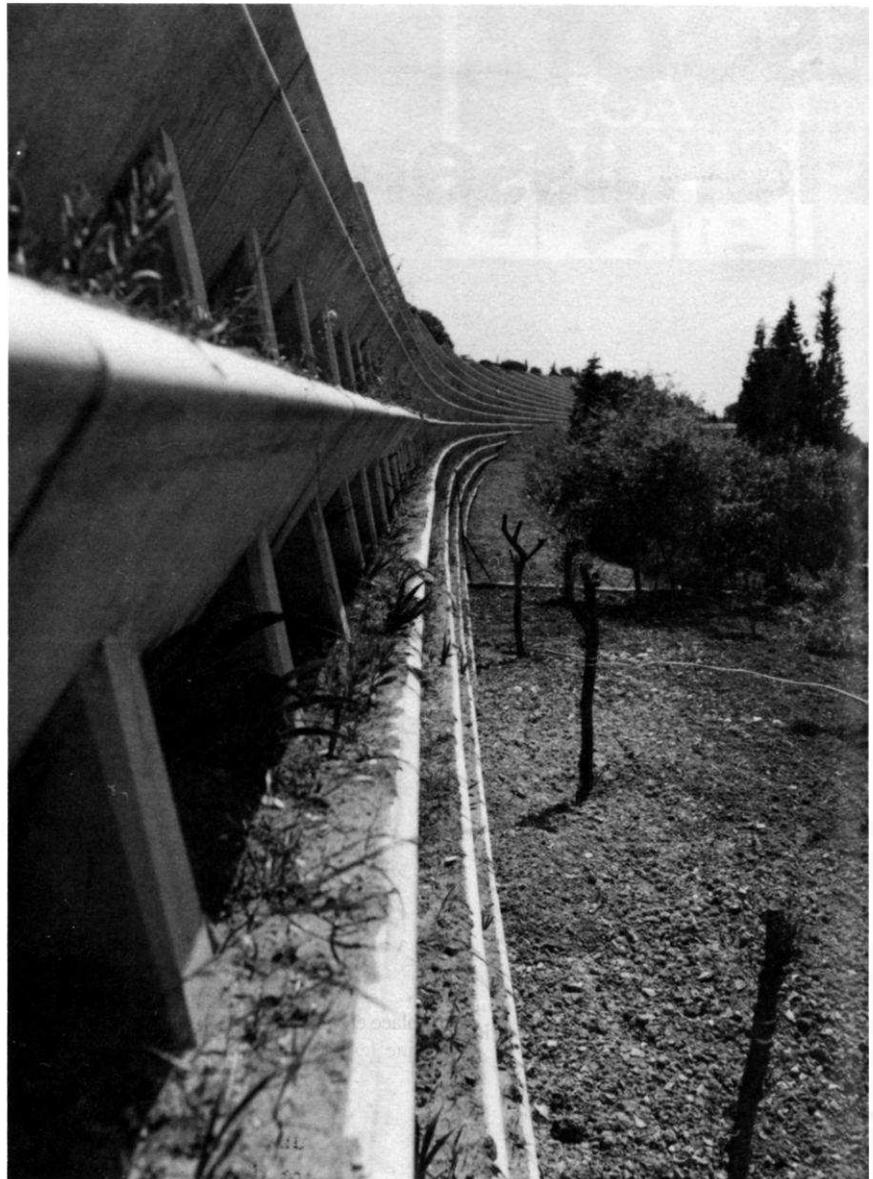
Les ouvrages de l'échangeur de Cannes-Mougins, initialement construits, ne laissent pas, entre les piles et les culées, l'espace nécessaire pour l'implantation de la 3<sup>e</sup> voie.

Il est nécessaire de les démolir et de les reconstruire au gabarit satisfaisant, tout en n'interrompant pas la circulation.

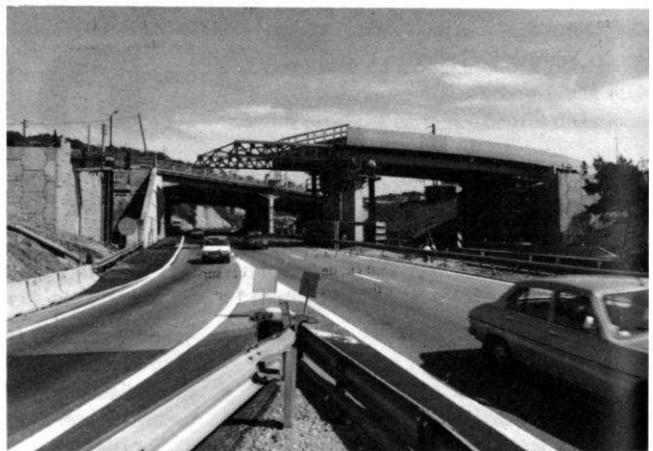
La construction des nouveaux ouvrages d'art se fait donc avant la démolition des anciens.

#### — Construction des ouvrages d'art

Les culées en terre armée sont construites à l'extérieur de l'autoroute avec des soutènements provisoires type paroi berlinoise. Les piles centrales sont construites en utilisant le TPC élargi (voies de circulation réduites), comme zone de chantier. Ceci implique les difficultés d'insertion tant en



**La construction de nouveaux ouvrages d'art se fait avant la démolition des anciens.**





**Pour la Société,  
 outre  
 la surveillance  
 accrue  
 de ces itinéraires  
 sensibles  
 par les équipes  
 de viabilité-  
 sécurité, cela  
 se traduit  
 par un surcoût  
 important  
 des chantiers,  
 correspondant  
 aux protections  
 sur plusieurs  
 kilomètres  
 à base de DBA  
 et aux  
 renforcements  
 de signalisation,  
 tant verticale  
 qu'horizontale.**

entrée qu'en sortie de chantier pour les camions de l'entreprise.

Les tabliers — à ossature métallique et hourdis béton — sont réalisés au sol, à l'extérieur de l'autoroute, par segments.

Ils sont mis en place en appliquant la technique du pont-poussé, habituelle pour les viaducs, le tablier lancé étant pratiquement terminé avec ses garde-corps et ses corniches. Pour la première fois, en France, le lancement de ce type d'ouvrage est réalisé avec le hourdis béton préalablement coulé sur l'ossature métallique. Le lancement s'effectue en une journée.

— La démolition des ouvrages d'art

Les ponts à démolir sont à deux travées de 15 à 24 m dont les appuis de pile sont au sol.

Le principe retenu consiste à découper le tablier longitudinalement et transversalement en parcelles de 100 à 120 tonnes. Après allègement des superstructures, les éléments sont levés au moyen d'une grue de grande capacité — tour de 23 m, flèche de 35 m, contrepoids de 145 tonnes — capable d'enlever un élément de 100 tonnes à une portée de 28 m.

Ces éléments sont ensuite démolis par des moyens classiques brise-béton (BRH), sur une aire voisine du chantier.

L'articulation en pieds de piles centrales des

ouvrages nécessite un étaieage pour garantir leur stabilité une fois le tablier enlevé, étaieage qui ne doit pas mordre sur les voies réduites de circulation. La découpe des tabliers se fera au disque diamant et un soutènement provisoire des éléments de tablier sera mis en place au moyen des poutres fixées par barres précontraintes.

Les piles et les culées seront découpées sur place et démolies dans les mêmes conditions que les tabliers.

L'enlèvement des éléments découpés se fera de nuit avec des restrictions de circulation.

## La protection des chantiers

Pour permettre la circulation des engins, soit sur le TPC, soit sur l'une des voies, selon le cas de figure, les voies existantes de 3,50 m sont réduites à 3,20 et 2,80 m (voie rapide) d'où un gain sur chaque chaussée de 1 m.

— Les protections classiques

Une protection verticale est mise en place par DBA de 60 cm de large, parfois surmontés de grillages ou d'écrans opaques (descente du Piccolaret).

La vitesse de circulation est réduite à 80 km/h, ce qui reste suffisant pour un écoulement acceptable du trafic. La signa-

lisation de chantier est renforcée par de nombreux panneaux de rappel de vitesse limite ; l'insertion et la sortie des camions de chantier, protégés par la mise en place de cônes délimitant leurs voies d'accès.

— La surveillance TV

Le chantier de l'échangeur de Cannes-Mougins est équipé d'un système de surveillance par caméras TV reliées au Centre d'Information et de Sécurité de la Direction d'Exploitation à Mandelieu.

Les caméras surveillent l'écoulement du trafic au droit du chantier et à ses extrémités, en particulier sur les voies d'insertion et de sortie des camions de chantier. Au Centre d'Information, 7 récepteurs reçoivent les images en temps réel et l'agent chargé de la surveillance peut faire intervenir la Gendarmerie et les équipes de sécurité de la Société en cas d'incident. Le temps de réaction est ainsi réduit au minimum, permettant aux secours d'arriver très vite et de restreindre au maximum la durée des bouchons.

Le maintien sous circulation des sections où se déroulent les travaux d'élargissement ou de restructuration impose aux entreprises de faire preuve d'imagination dans les procédés techniques, d'une grande rigueur d'exécution et d'une parfaite discipline dans les déplacements.

**Le Comité de Prospective des Techniques de la Route, qui associe étroitement l'Industrie Routière et l'Administration à la réflexion sur l'avenir, travaille depuis plus d'une année au sein de trois groupes spécialisés :**

# DEMAIN : LA ROUTE

# UN AVENIR TOUT TRACE...

- "Ouvrages d'Art"
  - "Chaussées"
  - "Exploitation et sécurité de la route".
- Bien qu'il ne soit pas encore possible de présenter une synthèse globale, les groupes ont cependant déjà tiré quelques conclusions et indiqué un certain nombre de pistes intéressantes.**

Le Comité de Prospective des Techniques de la Route (CTPR) a été créé par un arrêté du Ministre de l'Équipement en date du 25 novembre 1985. Ce Comité prend la suite du CCIR (Comité Conseil à l'Innovation Routière), mais présente deux différences essentielles par rapport à ce dernier :

La première est que l'arrêté confie au CTPR, outre les problèmes liés à l'innovation, ceux qui concernent la prospective, c'est-à-dire qu'il doit essayer de déceler par l'observation et par la réflexion les grandes évolutions prévisibles dans le domaine de la route.

La seconde différence entre le CCIR et le CTPR concerne leur composition même. Alors que le CCIR était un organisme interne à l'Administration, le CTPR associe étroitement l'Industrie Routière et l'Administration à la réflexion sur l'avenir.

Le Comité, dans sa forme plénière, est composé des principaux directeurs de l'Administration Centrale (Directeur des Routes, Directeur de la Sécurité et de la Circulation Routière, Direction des Affaires Economiques et Internationales), du réseau technique (Directeurs du LCPC, de l'INRETS, du SETRA, du CETUR), des Chefs de Service de la Recherche et de la Technologie, du Chef de la Mission du Réseau des Organismes techniques, du Chef de la Mission Scientifique et Technique du Ministère de la Recherche et de la Technologie, d'un DDE, d'un Directeur de CETE et de huit personnalités du secteur privé choisies pour leur représentativité et leur compétence. La présidence du CTPR est assurée par H. Cyna, Président de Cofiroute.

**L. Primel  
Docteur  
en Géologie,  
Chargé  
de Mission  
au Laboratoire  
Central  
des Ponts-et-  
Chaussées.  
Secrétaire  
Général  
de l'Association  
Internationale  
de Géologie  
de l'Ingénieur  
(1982)**

Il a paru immédiatement indispensable de démultiplier l'action du CTPR au sein de trois groupes spécialisés, qui fonctionnent maintenant depuis plus d'un an. Le Groupe "Ouvrages d'art" est présidé par R. Lacroix, le Groupe "Chaussées" par M. Ray, et le Groupe "Exploitation et Sécurité de la Route" par H. Vivet.

Il a été en outre spécifié que les Groupes de travail prendraient en compte les problèmes du matériel, de l'exportation et de l'information qui, communs aux trois Groupes, ne feraient pas — du moins dans un premier temps — l'objet de structures spécifiques.

Les trois Groupes, après une année de réflexion, d'études et surtout d'échanges d'idées entre les représentants des secteurs publics et privés, ont déjà abouti à un certain nombre de conclusions, défriché quelques pistes. L'heure de la synthèse n'est pas encore venue, les groupes étant appelés à travailler selon le mode de fonctionnement actuel pendant environ encore une année.

Il est cependant intéressant, nous semble-t-il, d'essayer de résumer les premières conclusions auxquelles ils ont abouti.

## Groupe Ouvrages d'Art

Le groupe a dégagé cinq idées-force :

- Les matériaux — Dans le domaine du Génie Civil comme dans la plupart des secteurs industriels, les progrès accomplis dans l'utilisation des matériaux déterminent, pour une large part, l'avance technologique. S'il est vrai que les matériaux utilisés actuellement (granulats, ciments, aciers) ne peuvent être remplacés par d'autres, en raison de leur bas prix et de leur abondance, des

améliorations substantielles sont à attendre de l'incorporation en faible proportion de matériaux de nature différente, souvent plus nobles, et susceptibles de modifier les propriétés du produit final.

- "La route de l'An 2000" ;
- "Innovation : réussir le passage à l'industriel" ;
- "Outils de préparation de la décision : le dialogue technicien-décideur" ;
- "Techniques et conception des chaussées".

Les équipes constituées autour de chacun de ces thèmes ont défini leurs orientations dans des lettres de mission. L'équipe "La route de l'An 2000" a adopté une analyse en termes de marché. Elle se concentre sur l'étude des comportements et des attentes des acteurs de l'offre et de la demande dans le domaine de la route, avant de s'intéresser à l'évolution des aspects techniques de l'offre. L'extension du champ d'intervention de l'équipe a conduit à décider la création d'un quatrième groupe du CPTR, la démarche engagée par ce sous-groupe étant évidemment essentielle pour l'ensemble du CPTR.

Le sous-groupe "Innovation : réussir le passage à l'industriel" a établi un premier rapport qui met en évidence d'une part les obstacles qui s'opposent au développement industriel des innovations et, d'autre part, propose des outils d'évaluation et de soutien susceptibles de favoriser le passage à l'industriel.

L'équipe "Outils de préparation de la décision" analyse l'évolution des rapports entre techniciens et décideurs, et entre décideurs et usagers. L'étude, basée sur un important programme d'entretiens avec les interlocuteurs concernés, vise à déceler les moyens aptes à satisfaire les besoins de dialogue, en passant, entre autres éléments, par des outils de communication adaptés, tels les divers supports informatiques ou les cartes thématiques.

L'équipe "Techniques et conception des chaussées" a pour objectif de déceler les insuffisances actuelles des connaissances sur les chaussées, dans le cadre d'une approche en coût global "Construction plus entretien".

- La CAO — Pour utiliser à plein l'énorme potentiel de la CAO, un investissement considérable est nécessaire qui supposerait un regroupement des moyens au niveau national et la mise sur pied d'une action

commune. L'ampleur du sujet peut aussi justifier une association avec une ou plusieurs autres nations de l'Europe des 12.

- L'innovation — En matière d'ouvrages d'art, l'innovation doit-elle provenir de variantes larges proposées par les entreprises à l'occasion des appels d'offres, ou peut-elle au contraire résulter d'actions concertées, menées conjointement par l'Administration et les entreprises, ou existe-t-il une troisième voie ?

Le débat est très largement ouvert, et une réflexion approfondie s'impose.

- Conception et exploitation

Au cours de leur vie, les ouvrages d'art demandent surveillance et entretien. Si les interventions nécessaires sont prévues dès la conception de l'ouvrage, leur coût peut être très sensiblement réduit. Malgré de nets progrès, beaucoup reste encore à faire dans ce domaine.

- L'esthétique

Les progrès importants accomplis au cours de la dernière décennie ont souvent concerné en priorité quelques grands ouvrages-phares. Il serait souhaitable que les problèmes esthétiques deviennent un souci quotidien de chaque constructeur, depuis le projet jusqu'à la réalisation.

## Groupe chaussées

Pour délimiter son domaine de réflexion et dégager des thèmes considérés comme particulièrement porteurs, le Groupe a décidé d'utiliser une approche multi-critères, inspirée de la méthode utilisée aux Etats-Unis pour l'élaboration du Strategic Highway Research Program, en l'adaptant à l'objet de la prospective et au contexte français. De cette analyse, se sont dégagés 4 thèmes prioritaires :

Elle s'est engagée dans une analyse fonctionnelle des couches de roulement et des assises, et s'intéresse également aux nouvelles possibilités en matière de conception des chaussées.

## Groupe exploitation de la route

L'exploitation de la route est un domaine en évolution rapide. Les inventions y sont

fréquentes, les idées foisonnent et les innovations techniques ne manquent pas. Le Groupe, après avoir écouté de nombreux spécialistes extérieurs et discuté au cours de 8 séances plénières, s'est efforcé de formuler, au moins à titre provisoire, trois séries de recommandations qu'il se réserve de compléter et éventuellement modifier par la suite.

1) "Quatre propositions en vue d'améliorer l'organisation de l'exploitation". L'effort devrait porter en priorité sur :

- l'organisation du réseau routier ;
- l'organisation des gestionnaires du trafic ;
- l'organisation des constructeurs de matériel d'exploitation de la route ;
- l'organisation de l'exploitation de la route considérée comme un système.

2) Trois propositions en vue d'accroître l'effort de recherche ; les secteurs clés concernés sont :

- l'information en temps réel ;
- la science du trafic ;
- la science de la sécurité.

Pour chacun de ces sept points, le Groupe a fait des propositions détaillées.

Comment se présentent les activités à venir du CPTR ?

Les groupes ont beaucoup travaillé et déjà défriché des pistes intéressantes, tant sur le plan des techniques proprement dites que sur celui de l'organisation.

Il est aussi apparu que la réflexion sur l'avenir de la technique, à moyen et long terme, devrait s'intégrer dans un ensemble concernant l'avenir des transports, le rôle de la route dans l'économie du pays, d'où la création à partir du sous-groupe "Route de l'An 2000", d'un groupe à part entière. Le CPTR devra aussi réfléchir à l'organisation de la recherche routière en France, publique et privée. Il devra progresser dans la connaissance d'autres disciplines pouvant féconder la technique routière, devra s'informer des recherches ou études prospectives menées dans les pays étrangers les plus dynamiques, et devra enfin attacher la plus grande importance à la diffusion des résultats obtenus et des orientations définies.

Vaste programme, vastes ambitions, dont on peut se demander si les moyens actuels du CPTR sont bien à la mesure de l'un et des autres.

**D**u nouveau... Pour le mois de novembre, deux tendances sont apparues en ce qui concerne le marché des 50 ans — un espoir, très limité, certes, au niveau des réinsertions mais une nouvelle vague de licenciements va assombrir l'horizon de cette fin d'année —. Du côté des débutants, c'est toujours la surenchère, surtout en informatique et dans le BTP. Le milieu bancaire est lui aussi relativement bien placé dans le marathon des propositions d'offres.

**Réf. 6615\***. Sté (1 000 pers., CA = 600 MF), filiale d'un groupe ind'el, produits pour le bâtiment et l'assainissement cherche **ingénieur technico-commercial** (adjoint Directeur régional, études Ing. exp. BTP, marketing, formation et information de l'équipe) + de 28 ans - Melun + dépl.

**Réf. 6616\***. Sté, filiale groupe ind'el produits bâtiment et assainissement cherche **ingénieur Chef de produit** (développement, rattaché Directeur de Division, gestion et dévelpt de lignes de produit, positionnement et marchés). 27 ans, Ing. BTP, Tours.

**Réf. 6617\***. Sté réseau de + de 200 revendeurs professionnels, 1<sup>er</sup> constructeur mondial micro-ordinateurs prof., cherche **Responsable Formation**, sur l'Architecture et l'utilisa. produits de gamme compaq) - Les Ulis/Sud de Paris (15 km par autoroute) - Exp. de 1 ou 2 ans - Anglais.

**Réf. 6618\***. Filiale franç. réseau de 200 revendeurs professionnels leader micro-ordinateurs professionnels, cherche **Responsable "hotline"** (ligne téléphonique directe avec réseau revendeurs, protocoles install., probl. connexion) - Déb. à 1<sup>er</sup> exp. - Anglais - ULIS.

**Réf. 6619**. Ecole d'architecture cherche **Chef de Travaux Pratiques** (rattaché directeur atelier, intégré à équipe pluridisciplinaire d'enseignement, anima. TP, coordina. projets d'axes recherche, projets d'élèves) - en. 7 KF/mois, activité de 8 h/semaine de septembre à juillet - Urgent.

**Réf. 6620 S**. Profession libérale, technicien économiste sur emplacement centre Rueil souhaitant louer à ing. spécialisé en structures une surface supplémentaire de 10 m<sup>2</sup>, cherche une base de 1 000 à 1 500 F/mois et autres presta. à négocier ultérieurement.

**Réf. 6621**. Organisme privé formation cherche **Enseignants maths-physique-chimie** (vacations de 2 h à 4 h/semaine). Paris. A partir de 200 F/heure.

**Réf. 6622\***. Implant groupe int'al aciers spéciaux cherche **relations techniques clientèle** (clients utilisateurs et transformateurs). 25/30 ans, exp. fabrica. ou technico-commer. en mécanique, métallurgie. Anglais. Metz + dépl. fréquents. 200 à 250 KF/an.

**Réf. 6623\***. Implant groupe secteur BTP (CA = 2,5 MF), cherche **jeune ingénieur Travaux génie civil**, 28/30 ans, 1<sup>er</sup> exp. diriger et manager chantiers, aspects écono., techni. et humain. Agence de Bordeaux.

**Réf. 6624\***. Filiale implant groupe BTP (CA = 2,5 MF), cherche **Ingénieur Commercial BTP** (solution technique et écono., montage opéra., négociations mktés, prospec. maîtres d'ouvrages) Ing. qqs années d'exp techni. commercial - Dunkerque.

**Réf. 6625**. Etablissement public cherche **Ingénieur exploitation informatique** (rattaché chef de Division laboratoire, assistance d'1 pers. chargé de l'explo. systèmes informa. d'École pour enseignement, gestion) - qqs années d'exp. systèmes d'exploita. UNIX - Toulouse.

**Réf. 6626\***. Sté filiale (100 pers.), CA = 2 MMF, transport, et commercialisa. de gaz naturel cherche **adjoint au responsable des services techniques** (assistant du chef dpt, anima. et forma. des 30 techniciens compteur d'énergie à mettre au point) - Début. à 5 ans d'exp. ind'el PARIS + dépl. courts.

**Réf. 6627\***. Sté appareils chauffage (CA = 425 MF + 10 % marge nette) 400 pers., cherche **Ingénieur Procédés**, (béton, matériaux composites, nouveaux procédés à étudier et rechercher, fabrica. pour cheminées décoratives, poêles... développ. et diversif. activité) - Haut-Rhin - 200 KF/an + de 30 ans, Allemand ou Anglais, exp. fabrica. ou bureau études en mêmes produits.

**Réf. 6629 E**. Pour grés. entreprise de conseil et service en informatique aux Comores, on cherche **Dirigeant** (partenaire éventuel au capital développe localement la sté, négociation des prestations, dévelpt de l'activité formation) - Comores - 300/350 KF/an + avantages en nature.

**Réf. 6630**. Cabinet membre impt. réseau int'al (13 pers.) recherchant Cadres supérieurs, cherche **Consultant (futur associé)**, pour générer et traiter missions recherche cadres supérieurs et dirigeants - PARIS 35 ans minimum. Anglais, exp. même domaine ou consulting ou DRH, ou management en sté.

**M. Cornouls, Eurequip**, 19, rue Yves du Manoir, 92420 Vaucresson. 47.41.79.19.

**Réf. 6631**. Groupe impt, filiales en Europe, aidant stés à concevoir réponses aux situa. en économie, technologie et social cherche **Consultants "Juniors"** 2/3 ans d'exp. en entreprise - Anglais/Espagnol PARIS avec dépl. France et Etranger.

**Réf. 6632**. Sté en ingénierie assistée par ordinateur, modélisa. et simula., cherche **ingénieur d'études** pour son dépt systèmes discrets,

connaiss. syst. informa. et ou syst. produc. — Exp. techni. de modélisa. et simula. discrète - Anglais - Début. ou exp. courte.

**Réf. 6633**. Sté spécialisée en informatique scientifi., cherche **ingénieur d'affaires**, techni. simula., optimisa. en calcul scientifique, syst. automatismes. syst. informa. et de produc. - 3/4 ans d'exp. ind'elle (démarche commerciale, suivi auprès clients France, Etranger) - Anglais.

**Réf. 6634**. Filiale compagnie distribution eau, activité canalisa travaux hydrauliques cherche **ingénieur d'études** (service études, prob. techni., hydraulique et informatique). Début. à 5 ans d'exp. motiva. technique - connaiss. hydraulique et informa. PARIS - A pourvoir rapidement.

**Compagnie Bancaire**, 5, avenue Kléber, 75791 Paris cedex 16. 45.01.38.82. M. Quivy. Orientation et Recrutement.

**Réf. 6635**. Impt groupe de stés spécialisées en services financiers aux particuliers et entreprises cherche **ingénieur système** (petite équipe, dévelpt. système IBM, MVS, CICS, DL 1, VM...). Début. — PARIS.

**Réf. 6636**. Cette même sté cherche **Jeunes cadres**, (suivant aspirations intégré aux divisions finance, informatique, contrôle gestion) - Début. ou 1<sup>er</sup> exp. PARIS.

**Compagnie Bancaire**, 5, avenue Kléber, 75791 Paris cedex 16. 45.01.38.82. M. Quivy. Orientation et Recrutement.

**Réf. 6637**. Cette même sté cherche **futurs cadres dirigeants** (fonctions Marketing, Mktg int'al, planification, évolution rapide vers l'état-major) - Début. ou 1<sup>er</sup> exp. PARIS.

**Réf. 6640**. Cette même sté cherche **ingénieur informaticien** (solide formation, équipés dévelpt. informa.). Débutant ou quasi. PARIS.

**EDC, Mme Perreaux-Forest**, 9, rue Villedo (75001 Paris). 42.61.51.93.

**Réf. 6641\***. Implantante banque d'affaires cherche **Directeur Général** (répond au Président, attrib. classiques pour aspect dévelpt) - Moins de 40 ans exp. financière banque, ou implantée direc. financière - PARIS - 800 KF à 1 MF/an.

**Réf. 6642\***. Sté service et ingénierie informatique cherche **Directeur Adjoint de Division** (rattaché au Directeur de Division, création nouvelles agences et rentabilisa.) - 40 ans, connaiss. informatique, profil commercial - PARIS + dépl. 500 KF/an.

**Réf. 6643\***. Société services et ingénierie informa. cherche **Directeur des Res-**

sources humaines (rattaché sous 6 mois à 1 an à la DG, volet "politique du personnel", plan stratégique, recrutement, gestion, carrières). Environ 40 ans, exp. ressources humaines, informa. Paris.

Réf. 6644\*. Filiale impt. groupe (47 000 pers.), télécom, bureautique et réseau cherche **Responsable technico-commercial** (avant-vente, coordina. services techn., promotion nouveaux produits) - 3 à 5 ans d'exp. bureautique. Anglais - Lyon + dépl. - 250/300 KF/an + voiture.

Réf. 6645. Groupe leader mondial BTP cherche **Jeunes ingénieurs**, débutants ou première exp. : en pépinière, première affectation sur chantier, habitat région Parisienne, évolution rapide possible, environ 170 KF/an + valorisation exp.

Réf. 6646. Grande SSII (2 000 pers), solutions vidéotex sur serveur et micro cherche **Ingénieur**, (petite équipe micro en télématique professionnelle, cahiers des charges, solutions logiciels, micro, avant-vente, contact client, gestion projets) - 3 à 4 ans d'exp. en micro. Boulogne-Billancourt.

Réf. 6647. Groupe BTP spécialisé cherche **ingénieur développement** (adjoint direct branche entreprise, dévlpt et diversification, stratégie offensive de groupe) - 35/40 ans, ex. pls années de gestion centre profit de 50 à 150 MF/an - Rueil Malmaison - > 300 KF/an.

Réf. 6648\*. Filiale groupe impt. travaux aéroportuaires et autoroutiers cherche **ingénieur Chef de chantier** (organiser et réaliser les chantiers, présence sur le terrain, 10 à 15 pers.) - 25/30 KF/an, exp. de 3 à 5 ans d'ing. chef de chantier - 200 000 KF/an et + suivant exp. banlieue PARIS.

Réf. 6649\*. Grand groupe secteur bancaire cherche **RESPONSABLE TELEINFORMATIQUE ET EXPLOITATION GRANDS SYSTEMES** (fonctionnement réseau de pls centres traitement, conception et mise en place gestion, rattaché Directeur organisa. et informatique) - environ 40 ans - Anglais.

Réf. 6650. Banque très importante cherche **Ingénieur Financier** (jeune équipe salle des marchés, trading pour banque et intermédia. compte client) gestion positions, dévlpt. logiciels. Formation de 15 semaines dès le 7/3/88. - Débutant ou quasi - PARIS, 150 à 160 KF/an.

Réf. 6651 (E). Sté conseil de direction, filiale groupe int'al cherche **directeur général** (répond directement au PDG, responsa.

devlpt sté, budgets, réalisa. et anima. équipe, promo activité ou placement). Plus de 40 ans, MBA anglais et allemand. Paris. > 600 KF/an.

Réf. 6652. Organisme financier, filiale groupe ind'el, cherche 2 **ingénieurs informaticiens**, (concep. conduite projets financiers, IBM 30 XX + réseau L 4 G, rattaché à Chef de projet). Banlieue Est de Paris - 160 à 220 KF/an selon exp. - Evolu. vers Chef de projet. 8 mois à 2 ans.

Réf. 6653\*. Banque, filiale grand groupe franç. cherche, **ingénieur débutant/salle des marchés**, (rattaché directeur central, petite équipe modèles math. à élaborer). Début. - Paris - 160 à 180 KF/an. Possibilités évolut.

Réf. 6654. Sté fabrica. verre, cherche **Ingénieur de recherche - Modélisation mathématique** (concep., réalisa., exploita. modèles mathématiques, traitement statistiques, plans d'exp.) - Début. à 3 ans d'exp. - Anglais - Aubervilliers - 170 à 175 KF/an (débutant).

Réf. 6655\*. Filiale Paris d'1 impt groupe franç. BTP cherche **ATTACHE COMMERCIAL TP**, (rattaché Directeur commercial, prospec. donneurs ouvrages potentiels, suivi commercial) - 32/33 ans et 5 ans d'exp. chantiers, commercial, administra. donneurs ouvrages - Banlieue Ouest PARIS - Voiture.

Réf. 6656\*. Cette même sté cherche **CHEF SECTEUR TP** (rattaché directement Directeur dpt. TP, direction techn., humaine, commerciale, administr. financière de chantiers moyens) - 32/45 ans, 5 ans mini. d'exp. travaux. Exp. chantiers en région PARIS - Banlieue Ouest PARIS > 300 KF/an.

Réf. 6657\*. Cette même sté cherche **DIRECTEUR DPT TP ET GC**, (adjoint direct du Directeur régional, responsa. dpt., OA, travaux fluviaux, souterrains, gestion du CA de 200 à 300 MF/an) - > 35 ans, Anglais et exp. qqs années, surtout en région PARIS - Banlieue Ouest PARIS - > 400 KF/an.

Réf. 6658\*. Banque rées-compte cherche **RESPONSABLE ETUDES ET DEVELOPPEMENT** (nouveaux produits, interface entre DG, commercial et salle mktés, audi moyens contrôle) - 25/30 ans et exp. d'1 an soit en BE banque ou agent change, soit-marchés financiers - Anglais - PARIS - environ 250 KF/an.

Réf. 6659\*. Division Electricité, Bâtiment et Installa. ind'elles d'1 groupe BTP cherche **DIRECTEUR REGIONAL** (animant effectif de 300 pers., CA = 120

MF) - 7 à 10 ans d'exp. Région Parisienne - environ 400 KF/an.

Réf. 6660\*. Important constructeur informatique européen, cherche **CONSULTANT INTERNE STRATEGIE** (défini. orientations stratégiques, suivi, anima. et coordina., élabora. stratégies diff. unités groupe) - 30 à 40 ans - Anglais obligatoire - Exp. obliga. straté. en informatique - PARIS - 350/500 KF/an.

Réf. 6661\*. Grande sté aéronautique cherche **CONSULTANT AUPRES DE DIRECTEUR DES RESSOURCES HUMAINES** (missions et audits pour améliorer organisa., et productivité, favoriser mobilita. personnel) - 30 à 40 ans - Exp. consultant grand cabinet ou opérationnel - PARIS - 350 KF/an.

Réf. 6662\*. Filiale impt. groupe BTP, cherche **DIRECTEUR REGIONAL**, (responsa. centre profit autonome, anima. et management équipe, dévlpt. réalisa.) - 30 à 35 ans, exp. commercialisa. maisons, individuelles - Rouen, Nantes, Bordeaux, Montpellier ou Lyon. 300/350 KF/an.

Réf. 6663\*. Sté filiale franç. groupe multinational franç. produc. et commercialisa. **électroménagers** cherche **RESPONSABLE CONTROLE QUALITE** (rattaché directement à Division Dvlpt et qualité, responsable fonction qualité) - 35 ans, connais. produits similaires - SAVOIE - exp. électroménager ou inds. mécaniques.

Réf. 6664. Filiale informatique et automatisa. cherche **INGENIEUR SYSTEME** (assistance techn. au sein d'un grand groupe ind'el, prise en charge fonc. système sur VAX (VMS)) - 25 à 30 ans et 2 à 3 ans d'exp. - Ouest France.

Réf. 6665. Cette même sté cherche **INGENIEUR D'ETUDES INFORMATIQUES** (dévlpt. applica. transactionnelles sur VMS, DBMS, VAX) - 25 à 30 ans et exp. de 2 à 3 ans - VAX et dvpt. applica. - Ouest France.

Réf. 6666. Cette même sté cherche **ingénieurs d'études** (étroite liaison avec utilisateurs, adaptation logiciels IGDS et DMRS, fonctionnement sur VAX) - 25 à 30 ans, et exp. de 2 à 3 ans en logiciels, Ouest France.

Réf. 6667\*. Instance collectivités locales, établis. financiers, et ind'els cherche **DIRECTEUR DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL**, (politique commune structures d'accueil stratégie commerciale, discipline stratégique) - Plus de 40 ans, double exp. ind'elle et administrative + collectivité locale - Anglais - Outre-Mer.

Réf. 6668. Filiale franç. groupe int'al conseil en stratégie implanté US, Europe et Asie, origine suédoise, cherche **INGENIEURS ORGANISATION JUNIORS ET SENIORS** (1 ou 2 équipes projets de grandes entreprises, responsa. chef mission sous 3 ou 4 ans à envisager pour juniors) - Débutants et exp., généralistes - PARIS + dépl. - URGENT.

Réf. 6669 E\*. Plusieurs entreprises à céder, PARIS, PROVINCE secteurs différents : construction (logements maisons individuelles), informatique, électronique, industrie (moulage pièces plastiques, génie climatique), Divers (cosmétiques, vins fins) - Apports nécessaires : généralement de 0.7 à 1.5 MF.

Réf. 6670. Sté conseil et assistance informatique cherche **responsable d'application** (dévlpt d'applica. gestion "gros systèmes" environnement pointe) - Début. ou 1<sup>re</sup> exp. Paris - 156 à 182 KF/an.

Réf. 6671. Nouvelle sté après absorption, forte croissance, activité ingénierie informatique, 300 pers., CA de 110 MF, cherche **INGENIEUR INFORMATIEN** (équipes projet, secteurs aéronautique, temps réel embarqué, traitement images, robotique, XAO) - Début. à 1<sup>re</sup> exp. de 3 ou 10 ans même, en informatique ind'elle, C, Pascal - Région Paris.

Réf. 6672 E. Organisme centralisant la recherche de partenaire, repreneur ou successeur d'entreprises cherche des **candidats pour des entreprises vêtement** - CA 6 MF. 15 pers., BTP - CA 12 MF - 37 pers. BTP - CA 4,5 MF. 22 personnes, second œuvre bâtiment - CA 12 MF - 32 personnes - PROVINCE ou PARIS.

Réf. 6673\*. Filiale franç. grand groupe US int'al, cherche **INGENIEUR COMMERCIAL** (clarifica. besoins plan technique, rattaché à Directrice filiale, contacts salons professionnels) - 25 ans, Anglais et exp. de 2 ans minimum IBM grand système. PARIS - 260/300 KF/an + bonus sur réalisa. avec quota.

Réf. 6674\*. Filiale franç. grand groupe US int'al cherche **INGENIEUR COMMERCIAL** (mailings, contacts, tphone, informa. sur produit, rattaché à la Directrice de filiale) - 23 ans minimum - Anglais - Exp. d'1 an - informatique, Digital Equipt - PARIS - 180 KF/an.

Réf. 6675 E Un organisme consulaire de l'Ouest de la France, afin d'accroître la pérennité d'une entreprise reprise vient de créer une ECOLE des MANAGERS (3 mois : enseignement, 6 mois : alternance Ecole-

Entreprise, 10 mois : suivi dans l'entreprise). Cette formation s'adresse tout particulièrement au repren- d'une entreprise dans l'Ouest de la France, en concertation avec le patron cédant.

Réf. 6676. Etablissement public cherche **Ingénieur d'Etudes**, (applica. VRD, nouveaux syst. informa. graphique, base de données urbaines, gestion projets d'aménagement urbain). Début. ou 1<sup>re</sup> exp. Bon niveau CAO. Cergy-Pontoise.

Réf. 6677\*. Sté travaux publics, travaux fluviaux, cherche **Directeur d'Agence**, (gestion, dévlpt, mission dynamisa., organisa., intro-duc. méthodes nouvelles. 32/36 ans, exp. TP ou travaux spéciaux - Région Paris - Environ 400 KF/an, évolu.-sous 3 ans.

Réf. 6678\*. Filiale sté routière nationale cherche **Patron de PME** (dévlpt structure régionale...) - 27/30 ans, 1<sup>re</sup> exp. travaux - Franche-Comté - 250 à 270 KF/an - Evolution vers direc. Agence.

Réf. 6679. Implantante agence routière d'1 sté cherche **chef d'exploitation** (bras droit du Directeur, associé aux affaires dès l'amont). 28/33 ans, exp. travaux routiers - Ouest France - 300 KF/an - Evolu. direc. agence.

Réf. 6680\*. Sté commercialisa. produits et systèmes BTP, cherche **Responsable du développement industriel** (rattaché Directeur Marketing, besoins nouveaux produits, évolu., stratégie groupe) - 32/38 ans, exp. affaires - Sud de la France - 350 à 400 KF/an.

Réf. 6681. L'autorité organisatrice des transports en commun cherche **Ingénieur de projet** (pilotage études, réalisation). 2 à 4 ans d'exp. Lyon. < 180 à 200 KF/an + primes et avantages compris. A pourvoir d'urgence. M. Simon, 21, bd Merle, 69003 Lyon. 78.60.31.02.

Réf. 6682\*. Implantante banque anglo saxonne, cherche **Obligataire marche primaire**, (montage opéra., instruments mixtes ac./obliga.) - 28/35 ans, exp. montage opéra. - Paris - 250 à 400 KF/an suivant exp.

Réf. 6683\*. Filiale productivité groupe franç. conseil int'al cherche **Consultant Sénior** (projet, organisa., syst. gestion, milieu adm. et ind'el, dvlpt contrats). 30/35 ans, exp. qqs années - Paris - 280 KF/an + inté-ress.

Réf. 6684\*. Sté franç. produc. flacons en verre cherche **responsable des automatismes** (politique automa., détermine et concrétise syst. automatisa.

28/35 ans - Anglais et Allemand - qq années d'exp. - Mers-les-Bains (Somme) > 250 KF/an.

Réf. 6685\*. Groupe franç., filiale sté US, fabrica. pièces techni. matières plastiques, cherche **Directeur des achats**, (rattaché au PDG, anima. équipe 7 pers., évol. service en organisa. et informa.) - 30/40 ans, anglais courant - Région Rhône-Alpes.

Réf. 6686 E. Sté sanitaire électricité, Metz, cherche **Repreneur**, au moins 5% capital - Sté commerciale (fermetures bâtiment, menuiserie) - Metz, à céder.

Réf. 6687. Sté en Conseil, concep. et promo. technopoles sur sites urbains..., cherche **Directeur de programme**, (site, parc d'activités technologiques, négociations, validité juridique, technique, financière de projets, dossiers, interface entre investisseurs et acquéreurs). 1<sup>er</sup> exp. milieu TP, BTP, promo. immobilière - Invest. immob. - Paris et région + dépl. fréquents.

Réf. 6688\*. Sté génie civil (1 millier de pers., CA = 520 MFrs), cherche **INGENIEUR COMMERCIAL**, (apport d'affaires, esquisses projets et informa. de la DG sur intentions maîtres d'ouvrage potentiels) - 30/50 ans, exp. génie civil, connais. région nantaise, surtout de Cherbourg à Bordeaux - Ouest France, dépl. fréquents. Rémunéra. selon exp. et résultats ensuite.

Réf. 6689\*. Filiale groupe Compagnie des eaux, cherche **DIRECTEUR GENERAL** (stratégie générale de dévelpt, achats, stocks, moyens commerciaux anima. équipe, suivi grands clients) - 35 ans et plus - exp. négoce en BTP - Région Paris.

Réf. 6690\*. Groupe papeter, important cherche **Manager**, (conception et mise en œuvre évol. plan informatique, réalisa. audit de l'organisa. administrative, gestion, évol. vers management opérationnel d'1 des stés groupe) - Début ou courte exp. /100 km au nord PARIS - environ 150 000 F/an et +.

Réf. 6691. Important constructeur automobile cherche **Responsable développement mesures /ingénieur qualité**, (optimisa. temps contrôle, exploita. résultats de mesures, élabor. et applica. programmes, cahier charges logiciels, gestion) - Début. ou 1<sup>er</sup> exp. courte - Evolu. rapide vers responsa. au sein entreprise.

Réf. 6692. Même constructeur cherche **responsable études planifica. industrielle** (stratégie implanta. géographique, sourcing mondial, dossiers affecta. fabrica.) et **responsable gestion projets et des investissements**, (programmes et technolo-

gies ind'els, suivi, synthèse et analyse plans d'invest. ind'els) - Ing. avec 1<sup>er</sup> exp. ind'elle obligatoire.

Réf. 6693\*. Un des leaders des Laboratoires internationaux cherche **RESPONSABLE DES OPERATIONS DE COMMUNICATION** (rattaché au Directeur des Relations extérieures, assure gestion administrative de DIRE, suivi opéra. communica., actions auprès médias) - 35/45 ans, au moins 10 ans d'exp. en publicité, organisa., publica. PARIS.

Réf. 6694\*. Sté de BTP, filiale grand groupe franç., cherche **DIRECTEUR COMMERCIAL. DIRECTEUR GENERAL ADJOINT**, (activité commerciale, dévelpt. BTP multi-produits, anima. 3 chefs de services commerciaux, études) - 40/50 ans, exp. similaire / PARIS / 500 KF/an + prime d'intéressement + voiture fonction.

Réf. 6695\*. Sté de BTP cherche **CHEF DE SERVICE COMMERCIAL**, (responsable secteur clientèle, 300 MF de CA, études prix et activité commerciale, anima. de 3 ou 4 chargés d'affaires et 4 à 5 techniciens études prix) - Exp. anima. de pls ing. d'affaires à Paris et région - 400 KF/an + voiture + intéressement - PARIS.

Réf. 6696\*. Cherche **COMMERCIAL AMONT REGION PARIS** (épaula la DG, et directeur commercial pour détecter affaires, contacts politiques, affaires technico-commerciales) - ING. avec connais. des filières décision - Relationnel - PARIS - 300/400 KF + voiture fonc. + intéressement.

Réf. 6697\*. Stés ingénierie cherche **INGENIEUR INFORMATICIEN, ANALYSTE INFOCENTRE**, ou **ING. EN DEVLPT**, responsable études informatiques, **ING. EN INFORMATIQUE IND'ELLE, INFORMATICIEN DE GESTION, ADMINISTRATEUR BASE DONNEES ET SUPPORT TECHNIQUE (IBM)** - PARIS et région.

Réf. 6698\*. Impt. groupe BTP (CA : 2,5 MF), cherche **JEUNE CHEF SECTEUR GENIE CIVIL** (manager chantiers, animer et dynamiser plans commercial, techni., éco., et humain) - Jeune ing. 32 à 36 ans, exp. en direct. travaux - Agence de PARIS.

Réf. 6699. Filiale leader promo. immobilière, cherche **MONTEUR D'OPERATIONS**, (gestion d'une opéra., étroite collabora. avec ing. d'affaires, responsable dossier, projets sur grands investisseurs institutionnels) - Débutant ou courte exp. - Ing. + 3<sup>e</sup> cycle gestion.

Réf. 6700. Jeune sté conseil en informatique et Télématique cherche **ANA-**

**LYSTE PROGRAMMEUR INFORMATIQUE ET TELECOMMUNICATION**, (renforcer dpt télématique, projets et mise en œuvre techni. informatique et télécommunica.) - Débutant - connais. informa. base - forma. en techniques de télécommunica.

Réf. 6701. Compagnie aérienne cherche **ANALYSTE** (dir. syst. systèmes information, rattaché chef projet Gabriel, analyse fonctionnelle, organique projet) - ING. INFORMATIQUE, connais. outils informa. Début. ou 1<sup>er</sup> exp. - Siège social.

GEC, M. Borensztein, 13, rue Martin-Bernard, 75013 Paris. 45.88.76.79).

Réf. 6702. Sté d'ingénierie en développement constant cherche **CHARGE D'AFFAIRES** (responsabilité complète d'opéra., depuis avant-projet jusqu'à livraison ouvrages) - jeune ingénieur Généraliste haut niveau - 1<sup>er</sup> exp. BTP en entreprise, ou en Etudes.

Réf. 6703\*. Importante filiale (CA = 500 MF), d'un des leaders BTP, cherche **JEUNE INGENIEUR D'AFFAIRES/BTP** (détecter affaires amont, évaluation, recherche variantes techniques, études prix, consulta. des sous-traitants, négociation.) - 1<sup>er</sup> exp. études prix GO/200 KF/an. agence de St-Etienne.

Réf. 6704. Ecole Nationale cherche **ENSEIGNANT CHERCHEUR** (gestion, traitement eaux résiduaires, traitements biologiques, dévelpt recherche) - 1<sup>er</sup> exp. enseignement et recherche - possibilité prépara. thèse doctorat. URGENT.

Réf. 6705\*. Filiale groupe imptant BTP (CA = 700 MF), leader, cherche **DIRECTEUR D'ETABLISSEMENT** (patron PME, dévelpt. établissement, gestion centre profit, techniques modernes, produc. GPAO, rattaché direct. au PDG) - Région Provence - Perspectives évol. au sein groupe.

Réf. 6706\*. Importante banque int'ale cherche **RESPONSABLE DU SERVICE TITRES ET BOURSE**, (diriger service de 9 pers., soit bourse, caisse, titres et positions, coupons et opérations domiciliées, opéra. financ.) 30/35 ans, exp. opéra. 3 1<sup>ères</sup> sections obliga. - connais. opérations financières - PARIS 250 à 300 KF/an.

Réf. 6707\*. Banque régionale cherche **RESPONSABLE DU DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL**, (développer et commerc. nouveaux produits financiers, crédits int'aux auprès clientèle PME et qq grandes stés et institutionnels) - Elaborer stratégie marketing pour positionnement européen - 35/45 ans pratique bancaire int'ale et exp. expl.

bancaire domestique auprès PME - 450 KF/an et plus.

Réf. 6708\*. Sté financière filiale grand groupe spécialisé financement réseau distrib. cherche **DELEGUE REGIONAL** (en charge partie imp. territoire n'l, assisté par gestionnaires, équipe administrative, dévelpt., entretien cltèle), 35 ans, exp. commerciale - Voiture fonction - Grande ville - (Province) universitaire.

Réf. 6709. Compagnie distrib. électricité cherche **INGENIEUR INFORMATIQUE INDUSTRIELLE TEMPS REEL**, (modélisa. et simula. fonctionnement, systèmes contrôle-commande centrales nucléaires) - 2 à 4 ans d'exp. - Connaiss. réseau communica., automatique - Chatou - Evolution.

Réf. 6710\*. Imptante entreprise BTP, CA = 500 MF, cherche **JEUNE PATRON ETUDES DE PRIX ET METHODES BATIMENT**, (2 équipes, coordonner, diriger, animer personnel, 10 pers. environ) - 30/35 ans, exp. méthodes ou étude prix BTP - 350 KF/an selon exp. Evolution/Lyon.

Réf. 6711\*. Grande entreprise régionale BTP (800 pers.), cherche **COORDINATEUR TCE** (développer activité réhabilita. sur chantiers grands ensembles HLM, organisa. rota. rapide équipes, gestion coordina.) - 32/40 ans, exp. BTP et entreprise, conduite chantiers réhabilitation - 170 000 à 180 000 F/an - LYON.

Réf. 6712\*. Cette même entreprise cherche **CONDUCTEUR DE TRAVAUX** (direction de pls grands chantiers) - 30/35 ans, exp. polyvalente conduite grands chantiers, logements, bureaux, locaux ind'els) - 200 000 à 250 000 F/a - LYON.

Réf. 6713\*. Grande banque franç. - (3 000 pers. (France), implanta. étranger aussi), cherche **GERANT PORTEFEUILLES DIVERSIFIES** (gestion sous mandat comptes institutionnels étrangers, originares Golfe notamment) - 28/35 ans - Anglais - Exp. 4 à 5 ans dont 3 ans au moins de gestion - connais. marchés européens - PARIS.

Réf. 6714. Banque franç. pour renforcer équipe bureautique, organisa. et procédures, cherche **débutions** ou 1<sup>er</sup> exp. (applica. micro-informatique) réalisa. modèles organisa., mise en place sur sites étrangers) - Début ou 1<sup>er</sup> exp. - PARIS - Dépl. à l'étranger.

Réf. 6715\*. Filiale Rhône-Alpes grand groupe leader BTP, cherche **QUANTITY SURVEYOR**, (gestion ensemble activité travaux Direction régionale, 300 MF CA, HT, forma. conducteurs travaux) - 30 ans, environ - Ing. et 3<sup>e</sup> cycle

gestion, exp. entreprise g'ale - 180/250 KF/an. Selon exp. Rhône-Alpes - Evolu.

Réf. 6716\*. Sté ingénierie, activités spécialisées cherche **DIRECTEUR DE DEPARTEMENT** (nouveaux contrats, anima. et supervision d'1 partie chefs projets, gestion financière et budget, contrats clients, organisa. interne et informatisa. dpt) - 35 ans - Exp. PARIS.

Réf. 6717. Banque franç. cherche **INGENIEURS CONFIRMES** (évaluation, gestion risques, marketing, aide à la vente, ingénierie financière, marchés capitaux...) - 2 à 3 ans d'exp. PARIS (75002) - Evolu. d'ici à 3 ans.

Réf. 6718\*. Imptante sté bancaire cherche **CHEF DE PROJET/INGENIEUR SYSTEME** au moins 30 ans, exp. matériels IBM, MUS/XA, exp. méthode Merise et milieu bancaire. Citoyens suisses ou étrangers détenteurs permis travail Genève. 110 à 130 Sfr.

Réf. 6719\*. Grande sté ind'elle, biens de consomm., cherche **INGENIEUR SYSTEMES EDP PROFESSIONNEL**, (responsa. dévelpt. syst., assisté par chefs projets et programmeurs, analystes) - Anglais courant obliga. - Exp. syst. en entreprise - Genève - 110 à 120 Sfr Evolu. d'ici à 2 ans.

Réf. 6720\*. Imptante sté américaine, leader mondial biens de consomm. cherche **ANALYSTE D'AFFAIRES**, (évaluation, suivi analyses mkté, prévisions diverses régions et pays Europe, Afrique, Moyen-Orient, politique produits de sté) - Anglais courant - 25/30 ans exp. en analyses éco. et de mkté - suisse franç. 80 à 100 Sfr.

Réf. 6721. Sté d'ingénierie cherche **INGENIEUR GENIE CIVIL, BATIMENT** (gestion projets, construction, logements, anima. équipes, gestion et dévelpt. centre profit) - Exp. minimum 5 ans en bureau études Techniques Anglais - 240 000 Fr/ + intéressement - Aix-en-Provence + dépl. US ou Afrique.

Réf. 6722. Sté en forte expansion, produits diversifiés cherche **GESTION ET COORDINATION TRAVAUX DE COLLECTIFS**, (coordination travaux sous-traitants pour programmes collectifs) - 2 à 3 ans d'exp. travaux - PARIS EST.

Réf. 6723. Etablissement public financement prêts projets de dévelpt. pour PVD cherche **INGENIEUR TECHNIQUE-ECONOMISTE**, (identification, évaluation, suivi projets investissements, diagnostic de stés, préparation et montage). Exp. profess. technique, services publics, eau, énergiel. PARIS. ANGLAIS. Dplcts. FRANCE et ETRANGER.

# LES PONTS EN MARCHE

## PRIVE

- Bernard ANACHE (87), Société chimique de la Route - Chef de l'Agence.
- Philippe ARTO (80), Ciments Français, Direction Générale.
- Olivier BARBAROUX (79) PARIBAS, Ingénieur Conseil.
- François DUBOIS (84), Aérospatiale, Ingénieur de Recherche.
- Bruno DUPETY (80), Fougères.
- Charles DUPONT (77), CGEE, Alstom, Service Nucléaire Export.
- Bernard DURAND, Direction d'autoroutes et Grands ouvrages (DAGO).
- Jean-Pierre FELENBOCK (78), Vice-Président du Bureau Parisien de Bain et Company.
- Jean FONKENELL (57), Président de la SEFIMEC.
- Patrick FOURGEAUD (83), Sofremer, Directeur.
- François GAUTHEY (86), CDC International SA.
- Pascal GIRARDOT (78), Dumez.
- Michel HENRY (64), BCEOM.
- Patrick JEANJEAN (69), CIC Directeur Général Adjoint à la direction des Grandes Entreprises et Ingénierie.
- Claude KAHN (76), Drouard Frères, Direction Générale.
- Philippe LEGER (61), CCI Directeur Général.
- Alain MERIC (87), Correspondant local en Suède, Norrlandscatan 42 Bill.
- Sanir NAESSANY (72), BNP, Sous-Directeur de la division Grands Projets.
- Jean-Marcel PIETRI (76), CCI de Brest, Directeur des Equipements.
- Pierre RICHARD (66), Président du Directeur du Crédit Local de France.
- Ambroise ROUX (44), Président de la Générale Occidentale.
- Jean-Pierre ROUX (80), Président du Conseil de Surveillance du Crédit Local de France.
- Jacques TOUCHEFEU (80), Cabinet Architecture.

## PUBLIC

- Joël CHATAIN (77), Direction Départementale de

l'Équipement de la Loire, Adjoint au Directeur.

- Alain CORFDIR (82), Setra, Chef de la Division Liaisons Interurbaines.
- Roger DESCHAUX (78), Direction Départementale du Vaucluse, Adjoint au Directeur.
- Jean-Claude DROIN (61), Ministère Coopération, Sous-Directeur des Infrastructures.
- Edmond LESPINE (66), Ministère de l'Enseignement et de la Recherche, Conseiller Technique.
- Jean-Marie MOREAU de Saint-Martin (61), Conseil Général des Ponts-et-Chaussées.
- Henri PIGANEAU (84), Département de la Savoie, Agent Contractuel Départemental.
- Jean TRELUYER (84), Direction Départementale de l'Équipement du Rhône, Chargé du Service des Constructions Publiques.

## RETRAITES

- Henri COHAS (59).
- Jean-Paul MOUY (48).
- Paul OLLIVIER (53).
- Jean PRUNIERAS (46).
- Albert ROBIN (48).

## NAISSANCES

- Steven, fils de Fabien FAVRET (85), le 31 août 1987.
- Romain, 3<sup>e</sup> enfant de Jean ARRIBEHAUTE (77), le 4 septembre 1987.
- Mathilde, 2<sup>e</sup> enfant de Christophe de SAINT-LOUVENT (78), le 7 septembre 1987.
- Agnès, fille de Isabelle et Philippe GIRARDOT (77), le 17 octobre 1987.

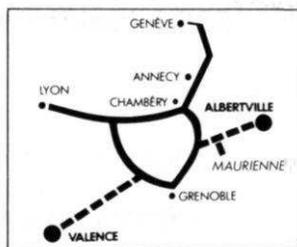
## MARIAGE

- Odile MAILLE (83) avec M. Jean-Marie ANDRES, le 24 octobre 1987.

## DECES

- Albert CABRET (34), le 29 juin 1987.
- Paul GIROUX (30), le 22 août 1987.
- Pierre-Laurent VISENTIN (83), août 87.

# Area-Ibertville



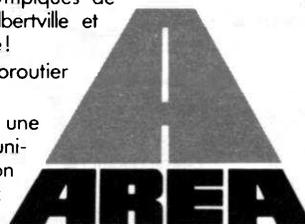
Pour les jeux olympiques de 1992, l'autoroute est essentielle. Et l'autoroute des jeux olympiques, c'est l'œuvre passionnante qu'AREA a déjà commencée. La nouvelle autoroute AREA permettra l'accès direct à Albertville, ville olympique... Quatre ans d'efforts avant l'événement.

Simultanément, AREA construit la nouvelle autoroute A 49 Grenoble-Valence. Les deux villes olympiques de 1992, Albertville et

Barcelone, seront donc reliées par autoroute!

Enfin, AREA étudie aussi un tronçon autoroutier s'ouvrant sur la vallée de la Maurienne.

Ainsi, AREA est au service de toute une région et lui apporte, par ces axes de communication nouveaux, les éléments vitaux de son développement. AREA remercie tous ceux qui l'accompagnent dans sa mission.



## Area, l'autoroute qui ouvre les jeux.



**L'**association sans but lucratif PIVOD (\*), déclarée en avril 1986 à Paris, s'est donnée pour objet de contribuer à la promotion du volontariat, notamment au profit des acteurs économiques les moins favorisés. Son champ d'application immédiate consiste à assurer le parrainage, intermittent mais prolongé, jusqu'à un ou deux ans si nécessaire, des initiatives créatrices d'emplois.

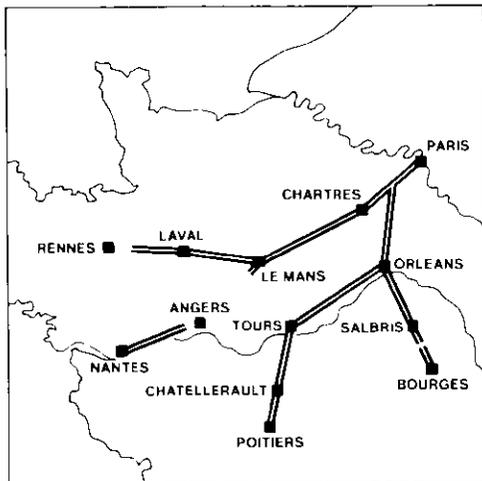
Elle s'appuie pour cela sur le concours bénévole de personnes de toutes origines socioprofessionnelles, et d'abord de retraités et pré-retraités, désireux de jouer un rôle socialement utile, et dotés surtout de capacités d'accueil et d'écoute. Une formation appropriée, si c'est nécessaire, est d'ailleurs envisagée. L'association PIVOD travaille en étroite liaison avec

les grandes associations de conseil bénévole (telles que ECTI, EGEE, AGIR abed, APMER), avec des caisses de retraite et de prévoyance, avec des associations de retraités et préretraités, avec des unions professionnelles. Elle tend ainsi à compléter, en esprit de complémentarité sans concurrence, un réseau déjà riche et diversifié, actif dans la lutte pour l'emploi.

L'association recherche actuellement, dans toute la France, des volontaires dynamiques et motivés, désireux de l'aider à mettre en place de nombreuses délégations locales, pièce essentielle du dispositif : quelques-unes seulement existent à ce jour. Les personnes intéressées pourront prendre l'attache du siège social, qui est prêt à leur donner toutes indications.

(\*) PIVOD  
Prospective,  
Innovation,  
Valorisation,  
Opportunité,  
Disponibilité  
8, boulevard  
de Strasbourg,  
75010 Paris  
Tél. : (1) 42.01.27 72

# COFIROUTE LE SAVOIR-FAIRE AUTOROUTIER



## 680 kilomètres en service

L'Océane : Paris-Le Mans/Angers Nantes  
Le Mans-Vitre (A 81)  
L'Aquitaine : Paris-Orléans-Poitiers  
Orléans-Salbris (A 71)

## 70 kilomètres à construire

dont Salbris-Bourges

## Un financement approprié

Plus de 6 milliards de francs déjà mobilisés.

## Des constructeurs de qualité

SOGEA, GTM, Entrepasse, Colas, Fougerolle, Entreprise Jean Lefebvre

## Une exploitation efficace

10 districts chargés de la viabilité et de la perception des péages

## Une amélioration constante des prestations

de service indispensables au confort et à la sécurité des usagers (aires de repos, aires de service, restauration, information, entretien, dépannage).

**COFIROUTE**



D 4170

# ADIEU JEAN MENU

Jean Menu vient de mourir à 66 ans, ses obsèques ont été célébrées à St-Pierre-de-Neuilley, le 2 décembre, en présence de Philippe Seguin, de nombreuses personnalités et de beaucoup d'amis. Il y a tout juste un an, j'avais été l'interviewer à son bureau de l'AGIRC, pour l'avant dernier numéro du Pont, consacré à nos anciens du monde politique et syndical.

Je connaissais déjà Jean Menu, que j'avais rencontré à plusieurs reprises chez des amis communs, mais nous ne nous étions jamais entretenu aussi longuement.

Ce qui m'a frappé c'est d'avoir rencontré, un homme de bonne volonté, un homme de foi et de conviction. C'est d'ailleurs ce qu'ont rappelé, en exprimant leur sympathie à M. Jean Menu et à sa famille, tant le curé de St-Pierre, que ses amis : Paul Marchelli son successeur à la Présidence de la CGC, un de ses collègues du conseil économique et social, ancien ministre du travail et Emile Boursier, président de l'AGIRC, en alternance avec lui.

Le scoutisme dans sa jeunesse, la fréquentation des mineurs de fond, des hommes rudes qui ont le cœur sur la main, disait-il, ont certainement eu une influence sur son parcours syndical. Je lui avais demandé, si en regardant en arrière, il avait des regrets ; il m'avait répondu que son activité lui avait surtout laissé des satisfactions, la principale étant d'avoir pu, à un moment ou un autre, peser un peu sur les événements. Il avait été particulièrement heureux, lors de l'instauration de la retraite à 60 ans, d'avoir sauvé les régimes complémentaires de retraite par l'invention et la mise en place d'une structure financée par l'Etat et l'UNEDIC. D'ailleurs, ma question était stupide, comment avoir des regrets après une vie si pleine au service des autres.

Adieu Jean Menu !  
J.-P. Grézaud  
Rédacteur en chef



**Jean Menu (44), ingénieur principal aux charbonnages de France, Président de la CGC de 79 à 84, Président de l'AGIRC, questeur au conseil économique et social, conseiller d'Etat depuis le 10 novembre dernier.**

# PLEINS FEUX SUR BEUGNET



Le Ministre M. Méhaignerie coupant le ruban tricolore.

Beugnet a célébré par une soirée de gala, le mercredi 14 octobre, son 2 000<sup>e</sup> kilomètre d'autoroute. Ce qui, comme l'a souligné le président Ponchon, représente plus de 1/3 de réseau autoroutier français et fait de cette société, à ce jour, le leader européen dans ce domaine.

Le ministre de l'équipement, P. Méhaignerie, le directeur des routes, Jean Berthier, les présidents de sociétés d'autoroutes, de très nombreux prescripteurs et représentants des administrations remplissaient le théâtre du Rond-Point des Champs-Élysées.

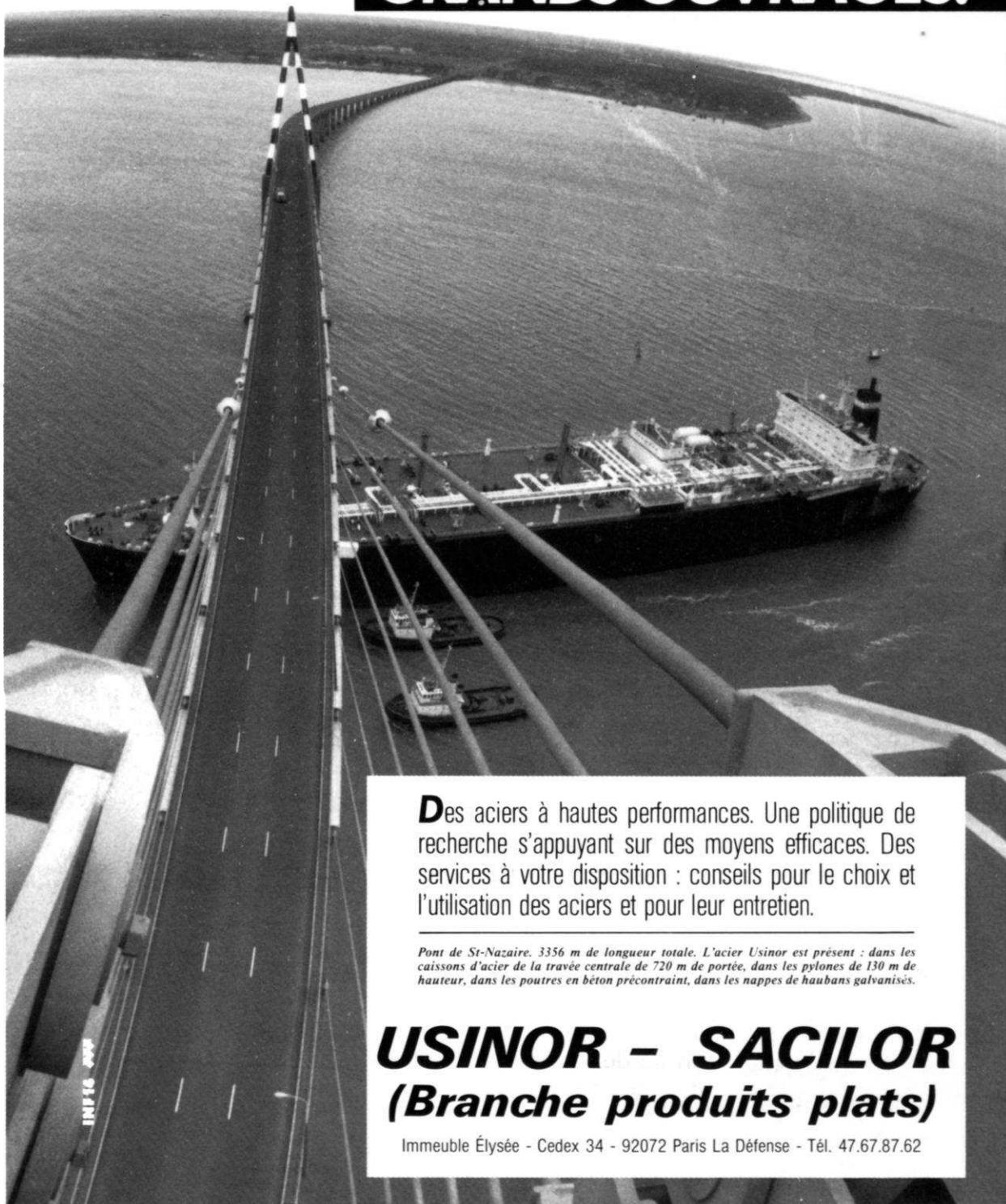
Le matériel et les efforts d'innovation de Beugnet ont été aussi à l'origine de succès à l'exportation avec, en particulier, un lot de la première autoroute chinoise Pékin-Tianjin-Tanggu, le port de Pékin sur la mer Jaune. C'est pourquoi participaient à ce gala : M. Yang Shen Fu, Directeur des routes de Chine et M. Tiang Ning Shu, président de la société d'autoroutes concernée.

Le ministre qui a coupé le ruban symbolique du 2 000<sup>e</sup> km, a particulièrement apprécié les succès à l'exportation d'une entreprise "provinciale", il a souligné que la France devrait être prête à ouvrir ses régions sur l'Europe ; par l'amélioration de son réseau d'autoroutes et aussi de son réseau ferroviaire, avec en particulier les TGV Nord et Est, le contournement de Lyon et l'interconnexion des TGV en Ile-de-France, qui évitera pour la première fois le transfert de gare à gare à Paris.

Après les allocutions, la projection d'un film, un excellent buffet, le programme se continuait par un spectacle Raymond Devos.

**La route est longue  
pour Beugnet qui a fêté  
son 2 000<sup>e</sup> kilomètre  
d'autoroute.**

# VOTRE PARTENAIRE POUR LES GRANDS OUVRAGES.



**D**es aciers à hautes performances. Une politique de recherche s'appuyant sur des moyens efficaces. Des services à votre disposition : conseils pour le choix et l'utilisation des aciers et pour leur entretien.

*Pont de St-Nazaire. 3356 m de longueur totale. L'acier Usinor est présent : dans les caissons d'acier de la travée centrale de 720 m de portée, dans les pylones de 130 m de hauteur, dans les poutres en béton précontraint, dans les nappes de haubans galvanisés.*

**USINOR - SACILOR**  
**(Branche produits plats)**

Immeuble Élysée - Cedex 34 - 92072 Paris La Défense - Tél. 47.67.87.62

# LES LIAISONS FRUCTUEUSES



## INGENIEURS GRANDES ECOLES

Installée à Paris, au cœur de la cité financière, la CCBP, organisme central bancaire et financier du groupe des Banques Populaires (28 000 personnes), accroît ses activités en s'appuyant sur une politique de développement informatique ambitieuse à la pointe de toutes les innovations techniques :

### **UN ENVIRONNEMENT INFORMATIQUE IBM PUISSANT ET NOVATEUR**

Réseau télématique reliant entre eux 25 sites IBM, 5 sites BULL et plusieurs milliers de terminaux.

### **UNE FORMATION PROFESSIONNELLE EN INFORMATIQUE**

- Intégration de jeunes ingénieurs après une formation bancaire et informatique de plus de 6 mois.
- Une valorisation permanente des compétences.

### **UNE MISSION PASSIONNANTE**

- Participation à la conception et à la réalisation de projets d'envergure.
- Fonctions d'organisation en relation directe avec les utilisateurs.

### **LE CHOIX D'UNE CARRIÈRE**

Banque ou Informatique.

## **CAISSE CENTRALE DES BANQUES POPULAIRES**

Merci d'adresser votre candidature, réf. 87005, à Sieglinde BOCH  
Centi Profile, 128, rue de Rennes 75006 Paris.

